

“Arsénico”

QF. Fernando Villa Gonzales

Bueno, en esta oportunidad me ha tocado hablar acerca del arsénico. Bueno, más que todo si bien es cierto es un problema nacional ya que en muchos lugares en nuestro país tiene arsénico, pero más que todo debemos enfocarlo a la zona sur del país. Viendo Arequipa, Moquegua, Tacna y Puno. Particularmente Tacna y Puno, pero por qué. Bueno, viendo la parte química, el arsénico puede ser liberado al ambiente por la actividad volcánica. Si bien existe la actividad antropogénica que puede ser una causal de producción de arsénico, en la zona sur hay, en este caso por origen volcánico se está liberando en ese caso arsénico al agua. Y también, el arsénico podemos tenerlo de acuerdo a bibliografía, en arsénico orgánico y arsénico inorgánico. El arsénico inorgánico es el más peligroso y lastimosamente nuestros hermanos del sur del país están consumiendo agua con arsénico. Ahora las especies que podemos encontrar en el agua con arsénico son el arsénico +3 y el arsénico +5, de los cuales el arsénico VH3 es el más peligroso, comprobado por bibliografía en este caso. Pero hay un detalle ¿no? Si vemos en este caso la toma del agua por parte de las personas, podemos decir que hay agua subterránea y agua superficial, y en ese caso el agua subterránea es podríamos decir la más peligrosa, por qué, porque el arsénico podría encontrarse en su estado de oxidación menor, es decir el arsénico +3, en cambio en agua superficial o de río podemos encontrar el arsénico VH5. Pues bien, en ese caso pues, confirmando lo que ya he dicho, el arsenito es 10 veces más tóxico que el arsenato. Ahora, ya lo he mencionado, la dosis máxima permitida por la OMS es 10 ug/L de arsénico.

Bueno en el año 2013 tuve la oportunidad de participar en un trabajo de investigación, también el CENSOPAS en donde el gobierno regional de Tacna nos pide apoyo para en ese caso auxiliarlos con filtros para que puedan digamos disminuir la cantidad de arsénico del agua. Pero primero tenía que verse primero en ese caso si había exposición o no en las personas. Y sí, efectivamente, los resultados de este estudio arrojaron que había correlación entre los niveles de arsénico del agua con las personas. Se tomaron en este caso 10 poblaciones que estaban expuestas menos una que tenía una fuente de agua subterránea, pero si con concentración de arsénico muy baja, muy baja concentración de arsénico, y la diferencia era enorme. Sí era categórica en este caso. Pues bien, de ello es interesante ver que hago para cambiar esta figura, esta situación. Si bien es cierto en una oportunidad me preguntaron, pero tratar el agua no sería la única fuente, la única solución. Sí, pero en este caso sería una medida de control, una de ellas, porque también podría venir por alimentos, por aire, por suelo. Pero si yo sé que el agua es una de las principales fuentes que contienen el arsénico más peligroso, yo creo que podemos aportar bastante al problema. Y también, sí efectivamente, me centré en buscar con mi equipo, un equipo de CENSOPAS, en este caso, una alternativa de solución del problema. En ese caso se miró en los sistemas que existían químicos, y observaron, básicamente que había tratamiento por separación, por ablandamiento el más usado, coagulación absorción-filtración o coagulación-precipitación, en este caso. Bueno, tal es así que buscando en el CEPIS de la OPS, había

propuestas con el ALUFLOC en este caso, mezcla de sulfato férrico, sulfato de aluminio, pero que tenían una reducción entre el 100 y 90% es cierto, pero a un Ph controlado, un Ph9 un Ph7 ión arsenito en 20%, 50% para diferentes proporciones. Qué mensaje me daba todo esto. Que usar digamos ese tipo de sustancias precipitante, coagulante, no era tanto la solución porque había otros métodos que me ayudan a remover el arsénico, pero si nosotros observamos, para producir enfermedad el arsénico +3 en el agua se necesita trazas, bien baja la cantidad. Por ejemplo. En el lugar donde hicimos la investigación existía la concentración de agua de 400 microgramos por litro, estamos hablando de 40 veces más de lo que te dice la Organización Mundial de la Salud. Entonces, que hacer allí, si bien es cierto la gente que vive en la ciudad de Tacna, en el centro de Tacna tiene una EPS que trata el agua, pero qué hacemos con la gente que vive en el área rural, esas personas toman agua del canal del río. Toman, van con su balde, pero conversando con las autoridades y dicen nosotros cumplimos con darles agua, cierto, averiguando con las personas le daban un abastecimiento de agua pagada, compraban el agua, pero era cada 15 días y para aquellas personas que podían digamos... el camión entraba, a su domicilio. Pero para las personas que no, estaban condenadas digamos a tomar agua con 40 veces más niveles de arsénico.

Bueno, tendencia actual, muchos investigadores e ingenieros sostienen que las nanotecnologías ofrecen alternativas más económicas, eficaces, eficientes y duraderas, en particular porque el uso de nanopartículas para el tratamiento de aguas permitirá que los procesos de fabricación contaminen menos en comparación con los métodos tradicionales, y porque se necesita menos mano de obra, capital, tierra y energía.

Bueno, a raíz de este punto, empecé a hacer mi búsqueda y llegué a esto para ser más puntual. Esta publicación fue hecha por el Dr. Gupta en este caso de la India, con problema muy parecido al del Perú con el tema de aguas subterráneas. En este caso él ha usado una tecnología que es el hierro cero encapsulado, como absorbente de arsénico. Entonces, cuál es la ventaja de esta técnica, Que absorbía el arsénico +3 y +5, siendo el Ph 3, 4, 5, 7,

9, que había una ventaja, teniendo en este caso como referencia los coagulantes que existían en el mercado.

Bien, en qué consistía el fundamento. En este caso el fundamento consistía en que se hacía un hierro cero valente que también puede ser la magnetita. Tomamos una coraza, una corteza y un núcleo. En el núcleo podemos tener hierro cero y en la corteza digamos del absorbente, la partícula, tenemos magnetita. Sea el hierro o el arsénico en estado +3 o en estado +5, este hierro por características milimétricas puede tener una propiedad magnética. Qué significa, que pueda atraer al arsénico. Y además de ello, la magnetita forma un enlace covalente. Un enlace fuerte comparado con un enlace físico en este caso. Bueno eso era la teoría, esta fue una idea, y esa idea, como idea postuló a un gran Challenges en Canadá, pero estaba la idea, pero la pregunta es cómo lo desarrollo, fondos, dinero, se postula, el año 2013, 2014 a inicios, y en octubre de 2014 se gana un premio de 112 mil dólares por la idea, financiada, pero un detalle, era idea. Entonces eso tenía que consolidarse mediante un protocolo de investigación aprobado por el INS y con el título, "Diseño, construcción y evaluación de filtros domiciliarios para el tratamiento de agua de fuente natural contaminada con arsénico, utilizando hierro cerovalente encapsulado en quitosano", así tal cual. Bueno, la idea ya estaba plasmada en papel y básicamente esta consistía en dos etapas. Primero, el diseño y construcción del filtro, pero muy al margen de eso primero sintetizaron en este caso el absorbente en laboratorio y luego probarlo en campo. Y la segunda etapa era intervención en comunidad rural expuesta utilizando el filtro domiciliario propuesto, para ver si las personas aceptaban el filtro. En este caso el objetivo general de este protocolo fue diseñar, construir y evaluar la eficacia de estos filtros domiciliarios para el tratamiento de agua de fuente natural contaminada con arsénico, utilizando hierro cerovalente encapsulado en quitosano.

Metodología, reducción de la concentración de arsénico en el agua. En este caso una vez sintetizado el absorbente colocarlo en un filtro hecho por un ingeniero, y hacer la determinación de la reducción de arsénico en agua para consumo humano, la cual fue evaluada durante 2 semanas. Se hubiera querido hacer más, sino que los tiempos nos estaban ganando

por el tema del financiador en este caso. Las primeras 8 semanas fue empleando el kit de determinación para arsénico semicuantitativo, previamente validado y las últimas 4 semanas fue mediante análisis por el método Sistema de inyección de flujo asistido – espectrofotometría de absorción atómica (FIAS-AA) en laboratorio en este caso del Censopas-INS.

Resultados. Bueno, primera etapa es que lo bonito de esto es que el hierro cerivalente es una tecnología, pero tiene que ser estabilizado por un polímero para que no se oxide rápido y pierda su valor, y pueda ser reutilizado no es cierto. Entonces usamos un absorbente. Utilizamos un polímero que era obtenido a partir de desperdicios de la pota. De ese cartílago de la pota, que lo botamos por toneladas, obtenemos un polímero llamado quitosano. Ese quitosano si lo unimos al hierro cerivalente obtenemos una molécula, en este caso equilibrada, que no se puede oxidar y puede ser reutilizada y eso le da un valor agregado en el trabajo. Bueno, entonces en los pasos posteriores, hicimos la caracterización del agua en la cual íbamos a intervenir para ver si funcionaba o no, en este caso podía funcionar o no el filtro. Luego elegimos las pruebas en este caso en campo de los proyectos o futuros filtros. Este diseño en este caso es un prototipo, porque ha habido como 3 prototipos, pero se ha ido mejorando. Previo a eso se ha tenido que ver con las autoridades no solamente con lo que es Tacna sino también en la comunidad a intervenir de las comunidades locales, el alcalde y también conversar con las personas de la zona en este caso, para ver el grado de aceptación y lo curioso es que las personas si sabían el tema del arsénico, pero decían, pero qué hacemos. Si no hay un camión cisterna o un abastecimiento de agua que nos queda, tenemos que tomar agua. Pero sí estaban dispuestos a usar la tecnología, eso sí definitivamente. Ahora estamos hablando de una zona, este es el mapa en, este caso, una zona que es desértica pero que tiene valle, y que las personas están en las casa, las chacras, ellos están un kilómetro, cuatro, cien metros así, en esa disposición. No tenían acceso digamos a agua de caño, como vuelvo a decir, sacaban el agua del rio, por lo tanto, debían tener un filtro que no usara corriente, que sea utilizado por gravedad y que obviamente sea sostenible en el tiempo, económico.

Se hizo la sensibilización con la población. Con ellos también se puso... intervinieron en el diseño del filtro, acá está la foto, tanto con las personas que en este caso... los jefes de familia que han participado en el proyecto y también con las autoridades de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental, en este caso Tacna y también con las autoridades de la misma zona también.

Aquí está la instalación, en este caso de los filtros. En esta foto la Sra. vive con su hijo de 30 años la sra. tiene 68 años si no me equivoco, pero que ocurría, en el caso de ella, el lugar en donde podía dejar el agua tratada digámoslo así, de cisterna era un promedio de 400 metros, entonces no le daba la probabilidad de ir donde recolectaba el agua, jalar a su casa, entonces, simplemente lo que hacía era tomar agua del canal de regadío no había otra opción. Entonces, prácticamente, pensando también en ella es que se ha visto el sistema de... o digamos el filtro, como prototipo de filtro. Bueno, aclarando, son dos puntos básicamente. Un pre filtro, para no saturar rápido el filtro de arena con clavos, que es un filtro Canchi, validado por Canadá. El otro filtro, el segundo que estamos viendo en esta vista tenía la tecnología propuesta y el bombeo de agua iba a ser así como un inflador de pelota por decirlo así con él se validó la fuerza y todo lo demás y sí fue aceptado en este caso por la población. Entonces había pasado la prueba indirectamente con... digamos la persona más vulnerable, de menor fuerza de todas las personas que habían participado en el estudio.

Y acá estamos hablando, en este caso, del kit de determinación semicuantitativo de arsénico, Ah! Algo importante, cómo sé que han usado o no han usado el filtro. Para eso, cuando una persona del área que tiene en este caso cierto perfil... pero que revisar diariamente si había filtrado o no el agua y si están usando las personas, tenía que ser de la zona para que hubiera confianza en este caso. Y cómo sabes si realmente ha cumplido el trabajo. Se hicieron de 2 a 3 visitas en los lugares para ver si se cumplía con el trabajo. El que habla como IP de investigación iba a la zona donde se veía si estaba si estaba haciendo el trabajo o no en esas semanas.

Aquí está la etapa de supervisión del uso adecuado. Y algo importante, si bien es cierto la mayoría de personas de las 18 familias los días de lunes a viernes vivían allí, pero los fines de semana iban niños a visitar a esas personas, porque de lunes a viernes iban al colegio a la ciudad de Tacna, pero sábado y domingo estaban... qué significa, que realmente estaban expuestos. También había una exposición.

Bueno, resultados. Se obtuvo material absorbente en base a quitosano con hierro cerivalente sometido a pruebas de campo para remover arsénico en aguas superficiales del río Sama. En la localidad rural de Coruca del distrito del Inclán, se instalaron un total de 18 filtros removedores de arsénico, siendo distribuido uno por familia.

Acá están las pruebas que hicieron. Como saber que ha sido obtenido... pues bien, este metal ha sido obtenido, este es un enfoque, por técnica de barrido el cual produce esta absorción de arsénico en material de hierro que fue lo que se pudo obtener en el trabajo.

La obtención del quitosano por espectroscopía infrarroja. La concentración de arsénico en agua durante las 8 primeras semanas osciló entre 0.005 y 0.025 mg/L y en las últimas 4 semanas entre 0.005 y 0.050 mg/L. Lo que podemos decir es que si bien es cierto está por encima de 10, les recordamos que estamos hablando de dosis de 400 mg/L, 40 veces más. A parte de ello, es un primer prototipo. Este filtro se puede ir mejorando, ahora en este caso el porcentaje de remoción del arsénico fue un promedio de 93%.

Ahora, hablando con el ingeniero me comenta que se puede mejorar esto. Entonces, hay una tecnología económica mejor que la osmosis inversa, mejor que los coagulantes porque actuaría un Ph entre 6 a 9, ¿no?, aparte de ello absorben arsénico +3 o +5, yo creo que esas son ventajas que daría este filtro.

El sistema de filtros utilizado en el presente estudio alcanzó concentraciones de arsénico por debajo de 0.005 mg/L, cierto. En las semanas 10, 11 y 12 se hizo existe un incremento de la media de arsénico. Entonces, eso qué me indica. Que bueno, en este caso pues este todo puede hacer el cambio del filtro.

Puede hacer el cambio en absorbente. La ventaja es que yo puedo tener hasta 3 a 5 ciclos de tratamiento para reutilizar en este caso el absorbente. En eso también representa una ventaja económica.

Recomendaciones. Si quisiéramos de repente hacer con el esfuerzo de Canadá una intervención en filtro y ver digamos... bueno... hasta donde en el agua. Pero cómo veo yo si la persona baja o no sus niveles de arsénico. En primer lugar, tendría que ver este... no el arsénico total, porque recordemos que el arsénico total también mide el arsénico orgánico. Tendría que hacer una medición de arsénico, de sus especies de arsénico. Es decir, arsénico +3, +5, arsénico línea, arsénico BetaN, que son las fuentes alimenticias, para no tener confusión.

Lo que estaríamos proponiendo con CENSOPAS es ejecutar proyectos de investigación conjuntos INS con GORE-TACNA para el tratamiento de agua con arsénico y otros metales, porque se ha visto en su histórico que hay aluminio, manganeso y boro también. Entonces, por allí hay una intervención tanto en zonas rurales como urbanas. Vigilancia y uso de tecnologías de tratamiento de agua en zonas rurales con participación de las diferentes direcciones de las DIRESA-Tacna. Realizar estudios epidemiológicos con estudios universales cortos para ver la relación de hipertensión, diabetes y otros. Por ejemplo, estos son en agua superficial, pero ¿será lo mismo en agua subterránea? ¿habrá problemas de salud?, como dice la bibliografía. Entonces, esas son preguntas que hay que responder. Realizar estudios de epigenética en poblaciones que consumen agua con concentraciones de arsénico mayores a 0.010 mg/L. Por qué. Porque estas poblaciones tienen décadas tomando agua con arsénico, sin embargo, no se ha evidenciado hipertensión, diabetes, problemas de la piel.

Bueno, para terminar ya, el agradecimiento a los Sres.de Grand Challenges Canada (GCC), que ha financiado el trabajo y algo que quiero rescatar y que lo ha dicho la Dra. Gastañaga es que tiene que ser un equipo multidisciplinario definitivamente, en el que médicos, farmacéuticos, biólogos, ingenieros, debemos trabajar en conjunto para dar solución a nuestros problemas.