Germinación de *Buchloe dactyloides*, y *Cynodon dactylon* en suelo contaminado con metales y metaloides

*Mª del Rosario Delgado Caballero, Mª Teresa Alarcón-Herrera, Alicia Melgoza
Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C. (CIMAV)
Chihuahua, Chih., México, Tel. (614) 4391100
**rosario.delgado@cimav.edu.mx*

Resumen

La fitoremediaciòn es una técnica innovadora, en la remediación de sitios contaminados con metales y metaloides. El objetivo del presente estudio fue analizar la germinación de dos tipos de zacates (*Buchloe dactyloides y Cynodon dactylon*) en un suelo contaminado con metales y metaloides. Estas especies son nativas de regiones semiáridas, tolerantes a la sequía y a temperaturas bajas, por ello constituyen una buena alternativa para climas áridos. El experimento consistió en observar la germinación de las dos diferentes especies de zacate en suelo, con altos contenidos de As, Cd, Pb y Zn y con un pH entre 5 y 9. Se consideraron cuatro repeticiones por tipo de semilla y de suelo (tratamiento). Los resultados fueron analizados empleando un modelo estadístico lineal generalizado con apareamiento desbalanceado. Se obtuvieron diferencias estadísticas entre los tratamientos y tipos de semillas. Se compararon las medias por Tukey y el coeficiente de variación del z. *Buchloe Dactyloides* fue del 22,9 %, y en el z. *Cynodon Dactylon* de 41,4 %, Concluyéndose que el zacate *Buchloe dactyloides* fue el de mejor germinación en los suelos analizados.

Palabras clave: Residuos mineros, Metales y Metaloides**,** Fitoremediación, Germinación, *B. dactyloides, C. dactylon*

Introducción

El impacto ambiental causado por la contaminación de sitios mineros, depende de la capacidad de las interacciones con el suelo y agua, así como de las condiciones fisicoquímicas y biológicas del entorno, las cuales pueden cambiar el estado de oxidación de los metales. El cambio de estado de oxidación y el pH pueden incrementar o disminuir el riesgo potencial de biodisponibilidad de un metal en el suelo (USEPA, 2001). En el caso particular de los suelos, si los metales se encuentran biodisponibles, pueden afectar la fertilidad y/o uso posterior de los mismos, así como el riesgo de exposición de la población (Gulson *et al*, 1996).

La fitoremediación es una tecnología emergente que utiliza plantas para remediar aire, suelos, sedimentos, agua superficial y subterránea contaminada con metales tóxicos, toxinas orgánicas y otros contaminantes. Es la alternativa de mejor costo-beneficio respecto de los procesos mecánicos o físico-químicos (Salt *et al*, 1998).

El Zacate Búfalo (*Buchloe Dactyloides*) es una especie nativa de México, de ciclo perenne, requiere de poco agua resistente a la sequía, tolera la salinidad y temperaturas bajas, baja demanda de nutrientes (Brede, 2000). El Zacate Bermuda (*Cynodon Dactylon*), es nativo de África, de ciclo perenne, crece en suelos de arcillosos a arenosos, con pH 5.0-8.0, tolera veranos secos y calurosos, y, tolera la salinidad (USDA NRCS, 2000). El tiempo de Germinación para ambas semillas es de 3-21 días, en un rango de 20-35 ºC de temperatura.

El Objetivo del estudio fue evaluar la germinación de los zacates, *Buchloe dactyloides, y Cynodon dactylon* en suelo con residuos mineros, previamente caracterizado con altas concentraciones de As, Cd, Pb y Zn.

Metodología y Experimentación

Para evaluar la germinación de las dos especies, estas se colocaron en los diferentes tipos de suelo. Las semillas de los zacates se germinaron en cajas Petri, se prepararon cuatro replicas por muestra de suelo y tipo de semilla, en cada caja se pusieron 30 semillas, un tipo de semilla por caja (tabla 1). Todas las cajas Petri se rociaron con el agua correspondiente a la muestra de suelo, y se colocaron en la estufa de secado a 28 ºC +/- 2 ºC por el tiempo de la germinación.

Caracterización del suelo

Se colectaron previamente tres muestras de suelo en un sitio minero. El blanco de referencia fue un suelo de características similares en textura pero no contaminado. Los suelos fueron caracterizados determinando el contenido de As, Cd, Pb, y Zn de metales totales y solubles. De acuerdo a los procedimientos de la Norma Oficial Mexicana 147 (NOM-147), utilizando un equipo de plasma optico Inductively Coupled Plasma (ICP) (Thermo Jarrell Ash IRIS/APDIV).

El pH del suelo se midió a través de un equipo *Thermo ORION 3* STAR.

Se prepararon 6 muestras de suelo para evaluar la germinación de las semillas en un rango de pH en el suelo entre 5 a 9 (*Tabla1*).

Se preparo agua alcalina y acida para regar las semillas y no modificar el pH del suelo.

Los resultados fueron analizados estadísticamente a través de un modelo lineal generalizado con apareamiento desbalanceado utilizando 2 factores (tratamiento, semilla) con repetición, se utilizo el programa Minitab 15.

Tabla 1 Muestras de suelo

TRATAMIENTO	SUELO	pH	AGUA DE RIEGO	*Buchloe Dactyloides* (1) Semillas x caja				*Cynodon Dactylon(2)* Semillas x caja			
				1	2	3	4	1	2	3	4
1	A	6.00	Destilada	30	30	30	30	30	30	30	30
2	B	7.80	Destilada	30	30	30	30	30	30	30	30
3	C	7.00	Destilada	30	30	30	30	30	30	30	30
4	D	8.00	Llave	30	30	30	30	30	30	30	30
5	E	9.00	Alcalina	30	30	30	30	30	30	30	30
6	F	5.00	Acida	30	30	30	30	30	30	30	30

Resultados

Las concentraciones de metales totales y solubles obtenidas en la caracterización de los suelos se presentan en las *tablas 2 y 3*, en donde se confirma que el suelo esta altamente contaminado con estos metales y solo el tipo "D" podría considerarse en zonas de uso industrial.

Comparando los datos para metales solubles el suelo tipo F excede las concentraciones máximas de Cd y Zn para uso

Tabla 2 Concentraciones de metales totales

SUELO	CONCENTRACIONES (mg-Kg^{-1})							
	As		Cd		Pb		Zn (USEPA2002) de la región 9	
	R	22	R	37	R	400	RE	200
	I	260	I	450	I	800	RSH	3000
A	2153,30		82,58		6340,38		8082,77	
B	2447,15		98,72		6227,56		11441,56	
C	1171,16		200,52		9172,16		9506,29	
D	27,61		4,60		401,56		229,49	
E	2549,33		142,91		5516,44		15309,95	
F	2956,18		126,89		5455,38		14502,99	

R: residencial I: industrial RH: riesgo ecológico RSH: riesgo a la salud humana

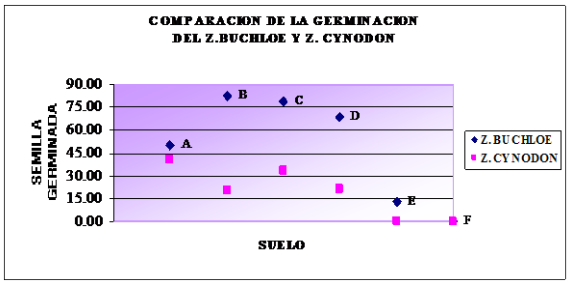
(agrega cual).

Tabla 3 Concentraciones de metales solubles

SUELO	CONCENTRACIONES (mg-L^{-1})			
	As	Cd	Pb	Zn
	0,500	0,100	0,500	
A	0,086	0,040	0,031	1,281
B	0,103	0,046	0,064	1,620
C	0,082	0,096	0,052	0,166
D	0,129	0,004	0,044	0,051
E	0,096	0,007	0,103	0,513
F	0,074	0,361	0,017	29,509

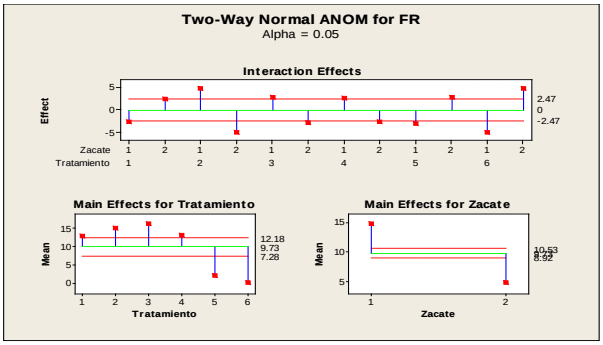
Los resultados de la germinación en % se presentan en la grafica 1, observándose que el z. *Buchloe Dactyloides* muestra la mejor germinación.

Grafica 1: Comparación de la germinación

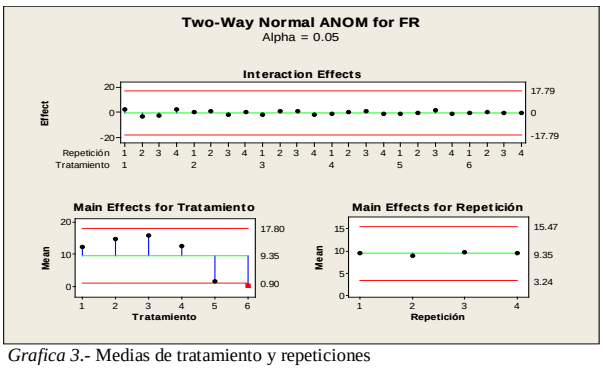


El análisis estadístico (*grafica 2 y 3)*, indica que no hay diferencias entre los tratamientos A, B, C y D.Por lo que no hay influencia aparente del pH en la germinación de ambas plantas

Se compararon las medias por Tukey y el coeficiente de variación del z. *Buchloe Dactyloides* fue del 22,9 %, y en el z. *Cynodon Dactylon* de 41,4 %, lo que indica que el la germinación del z. *Buchloe Dactyloides* en suelos semiaridos puede ser mas eficiente. Te falta discutir con lo que hayas encontrado en la literatura



Grafica 2.- Medias de tratamiento y semillas



Grafica 3.- Medias de tratamiento y repeticiones

Conclusiones

Tienen más potencial de germinación ¡? los suelos con pH entre un rango de 6.0-8.0 . En los suelos con pH <5 y >9 obtendremos los mismos resultados de germinación, no existiendo ninguna diferencia entre un suelo muy acido y uno muy alcalino.

. La semilla de *Buchloe Dactyloides (1) tiene mayor potencial de germinación en suelos con altas concentraciones de metales y en un rango de pH entre 6 y 8.*

Referencias

Brede D (2000) Turfgrass Maintenance Reduction Handbook: Sports, Lawns, and Golf. Sleeping Bear Press.Chelsea, MI USA. 386 p.

Gulson B.L., Masón K.J., Korsch M.J. & Howarth D. 1996. Non-orebody sources are significant contributors to blood lead of some children with low to moderate lead exposure in a mayor mining community. The science of the total environment. 181: 223-230.

Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Que establece Criterios para determinar las Concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio.

Salt, D.E., R.D. Smith, and I. Raskin. 1998. Phytoremediation. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 49:643–668.

USDA NRCS (United State Departament of Agriculture Nature Resources Conservation Service) Plant Materials Program, Edited: 10Aug2000 JLK; 05 Jun06 jsp

USEPA (United State Environmental Agency). 2001. Residential lead hazard standards-TSCA section 403: office of pollution prevention and toxics. Environmental protection Agency, U.S