



“ESTUDIO TOXICOLÓGICO DE LAS FUENTES DE AGUA DE LAS COMUNIDADES ATAPO CULEBRILLAS Y SANTA TERESA POR PRESENCIA DE FLUOROSIS DENTAL”

Edwin Fernando Basantes Basantes*

ebasantes@epoch.edu.ec

edw_bas@yahoo.es

Paúl Roberto Pino Falconí**

paul.pino@epoch.edu.ec

Ramón Gonzalo Aragadvay Yungan***

rg.aragadvay@uta.edu.ec

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Edwin Fernando Basantes Basantes, Paúl Roberto Pino Falconí y Ramón Gonzalo Aragadvay Yungan (2018): “Estudio toxicológico de las fuentes de agua de las comunidades Atapo Culebrillas y Santa Teresa por presencia de fluorosis dental”, Revista Caribeña de Ciencias Sociales (abril 2018). En línea:

[//www.eumed.net/rev/caribe/2018/04/estudio-agua-ecuador.html](http://www.eumed.net/rev/caribe/2018/04/estudio-agua-ecuador.html)

RESUMEN

En las comunidades Atapo Culebrillas y Santa Teresa del cantón Guamote de la provincia de Chimborazo – Ecuador se ha evidenciado la presencia de Fluorosis dental, es muy probable que la presencia de esta enfermedad entre otros factores se deba principalmente a las condiciones del agua que utilizan estas comunidades, por ello se realizó una caracterización del agua de estas

* Master Universitario en Ciencia y Tecnología Química, Especialidad Química Analítica, Magister en Toxicología Industrial y Ambiental, Bioquímico Farmacéutico, Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en la Facultad de Recursos Naturales con las asignaturas de Química I, Química II y Bioquímica en la carrera de Ingeniería Forestal.

** Master Internazionale in Tecnologia degli Alimenti, Ingeniero en Industrias Pecuarias, Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en la Facultad de Salud Pública con las asignaturas de Química Orgánica, Química Culinaria y Tecnología de Alimentos en la carrera de Licenciatura en Gestión Gastronómica.

*** Maestro en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Ingeniero en Zootecnia. Docente titular a tiempo completo de la Universidad Técnica de Ambato en la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

fuentes, análisis que permitieron identificar al ión fluoruro como analito que sobrepasa el límite máximo permisible dictado por la legislación ecuatoriana TULSMA (1.5 mg/L) y como presunto responsable de la Fluorosis dental que presenta la zona. Se ejecutó un plan de monitoreo para la cuantificación de fluoruros durante 4 meses, los análisis se realizaron en el Centro de servicios técnicos y transferencia tecnológica ambiental CESTTA de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se calculó el Índice de peligro (IP), lo cual permitió determinar que la población de estas comunidades Atapo Culebrillas (2.22) y Santa Teresa (1,93) se encuentran en riesgo toxicológico ya que los resultados del (IP) sobrepasan el valor de referencia recomendado por la EPA (<1).

Palabras clave: Fluorosis dental, fluoruros, analitos.

ABSTRACT

Communities Atapo Culebrillas and Santa Teresa, in Guamote canton, Chimborazo province, have shown the presence of dental fluorosis, likely among other factors, because of drinking water conditions in these communities. Therefore a characterization of the water from these sources identified fluoride ion as analyte, exceeding the permissible ceiling under Ecuadorian legislation TULSMA (1.5 mg/L), as suspect of the dental fluorosis presented in the area. A monitoring plan to quantify fluoride during 4 months was implemented, analyzes were performed at the Center for technical services and environmental technology transfer CESTTA, of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Hazard Index (IP) was calculated allowing us to determine that the population of these communities Atapo Culebrillas (2.22) and Santa Teresa (1.93) are in toxicological risk, because the results of (IP) exceed the reference value recommended by the EPA (<1). This research also proposed the Nalgonda method to reduce the fluoride content in the water, the most effective dose in reducing the fluoride content to safe limits for human health was found to be 3 mL of aluminium sulfate 0.075%, plus 0.05 g of calcium carbonate, and 1 hour as settling time.

Keywords: dental fluorosis, fluoride, analytes.

1. INTRODUCTION

El Flúor ha sido considerado como el elemento más activo de todos los iones elementales. Es demasiado reactivo para existir en su estado elemental, en la naturaleza y en su forma pura es altamente peligroso, causando graves quemaduras químicas en contacto con la piel (Beltrán, 2012).

La Fluorosis dental es una enfermedad grave que no solo se trata de un problema estético, se caracteriza por una anomalía de las piezas dentales, en el Ecuador se ha evidenciado una prevalencia de esta enfermedad en las zona andinas como lo reporta Gómez. (2011).

Rivera [et al]. (2005) ha relacionado a esta enfermedad con la presencia de actividad volcánica, y se sabe que la ubicación de las comunidades en estudio de la investigación se encuentran en una zona donde llega la ceniza del volcán Tungurahua.

Existe Fluorosis dental en las comunidades Atapo Culebrillas y Santa Teresa (Dirección Provincial de Salud de Chimborazo. Área de Salud N° 3 Guamote) y se ha visto que en algunas investigaciones realizadas en diferentes partes del mundo que la Fluorosis dental es el resultado principalmente a la mala calidad del agua que consumen las personas.

Estudios realizados por Montero [et al]. (2007) en Maiquetía Estado Vargas Venezuela muestran que en la Unidad Educativa María May fue la más afectada por Fluorosis dental (41,5 %) y la concentración de fluoruro en el agua recolectada de esta unidad educativa fue de 1,58 ppm.

Estudios realizados por Kotecha [et al]. (2012) en el distrito Gujarat India muestran que a una mayor concentración de fluoruros en el agua de consumo (1.92-.4.10) mg/L aumenta la prevalencia de Fluorosis dental en la población (59.31%) y recomienda reducir el contenido de fluoruro del agua potable o buscar fuentes alternativas para el suministro de agua con menor contenido de fluoruro.

Por ello, esta investigación propone conocer si el agua que las comunidades utilizan tienen altos contenidos de fluoruros y otros elementos mediante: (a) un análisis físico químico y microbiológico que permitirá la caracterización del agua de las fuentes, (b) la determinación del contenido de fluoruros en un periodo de tiempo y el cálculo de la Ingestión del tóxico (I) y el Índice de peligro (IP) para determinar si existe un riesgo toxicológico para la población de estas comunidades. Además como se sospecha que el principal elemento que está sobre los límites permisibles es el ión Fluoruro, se realizó también pruebas de laboratorio para reducir el contenido de F⁻ del agua que abastece a las comunidades.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Sitio de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en:

Comunidad Atapo Culebrillas con 218 habitantes perteneciente a la parroquia Palmira cantón Guamote provincia de Chimborazo y la comunidad Santa Teresa con 429 habitantes perteneciente a la parroquia Matriz cantón Guamote provincia de Chimborazo.

2.2 Caracterización de las fuentes de abastecimiento de agua de las comunidades Atapo Culebrillas y Santa Teresa.

Se identificó la zona: fuentes de abastecimiento de agua de la comunidad Atapo Culebrillas y Santa Teresa, una vez en el lugar se tomaron las coordenadas del punto de muestreo: Atapo Culebrillas: 17 M 0754751 / 9765382; Santa Teresa: 17 M 0755245 / 9783512.

La toma de muestras se realizó según requerimientos del Standar Methods (2012), las muestras se transportaron bajo refrigeración en una caja térmica al Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo CESTTA para la realización de los análisis físicos químicos y microbiológicos.

Determinación de pH. Se determinó el potencial Hidrógeno (pH) de las muestras de agua mediante el método potenciométrico APHA 4500 H B (2012),

se utilizó un pHmetro marca Termo el cual se lo calibró con dos soluciones buffer de pH 7 y 4, se realizó la verificación de la calibración con el buffer de pH 7, se homogenizó la muestra mediante agitación y se la colocó en un vaso de precipitación de 250mL, se sumergió el electrodo en la muestra y se procedió a tomar la lectura.

Determinación de dureza total. Se lo realizó mediante el método volumétrico APHA 2340 C (2012), se utilizó un titulador digital (Triator HACH), se realizó la verificación del equipo mediante la lectura de un estándar de Dureza de 500 mg/L, se tomó 100 mL de muestra y se la colocó en un erlenmeyer de 250mL, se añadió 2 mL de Hardness 1 buffer Solution y un sachet de Man Ver 2 Hardness Indicator a la muestra, se agitó y se procedió a titular con EDTA 0,800 +/- 0,004 M hasta viraje de color, de color rojo vino (inicial) a color azul (final), se anotó los resultados.

Determinación de oxígeno disuelto. El análisis de oxígeno disuelto (OD) se lo realizó in situ, mediante el método de quimioluminiscencia APHA 4500 - 0 G (2012), se utilizó un multiparámetros (HACH), se calibró y verificó el equipo en 0.00 mg/L de O₂, se sumergió la sonda en el pozo recolector del agua hasta que la lectura dada por el equipo se estabiliza, se procedió a tomar la lectura.

Determinación de sulfatos. La determinación de Sulfatos (SO₄) se la realizó mediante el método espectrofotométrico STANDAR METHODS 4500 SO₄ E (2012), se utilizó un Espectrofotómetro (HACH DR/2800), se realizó la verificación del equipo mediante la lectura de un estándar de SO₄ de 50 mg/L, se tomó 25 mL de muestra en una celda para encerrar el equipo, se añadió un sachet de Sulfa Ver 4 Reagent Powder Pillow a la muestra, se agitó por 30 seg y se esperó 5 min como periodo de reacción, se trasladó la celda al espectrofotómetro y se leyó la muestra a una longitud de onda de 450 nm.

Determinación de DBO₅. La determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) se la realizó mediante el método respirométrico STANDAR METHODS 4500 5210 (2012), se utilizó un multiparámetros (HACH) para la medición del oxígeno disuelto. Se realizó la dilución de la muestra con el

agua de dilución, se colocó la muestra y el control de siembra en dos frasco winkler respectivamente hasta que rebose, se determinó la concentración de oxígeno disuelto de la muestra y en el control de siembra (mg/L), se incubo la muestra durante 5 días en una cabina Oxitop (WTW) a $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$, después de 5 días de incubación se realizó la medición de la concentración de oxígeno disuelto a la muestra, se realizó la verificación del método mediante la realización de un estándar de 280 mg/L.

Determinación de Fluoruros. Se la realizó mediante el método espectrofotométrico STANDAR METHODS 4500 D (2012), se utilizó Espectrofotómetro (HACH DR/2800), se realizó la verificación del equipo mediante la lectura de un estándar de F^{-} de 2 mg/L, se tomó 10 mL de agua desionizada para el blanco y 10 mL de muestra, se colocaron en celdas diferentes, se añadió 2 mL reactivo de Spands al blanco y a la muestra, se agitó por 10 seg y se esperó 1min como periodo de reacción, se enceró el equipo con la celda del blanco y se leyó la muestra a una longitud de onda de 580 nm.

Determinación de

Turbidez. La determinación de Turbidez se la realizó mediante el método nefelométrico EPA 180.1, se utilizó turbidímetro (HACH), se realizó la verificación del equipo mediante la lectura de un estándar de turbiedad de 16 NTU, se tomó 10 mL de agua desionizada para el blanco, se colocó en el receptáculo del equipo y se procedió a encerarlo, se añadió 10mL de muestra a una celda y se realizó la lectura.

Determinación de Nitratos. La determinación de Nitratos (NO_3) se lo realizó mediante el método espectrofotométrico APHA, 4500- NO_3 A (2012), se utilizó un espectrofotómetro (Acuamate Thermo), se realizó la verificación del equipo mediante la lectura de un estándar de NO_3 de 3 mg/L, se tomó 10 mL de muestra en una celda para encerar el equipo, se añadió un sachet de Nitra Ver 5 a la muestra, se agitó por 30 seg, se esperó 5min como tiempo de reacción, se trasladó la celda al espectrofotómetro y se leyó la muestra a una longitud de onda de 500 nm.

Determinación de Nitritos. Se lo realizó mediante el método espectrofotométrico STANDARD METHODS 4500-NO₂ B (2012), se utilizó un espectrofotómetro (Acuamate Thermo), se realizó la verificación del equipo mediante la lectura de un estándar de NO₂ de 0.5 mg/L, se colocó 20 mL agua desionizada en una celda (blanco) para encerrar el equipo, se tomó 20 mL de muestra en un celda y se añadió el reactivo para nitritos (Ac. Fosfórico, sulfanilamida), se esperó 20 min como tiempo de reacción y se leyó la muestra a una longitud de onda de 543nm.

Determinación de Sólidos totales disueltos. Se lo realizó mediante el método gravimétrico STANDARD METHODS 2540 C (2012), se utilizó una estufa (Thermo) a 180°C, la temperatura se verificó mediante un termómetro patrón (WTW), se inició con el tarado de la cápsula de porcelana. Se homogenizó la muestra mediante agitación, luego se procedió a armar el equipo de filtración (Millipore), se filtró 100mL de muestra por un filtro de nylon de 0.05 um, el filtrado se lo colocó en una cápsula de porcelana y se evaporó a sequedad en una plancha caliente, se llevó la cápsula de porcelana con la muestra a una estufa a 105 °C por 3 h, luego se sacó la cápsula y se la colocó en un desecador por 2 h, se procedió a pesar en la balanza analítica (Ohaus).

Determinación de Hierro y Cadmio. La determinación de Cadmio (Cd) y hierro (Fe) se lo realizó mediante el método espectrofotométrico de Absorción Atómica STANDARD METHODS 3111-B (2012), se utilizó espectrofotómetro A.A (Shimadzu), se realizó la verificación del equipo mediante la lectura de un estándar de Cd (0.08 mg/L) y Fe (0.4 mg/L), se colocó 100 mL de muestra en un matraz Erlenmeyer de 250mL, se añadió 10 mL de HNO₃ (1:1) y se procedió a digerir la muestra durante 2h en una plancha caliente a 95 °C +/- 5 ° C, se retiró y se dejó enfriar la muestra, luego se añadió 2 mL de agua destilada y 3 mL de peróxido de hidrógeno al 30%, se procedió a digerir durante 2 horas más, o hasta tener un residuo de aproximadamente 10 mL, se enfrió y filtró la muestra, luego se aforó el filtrado en un balón de 50 mL, se procedió a realizar la lectura de Hierro a una longitud de onda de 248 nm y Cadmio a una longitud de onda de 228 nm.

Determinación de Arsénico. La determinación de Arsénico (As) se lo realizó mediante el método espectrofotométrico de emisión atómica EPA 200.7, se utilizó un ICP atómico (Shimadzu), se realizó la verificación del equipo mediante la lectura de un estándar de As de 0.02 mg/L, se colocó 10 mL de muestra en un tubo plástico para microondas, se añadió 1mL de HNO₃ (c), se colocó la muestra en un microondas, por 15 min, se enfrió y filtro la muestra, luego se aforó el filtrado en un balón de 50 mL, se procedió a realizar la lectura a una longitud de onda de 193 nm.

Determinación de Coliformes totales. Se lo realizó mediante el método APHA 9222-B (2012), se utilizó una incubadora (Mettler) a 37°C, la temperatura se verificó mediante un termómetro patrón (WTW). Se desinfectó con alcohol la superficie de la cámara de flujo laminar (Esco), se conectó el sistema de filtrado, luego se vertió el medio m-Endo en la caja Petri, se colocó el filtro en el soporte de filtración y con ayuda de una bomba de vacío se procedió a filtrar 100mL de muestra, colocamos el filtro en la caja Petri, y se la llevó a una incubadora a 35 °C +/- 0.5°C durante 24 h luego de este tiempo se procedió a la lectura de las colonias.

2.3 Plan de monitoreo para cuantificar el ión fluoruro

Se tomaron un total de 31 muestras para cada comunidad durante este tiempo se realizó el análisis de fluoruros según el procedimiento ya descrito STANDARD METHODS 4500 D (2010), los análisis se los realizó por duplicado.

2.4 Riesgo de Toxicidad

Ingestión del tóxico Para la evaluación de la cantidad de tóxico ingerido (I) por las 2 comunidades, se determinó la concentración del tóxico presente en el agua de las fuentes de abastecimiento de las comunidades en estudio, los datos de la velocidad de contacto, duración de la exposición, masa corporal y el promedio de exposición se lo obtuvo bibliográficamente de la base de datos de la de la IRIS USEPA (2012), se aplicó la ecuación reportada por Capo (2007). (EC. 1).

$$(EC. 1) I = \frac{C \times V \times D \times F \times E}{P \times C \times t}$$

Donde

I= Cantidad de tóxico ingerido mg/kg/ día

C= Concentración de tóxico expresada en mg/L

V= Velocidad de contacto expresada en L/día

D= Duración de la exposición en años

E= Frecuencia de la exposición (día/año)

P= Masa corporal en kg

t= Tiempo de exposición en días

Índice de peligro. Bibliográficamente en la base de datos de la IRIS USEPA (2012), se determinó la Dosis oral de referencia crónica (oralDRf) del Fluoruro, que para Fluorosis dental es de 0.06 mg/kg/día (en niños de 20 kg de peso corporal y como velocidad de contacto 1 L/día), la cual nos permitió determinar el Índice de peligro (IP) mediante la aplicación de la ecuación reportada por Capo (2007).

$$(EC.2.) IP = \frac{I}{DRf}$$

Donde

IP= Índice de peligro

I= cantidad de tóxico ingerido mg/kg/día

DRf= Dosis oral de referencia mg/kg/día

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Caracterización de las fuentes de abastecimiento

TABLA 2. Análisis físico químico y microbiológico del agua de las fuentes de abastecimiento de las comunidades Atapo Culebrillas y Santa Teresa

Sitio de estudio			
Atapo Culebrillas M1	Atapo Culebrillas M2	Santa Teresa M1	Santa Teresa M2

Parámetro	unidades	LMP	n= 2	n= 2	n= 2	n= 2
pH	uni pH	6 a 9	7.15	7.09	7.42	7.36
DT	mg/L	500	174	180	151	154
NO ₂	mg/L	1	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
NO ₃	mg/L	10	4.64	4.20	<2.3	<2.3
F-	mg/L	1.4	2.12	2.36	1.80	2.11
SDT	mg/L	1000	224	230	176	180
SO ₄	mg/L	400	17	14	15	14
Turbidez	UNT	100	<0.64	<0.64	<0.64	<0.64
DBO5	mg/L	2	<2	<2	<2	<2
OD	mg/L	no < 6	6.86	6.94	6.74	6.80
Fe	mg/L	1	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Cd	mg/L	0.01	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
As	mg/L	0.05	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
CT	NMP	3000	<1	<1	<1	<1

LMP= Límite máximo permisible según la norma ecuatoriana TULSMA libro VI anexo 1

n= Número de repeticiones

Durante el trabajo de laboratorio se realizó la caracterización de las muestras de agua donde todos los valores reportados (Tabla 2.) se encuentran dentro de los niveles permisibles dictados por legislación ecuatoriana a excepción de Fluoruros tanto en la comunidad Atapo Culebrillas y Santa Teresa se encuentra sobre los niveles dictados por legislación ecuatoriana TULSMA (libro VI anexo I, Tabla 1). (Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional).

Los valores reportados de cadmio durante el estudio (< 0.04 mg/L) son valores que se encuentran bajo el límite de detección del equipo.

3.2 Concentración de fluoruros durante los 4 meses de monitoreo

TABLA 4. Cuantificación de F⁻ del agua de las fuentes de abastecimiento de las comunidades Atapo Culebrillas y Santa Teresa, durante los meses de Junio a Septiembre del 2013.

Sitio de estudio	N de muestras	F- mg/L	δ
------------------	---------------	---------	---

Atapo Culebrillas	31	n=2	2.66	0.17
Santa Teresita	31	n=2	2.32	0.22

n= Número de repeticiones

Los niveles reportados de fluoruros durante los meses de Junio a Septiembre de 2013 dieron una media de 2,66 mg/L en la comunidad de Atapo Culebrillas, mientras que en la comunidad de Santa Teresa dieron una media de 2,32mg/L valores que sobrepasaron los niveles normales dictados por el TULSMA (LMP F⁻ = 1,5mg/L). A su vez estos valores sobrepasaron la normativa de la USEPA (2013). norma secundaria (SMCL) que reporta un límite máximo de 2 mg/L y de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2008) que reporta un límite máximo de 1,5 mg/L.

Estudios realizados por Husain *et al.*, (2013) determinaron que la concentración de fluoruro en las aguas subterráneas de distrito de Nagaura India varió desde 0,5 hasta 8,5 mg/L. La concentración de fluoruro era superior al límite máximo permisible establecido por la OMS (1.5 mg/L). De 1.136 personas estudiadas, 788 tenían Fluorosis dental.

La prueba z-normal que se realizó a un nivel de confianza del 95 % demostró que existe una diferencia significativa entre las medias de las concentraciones de fluoruros entre la comunidad Atapo Culebrillas y la comunidad Santa Teresa ya que se obtuvo un z tabulado = 1,96 y un z experimental = 5,57 con esto se rechaza la H₀ = Las medias de las concentraciones (F⁻ mg/L) de las comunidades Atapo Culebrillas y de Santa Teresa NO son estadísticamente diferentes y se acepta H₁ = Las medias de las concentraciones (F⁻ mg/L) de las comunidades Atapo Culebrillas y de Santa Teresa son significativamente diferentes, por esta razón se realiza la prueba de jarras individualmente para cada comunidad.

3.3 Riesgo Toxicológico

Se calculó la Ingestión del tóxico (I) para las dos comunidades donde obtuvimos un valor de 0,133 mg/Kg/día, en la comunidad Atapo Culebrillas y un valor de 0,116 mg/Kg/día en la comunidad Santa Teresa. Estos valores

fueron comparados con la base de datos de la EPA donde reporta Dosis Oral de referencia (Oral DRf) = 0,06 mg/Kg. día para niños con un peso de 20 kg.

Se calculó el Índice de peligro IP, que en el caso de la primera comunidad fue de 2.22 y de la segunda de 1.93. Valores que sobrepasan el valor límite recomendado por la EPA (<1).

4. CONCLUSIONES

- Al cuantificar los diferentes analitos en las muestras en cuestión, se encontró que la concentración de fluoruros excede los límites máximos permisibles establecidos por las normativas tanto nacionales TULSMA (1.5 mg/L) e internacionales USEPA (2mg/L) y OMS (1,5mg/L).
- La cuantificación del ión fluoruro durante el periodo de muestreo mostró diferencia significativa entre las dos comunidades.
- La ingestión del toxico (F⁻) en las comunidades Atapo Culebrillas (0.133 mg/kg/día) y Santa Teresa (0.116 mg/kg/día) es mayor a la recomendada por la Agencia de protección ambiental (EPA), que reporta una dosis oral crónica de referencia de 0.06 mg/kg/día.
- La población de las comunidades Atapo Culebrillas y Santa Teresa se encuentran en peligro toxicológico ya que el Índice de Peligro (IP) calculados en las dos comunidades Atapo Culebrillas (2.22), y Sata Teresa (1,93) es mayor a 1 (límite recomendado por la EPA).

BIBLIOGRAFÍA

- Arif, M., Husain, I., Husain J y Kumar, S. (2013): "Assessment of fluoride level in groundwater and prevalence of dental fluorosis in Didwana block of Nagaur district, central Rajasthan, India". *International Journal of Occupational & Environmental Medicine*. N. 4, octubre 2013, p 178-184.
- Arnold, E. (1992): "Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales". (21va ed.), Madrid, Días Santos, S.A

- Beltrán, M. (2012): "Investigar las consecuencias del efecto acumulativo del flúor, una necesidad imperante de la profesión odontológica". *Revista Colombiana de Investigación en Odontología*. N 7, Mayo 2012, p 55-72.
- Capó, M. (2007): "Principios de Ecotoxicología". Madrid: Tebar.
- Gómez, R. (2011): Fluorosis dental en estudiantes de 8 a 12 años de la escuela fiscal mixta "Luis Vivero Espinoza" de la parroquia Totoras en la ciudad de Ambato Año lectivo 2010-2011. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/355/4/T-UCE-0015-19.pdf>. Consultado en 08/01/2014 a las 20:50
- Kotecha, PV., Patel SV., Bhalani, KD., Shah, D y Mehta, KG. (2012): "Prevalence of dental fluorosis & dental caries in association with high levels of drinking water fluoride content in a district of Gujarat, India". *Indian Journal of Medical Research*, N. 6, junio 2012, p 873-877.
- Montero, M., Rojas-Sanchez, F., Socorro, M., Torres, J y Acevedo, A. (2007): "Experiencia de caries y fluorosis dental en escolares que consumen agua con diferentes concentraciones de fluoruro en Maiquetía, Estado Vargas, Venezuela". *Investigación Clínica*, N. 1, marzo 2007, p 5-19.
- OMS. (2008). Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad de agua potable, Aspectos Químicos. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowsr.es.pdf. Consultado en 15/12/2013 a las 17:15
- Repetto, M., y Repetto, G. (2009): "Toxicología Fundamental". España: Edición Días de Santos.
- Rivera-Tapia, A., Yañes-Santos, L et al. (2005): " Emisión de ceniza volcánica y sus efectos". *Ecosistemas*, N 3, Septiembre 2015, p 107-115.
- Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes : recurso agua Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>. Consultado en 15/10/2013 a las 10:40