

---

# **EFECTO DE METALES TÓXICOS CONTENIDOS EN AGUA INDUSTRIAL RESIDUAL SOBRE LECHUGA (Compositae Lactuca)**

**Maria Fernanda Carrillo C.**

## **Resumen**

El objetivo del proyecto consiste en determinar del efecto del agua industrial residual que contiene metales tóxicos sobre las propiedades bromatológicas de la lechuga (Compositae lactuca). Para ello las plantas del biondicador se cultivan bajo condiciones invernadero con adición medida del agua residual y las mediciones en el producto final de los parámetros humedad, proteína y cenizas. También se mide la concentración alcanzada de los metales de interés en el alimento y en el suelo para determinar la bioacumulación alimentaria y la acumulación en este recurso. Con el fin de establecer el riesgo químico alimentario a través del índice de riesgo para la salud del consumidor.

## **Introducción**

El agua usada con fines agrícolas tiene una influencia directa sobre la salud pública ya que la principal fuente de abastecimiento de alimentos para la humanidad se origina del sector agrícola.

Un problema medioambiental básico en Boyacá se relaciona con el uso de aguas residuales de origen industrial, que contienen metales tóxicos disueltos para el cultivo de alimentos. El producto, especialmente en el caso de vegetales pueden acumular estos metales por contacto directo o por absorción del suelo y posteriormente ser transferidos al consumidor. Por lo tanto, la calidad química de los vegetales que son un reservorio intermedio a través de las cuales los elementos trazas desde suelos y aguas pasan al consumidor, se consideran de interés en cuanto a la bioacumulación para garantizar la inocuidad alimentaria.

Recientemente, los indicadores biológicos o bioindicadores de la salud del suelo y/o agua de riego, han surgido con fuerza en este campo debido al hecho de su mayor sensibilidad y rapidez de respuesta frente a las perturbaciones/variables introducidas en el ecosistema y sobre todo, por su carácter integrador.

Los bioindicadores en un sentido estricto presentan efectos visibles tras ser expuestos a la contaminación; cambiando sus funciones vitales y/o su composición química, y son plantas que actúan como Bioacumuladores del contaminante, sin presentar efectos visibles tras su exposición. Por lo anterior,

estos son particularmente útiles para evaluar el efecto que tienen los procesos de suelos y aguas contaminados con metales sobre los productos cosechados. El uso de plantas en el campo de la bioindicación es particularmente útil ya que se basa en técnicas simples y relativamente económicas.

Estos bioindicadores son particularmente útiles para evaluar el efecto que tienen los procesos remediadores de suelos y/ o aguas

## **Métodos y materiales**

### **Cultivo y cosecha del bioindicador lechuga**

Se realiza un muestreo aleatorio del agua residual en la termoeléctrica, una vez a la semana durante tres meses para proceder a la caracterización fisicoquímica de estas muestras según laAWWA(1995). Simultáneamente de muestreo de aguas se realiza una evaluación de minerales del suelo de cultivo, el cual proviene de la granja experimental de la escuela de Agronomía de la UPTC. Seguidamente se procede a la Preparación de este; A través de un tamizado en malla de 2mm y se homogeniza por mezclado mecánico para cada uno de los tratamientos(cultivo de3 control y análisis), esto se realiza con el objetivo de obtener un suelo de partícula homogénea pequeña, que absorba en forma eficaz el agua de riego y se disponga de un amplio rango del posible efecto de los contaminantes.

Se sembraron 25 plántulas para blanco y 25 plántulas de muestra, las cuales tenían 12 días de crecimiento, además cada tratamiento fue dividido en grupos de 12 plantas para lo cual se realizó distribución al azar, para de ese modo desarrollar una mejor evaluación. Los dos tratamientos fueron sembrados bajo condiciones invernadero con una temperatura aprox. De 20°C la frecuencia de riego se efectuó cada dos días con un volumen de 100 mL, sin embargo, es de resaltar que esto varía según las necesidades de la planta.

### **Parámetros fisiológicos:**

**-Número de Hojas.** Entendido como el número de hojas desarrolladas por cada planta al final de la cultivo, son contabilizadas el día de la cosecha. (Shanker, et al., 2005)

**-Acumulación de biomasa.** En cada uno de los tratamientos se establece el peso seco de las hojas y raíces, en una balanza Marca Ohaus AR 3130. Cosecha: El periodo a partir de la siembra hasta la cosecha en el cultivo de la lechuga es de 100 días, las plantas completas de cada tratamiento se cosechan y se almacenan en bolsas plásticas para su análisis inmediato.

### **Análisis químicos de las muestras de lechuga**

Pretratamiento de las muestras: las muestras de los tratamientos del bioindicador, se lavan con agua ultra pura, para la remoción de impurezas

visibles y tierra, se dejaron secar a temperatura ambiente para eliminación de exceso de humedad.

Determinación de parámetros bromatológicos: Se pesan 15 g de hojas de lechuga para la evaluación de fibra, humedad y cenizas.

los parámetros bromatológicos como se determina como se muestra en la tabla 1. Cada tratamiento se evalúa todos los parámetros, con cuatros muestras tomadas individualmente como una repetición.

**Tabla 1.** Métodos analíticos para determinaciones fisicoquímicas.

Parámetro	Técnica	Método
Humedad	Gravimetría	AOAC930.15/90
cenizas	incineración	AOAC931.05/90

Fuente: autores

Determinación polarográfica: la determinación de Zn , Cu , Cr , se realiza por medio de la técnica de polarografía en su modo de redisolución diferencial de pulsos.

### **Evaluación del riesgo químico alimentario**

Se determina el consumo diario de metales.

Se estableció el Índice de Acumulación Biológica (IBA) que representa la habilidad de la planta para tomar elementos químicos desde el medio de crecimiento, relacionando la concentración del elemento en la planta con la concentración total del elemento en el suelo (Kabata-Pendias, 2001).

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los datos obtenidos se someten a un análisis de varianza a través de la tabla ANOVA para determinar la significancia entre tratamientos, adicionalmente se realiza una prueba de discriminación de promedios de Dunnett ( P 0.05) . Los resultados se analizan mediante la aplicación del programa estadístico SPSS versión 11.0.

### **Resultados y discusiones**

En primera instancia se realizo una caracterización al agua residual de la termoelectrica en los parámetros que se presentan en la tabla 1, además de efectuar una comparación contra la norma 1484 del 85.

Parámetros	Resultados	DECRETO 1484 del 85.	Cumplimiento
Hierro	552.4 ppm	1.00 ppm	X
Sólidos volátiles	8.1*10-04 mg/L	1.00 mg/L	✓
Sólidos fijos	1.01*10-03mg/L	1.00mg/L	✓
Sólidos totales	1.82*10-03mg/L	1.00 mg/L	✓
Conductividad	295 s	150 s	X
pH	4.00	6.00-9.00	X
Turbidez	7.23 NTU	5.00	X

Fuente: Autores

De acuerdo a la tabla 1. el valor del pH para el agua residual industria de una termoeléctrica es de 4, por lo que podemos decir, que no cumple con los parámetros establecidos por la norma 1484 de 85, ya que el valor permitido es de 6-9, de la misma manera sucede con el hierro ya que su valor obtenido es de 552.4 ppm superior al límite de 1.00. De igual forma sucede con turbidez y conductividad, que se encuentran fuera de los restringes permitidos por esta norma.

**Parámetros fisiológicos:** Al realizar la cosecha tres meses después de la siembra que es el tiempo adecuado de crecimiento para la lechuga, se efectuó la evaluación de los parámetros fisiológicos, como son el número de hojas y la acumulación de biomasa.

A estos datos se le aplicó el análisis estadístico de la varianza significativa, lo que nos indicó que los valores de los dos parámetros no presentan una diferencia significativa del blanco respecto a la muestra ya que el ( $P > 0.05$ ).

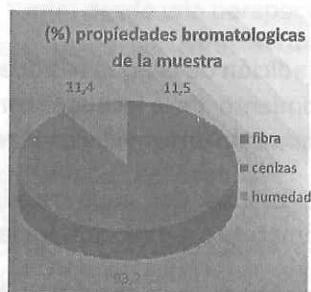
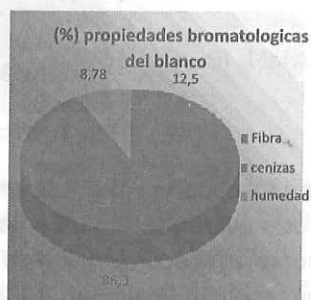
Tabla1. Parámetros fisiológicos evaluados a la lechuga.

**Propiedades bromatológicas**

G	Blanco	Muestra
G1	7.001	6.895
G2	6.978	6.935
G3	6.908	6.994
Prom.	6.962	6.941

G	Blanco	Muestra
G1	13	12
G2	14	12
G3	12	13
Prom.	13	12

Gráfica 1.comparación de las propiedades bromatológicas del blanco y muestra.



Fuente: Autores

En los análisis bromatológicos se observó como se representa en la **gráfica 1** que se presentó un aumento en el porcentaje tanto de la humedad como de las cenizas en las plantas regadas con agua residual industrial respecto a las regadas con agua de grifo, que podría deberse a que la planta al detectar la presencia del factor estresante por acción de los metales absorbe más agua para de este modo disolverlos como estrategia adaptativa para regular su medio.

**Determinación de fibra:** Por otro lado tenemos que hay presencia de disminución en el porcentaje de la fibra en las plantas muestra respecto al blanco, según (Espinell 2008) se debe a que el  $Cu^{2+}$  juega un papel importante como cofactor de algunos procesos fisiológicos de los vegetales en los que se encuentra la distribución de carbohidratos y la lignificación, este último es muy importante en los vegetales porque forma tejidos fuertes y además tiene un alto valor nutricional ya que es uno de los carbohidratos mayoritarios que constituye la fracción de la fibra.

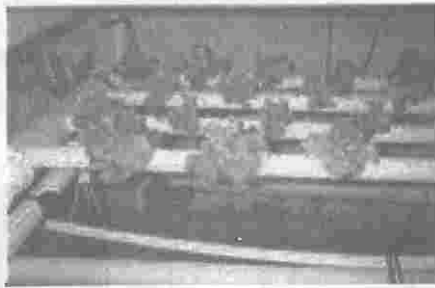


Fig 1. efecto de la clorosis en las lechugas.

se pudo observar que las lechugas regadas con el agua residual presenta clorosis evidenciando un amarillamiento en los ápices de las hojas, que puede deberse a la acumulación de hierro o cobre que se encontró en este tipo de agua residual. (Martínez, 2008).

### Conclusiones

- La adición de el agua residual industrial de una termoeléctrica a el sustrato de crecimiento de la lechuga (*compositae lactuca*) puede estar relacionado con la disminución en los valores obtenidos para la fibra.
- La calidad del agua residual de una termoeléctrica no cumple con los parámetros establecidos por la norma 1484 del 85.
- Se obtuvo un aumento de porcentaje de humedad y cenizas en las plantas cultivadas con agua residual, como consecuencia de metales pesados presentes sobre la actividad enzimática.
- El bioindicador muestra presento un crecimiento similar al blanco en cuanto los parámetros fisiológicos pero presentaron clorosis.

### Bibliografía

- ESPINEL, L y L. MORALES. Riesgo químico alimentario en lechuga y rábano por metales tóxicos transferidos de estéril de carbón recuperado electroquímicamente. Tesis. Escuela de Ciencias Químicas. UPTC. Tunja 2008.
- KABATA-PENDIAS, A. PENDIAS, H.. Trace elements in soils and plants. Third Edition. United States of America: CRC Press. BocaRatón. 2001.
- KOSTKA-RICK, R., MANNING W. Radish (*Raphanus sativus* L.): A model for studying plant responses to air pollutants and other environmental stresses. En: *Environmental Pollution*, 82, 1993; p.107-138.
- PERIS MENDOZA, Mónica. Estudio de metales pesados en suelos bajo cultivos hortícola de la provincia de Castellón. Universidad de Valencia. España: Servei de Publicacions, 2006.
- CAO, Q, KHAN, S., ZHENG, Y. M., ZHU, Y. G. Health risks of heavy metals in contaminated soils and food crops irrigated with wastewater in Beijing, China. En: *Environmental Pollution*, 152, 2008; p. 686-692.