

BIOACUMULACIÓN Y DAÑOS GENOTÓXICOS EN CULTIVOS DE CEBADA CERVECERA (*Hordeon Distichon*) Y HABAS (*Vicia Faba*) POR PRESENCIA DE ARSÉNICO EN AGUAS Y SUELOS DE ZIMAPÁN

Resumen ejecutivo

La contaminación por arsénico en aguas y suelos de Zimapán en el estado de Hidalgo, México, causa que los cultivos de cebada y haba que se cosechan en esta región presenten apreciables concentraciones de arsénico.

No sólo resulta de interés el conocimiento de los niveles de concentración total de los elementos metálicos que se encuentren acumulados en suelos, sino además, aquellas concentraciones bioacumuladas en tejidos vegetales de alta sensibilidad, que provocan daños genotóxicos en sus células y su incorporación en seres humanos y animales, como productos de consumo.

En resumen, interesa estudiar la toxicidad o actividad biológica de un elemento en particular. En este estudio la atención se centra en el Arsénico, cuyos mecanismos de transporte y propagación, y su movilidad o capacidad reaccionante pueden variar drásticamente, dependiendo de la forma química concreta en que se encuentre y las concentraciones permisibles.

Por lo anterior, en este trabajo se investigan los efectos de la exposición al arsénico, en la frecuencia de inducción de micronúcleos, en células de tejidos vegetales; expuestos a concentraciones superiores a 0.05 mg de As/L, a través del agua de consumo humano en Zimapán, Hidalgo; con el objetivo de determinar posteriormente los daños que pueden causar a las células de seres humanos.

Los objetivos de este proyecto fueron: hacer evaluaciones de bioacumulaciones de arsénico en órganos y tejidos de plantas de cebada y haba, cultivadas en macetas y con suelos de las zonas de Zimapán; evaluaciones de los índices de bioacumulaciones de arsénico y de daños genotóxicos en tejidos sensibles (células meristemáticas de las raíces de la *Vicia faba*); propuestas de ciclos de migración de As de aguas y suelos hacia los cultivos; y evaluación de probables cinéticas de migración.

Los suelos estudiados presentaron texturas, conductividad y contenidos de nitrógeno diferentes. Por otro lado, presentaron resultados similares en pH, potencial redox y contenidos de materia orgánica. El cultivo de habas presentó

mayor bioacumulación en sus etapas de desarrollo comparado con el cultivo de cebada; en otras palabras, la bioacumulación es directamente proporcional al tiempo de exposición. En la raíz de los dos cultivos se presentaron las más altas concentraciones de As acumuladas, seguidas por el tallo y las hojas.

En cuanto a la bioacumulación (IBA) las hojas presentaron los valores más altos, lo cual sirve como indicativo para estimar niveles de contaminación por As en suelos. Los IBA obtenidos en ambos cultivos los clasifican como de niveles medios (entre 0.1 y 1), como plantas verdes.

En los bioensayos de haba, se observó la inducción de micronúcleos (MNs) en células meristemáticas de la raíz por la presencia de arsénico en aguas de Zimapán con respecto al grupo control (agua de la ciudad de Pachuca). La frecuencia de células en división, la distribución de éstas por etapa del ciclo celular y el número de MNs encontrados en las muestras presentaron diferencias significativas. Esto es indicativo de que no existe sólo un daño genotóxico, sino que el compuesto sea más tóxico que mutágeno y el efecto mutagénico esté encubierto por el efecto tóxico. El índice mitótico como criterio para evaluar el daño fisiológico que provoca el As como agente xenobiótico demostró que produce inhibición de la división celular, debido a un efecto citotóxico.

Demanda o problemática que atiende

Realizar una evaluación cuantitativa del grado de bioacumulación de arsénico en cultivos como la cebada cervecera y las habas, que puedan ser cultivadas en regiones o suelos con contaminación natural o antropogénica de arsénico, como son las regiones de Zimapán, en el Estado de Hidalgo, o de la Cuenca Lagunera.

Resultados obtenidos y/o descripción. Características de la tecnología generada

Se logró una evaluación cuantitativa del grado de bioacumulación de arsénico en la cebada cervecera y las habas, que puedan ser cultivadas en regiones o suelos con contaminación natural o antropogénica de arsénico, como las regiones de Zimapán, en el Estado de Hidalgo.

Se evaluó el posible daño genotóxico que provoca la bioacumulación de arsénico en células vegetales de alta sensibilidad como las células meristemáticas de las raíces de las habas.

Impactos

La Organización Mundial de la Salud ha realizado investigaciones de la calidad de las aguas potables y llegado a la conclusión de que 1/10,000 habitantes tiene riesgo de adquirir cáncer de piel debido a la ingestión diaria de agua con concentraciones de 0.002 mg/l de arsénico.

Los límites máximos permisibles de arsénico para el agua destinada al consumo humano en México son de 0.02 mg/l, hasta el año 2005 (PROY-NOM-127-SSA1-1994), revisión de normativa, Diciembre, 2000), considerándose una disminución progresiva hasta llegar en el año 2006 a 0.01 mg/l. También, datos reportados por la Comisión Nacional del Agua (CNA, 1992-1998) indican que la concentración de arsénico (As) en el distribuidor general de aguas de pozo de Zimapán y en los pozos II, Muhi (IV), V y Detzaní, están fuera de los límites permisibles que establece la Normativa Oficial Mexicana en varias de las fechas señaladas; consecuentemente una gran parte de la población ingiere agua contaminada con As.

La toxicidad por metales es consecuencia de su no biodegradabilidad, lo que ocasiona que se acumulen en los distintos puntos del ciclo ecobiológico y en los sistemas hidrogeológicos.

Costos estimados de la aplicación de los resultados y/o tecnología generada

No se puede establecer costos de este avance científico; su valor radica en que la investigación de los efectos de la exposición al arsénico, en la frecuencia de inducción de micronúcleos, en células de tejidos vegetales, expuestos a concentraciones superiores a 0.05 mg de As/L, a través del agua de consumo humano en Zimapán, Hidalgo, permiten determinar los daños que pueden causar a las células de seres humanos.

Ámbito de aplicación

Centro occidente del país.

Información adicional o comentario

Estudios fisicoquímicos realizados en las aguas de los pozos y del distribuidor general de la ciudad de Zimapán, muestran, que las aguas en la mayoría de los pozos se encuentran contaminadas con niveles de As que se consideran excedidas de los límites establecidos para las aguas potables. También se resume que estas aguas, son clasificadas como cálcicas-magnésicas bicarbonatadas, típicamente de pozos y/o manantiales, con todos sus parámetros de calidad dentro de las normas de especificaciones de la NOM-127-1994, modificada en 2000 y de otras normas internacionales, con la sola excepción de los niveles de concentraciones de As fundamentalmente. Este último hecho, nos permite considerarlas como no aptas para el consumo humano, requiriendo por tanto una solución emergente.

Clave del proyecto: **SAGARPA 2004-C01-2**

Sistema Producto y/o línea estratégica de atención: Sistema Producto Cebada

Investigador: doctor **FRANCISCO PRIETO GARCÍA**

Institución: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo