

**Centro universitario de estudios medioambientales**

**Seminarios de la reunión semanal del CUEM**

**Fecha: 2023-05-15**

**Expositora: Sabrina Digiuni**

**Tema: Estudio multivariado de la alcalinidad y los componentes tóxicos y no tóxicos del agua potable**

Definimos la **alcalinidad total** como la capacidad del agua para neutralizar ácidos y representa la suma de las bases que pueden ser tituladas. La alcalinidad del agua es causada usualmente por la presencia de carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) y bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) asociado a otros iones como  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ . A mayor concentración de carbonato y bicarbonato, mayor será la alcalinidad total del agua. Los carbonatos y bicarbonatos por si solo no representan un problema para la salud. Habitualmente se mide la concentración de carbonato y de bicarbonato, pero lo que se informa es la alcalinidad total que se calcula a través de la suma de ambos componentes. El **arsénico (As)** es un elemento químico que existe en el medio ambiente, con capacidad de contaminar las aguas. Esta contaminación puede obedecer a fuentes naturales o a la actividad humana. Cuando se consumen aguas con cantidades elevadas de As se produce toxicidad, por lo cual la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Código Alimentario Argentino (CAA) establecieron un límite máximo para su consumo de 10 ppb. El As presenta diferentes estados de oxidación, siendo As(III) y As(V) los que se relacionan con la mayor toxicidad en el ser humano. El **fluoruro (F)** es un componente normal de las aguas de consumo, sin embargo, está entre los 10 elementos con potencial tóxico según la OMS. La ley 11.220 de la provincia de Santa Fe, el CAA y la OMS, establecen un límite obligatorio de 1.5 ppm.

Este proyecto medirá las concentraciones de alcalinidad total, así como la concentración de As(III) y As(V) y fluoruro, y las vinculará con otros componentes presentes en las aguas de consumo de nuestro país.

Es importante conocer la concentración de **carbonato y bicarbonato** en el agua de consumo humano porque de ellos depende su pH. Se sabe por ejemplo que a una elevada alcalinidad el agua adquiere un sabor amargo. Además la alcalinidad está relacionada con la posibilidad de formar precipitado de sales en instrumentos de uso de agua como cañerías e instrumentos de cocina.

Internacionalmente es aceptada una alcalinidad mínima de 20 mg de  $\text{CaCO}_3$ /litro para mantener la vida acuática. Cuando las aguas tienen alcalinidades inferiores se vuelven muy sensibles a la contaminación, ya que no tienen capacidad para oponerse a las modificaciones que generen disminuciones del pH. (APHA. 1998) Valores de referencia según ley 11220 de Santa Fe para la alcalinidad total: mayor que 30 y menor que 200 ppm de  $\text{CaCO}_3$ . (Ley 11220 de Santa Fe)

El consumo de aguas contaminadas por **arsénico** es un problema de salud importante en diversas regiones del mundo. Es conocido que la toxicidad del As depende de su estado de oxidación, ya que As(III) es diez veces más tóxico que As(V) (Public Health Service Agency, 2007). El consumo de aguas con concentraciones elevadas de arsénico predispone al desarrollo de una enfermedad crónica, el hidroarsenicismo crónico regional endémico (HACRE), que se caracteriza por el desarrollo de lesiones cancerígenas y no cancerígenas, algunas vinculadas a la homeostasis de la glucosa (Corey, 2008).

La ingesta de **fluoruro** superior a 0.08 mg/Kg. día, determina riesgo de fluorosis, una patología que puede tener manifestaciones muy variadas que afectan desde la apariencia del esmalte dental hasta severas afecciones del esqueleto y el sistema endócrino (Lupo, 2011).

En nuestro país hay una distribución natural de estos contaminantes por los suelos, como consecuencia, en las aguas subterráneas suele encontrarse altos niveles de ambos (Lupo 2012, Rosso 2011).

#### Medición de **alcalinidad**:

La determinación de carbonato y bicarbonato se realiza utilizando una técnica volumétrica, con una solución valorada de HCl, mediante dos puntos sucesivos de equivalencia indicados por medio del cambio de color utilizando dos indicadores ácido-base adecuados.

Los indicadores son sustancias que cambian de color a un dado valor de pH y por ello permite estimar el pH de una solución. El valor de pH al que se produce el cambio de color se lo conoce como punto de equivalencia. Los indicadores utilizados son fenolftaleína 0.25% y el naranja de metilo 0.1%, aunque podrían ser otros indicadores. La técnica consiste en ir agregando la solución valorada de HCl a la muestra de agua a la que se agregaron los indicadores mencionados y tomar el volumen del HCl en el momento que el indicador cambia de color. El volumen gastado de HCl hasta el punto de equivalencia de la fenolftaleína permite calcular la concentración de carbonato y, el volumen gastado de HCl hasta el punto de equivalencia del naranja de metilo permite calcular la concentración de bicarbonato de la muestra.

#### Medición de **arsénico**:

El método que se va a utilizar es la espectrofotometría UV-vis, empleando dietilditiocarbamato de plata ( $\text{AgDEDTC}$ ) (Litter 2009, Pérez 2002). Esta técnica se fundamenta en la generación de arsina ( $\text{H}_3\text{As}$ ) por

reducción del arsénico presente en la muestra de agua en presencia del medio ácido generado por el cinc y el ácido clorhídrico (HCl). La arsina reacciona con el AgDEDTC, que se encuentra disuelto en piridina, formando un complejo de color rojizo, cuya intensidad es directamente proporcional a la concentración de arsénico. Esta solución es leída en un espectrofotómetro a 540nm.

La medición de las especies del arsénico se realizará mediante una técnica espectrofotométrica, que emplea yoduro como catalizador de la reacción, en la que se involucra As(III) y Ce(IV). El Ce(IV) en solución es un compuesto amarillo que, al interactuar con As(III) se reduce a Ce(III) que es incoloro, y el As(III) se oxida a As(V).

Medición de **fluoruro** (Rigalli, 2007):

Medimos el contenido de fluoruro en aguas por micropotenciometría directa utilizando un electrodo de ion específico para fluoruro y un electrodo de referencia, ambos conectados a un conversor analógico digital. Básicamente la técnica se basa en la relación lineal que existe entre los mV desarrollados por los electrodos y el logaritmo de la concentración de fluoruro de la muestra. El electrodo de ion específico se conecta con el electrodo de referencia mediante un soporte construido en acrílico. Este soporte presenta un orificio donde se coloca el electrodo de referencia y una superficie plana donde se colocará la muestra y el electrodo de flúor. El electrodo de referencia y el de flúor están en contacto

electrolítico a través de un puente salino, que se encuentra en la parte inferior del soporte.

Análisis estadístico:

Teniendo en cuenta las concentraciones de AT, As y F se realizarán análisis multivariados para determinar la asociación entre los componentes. Lo mismo se realizará en el software ATLANTIS de creación propia, creado en el software libre R (R Development Core Team 2011).