

Germinación de *Paspalumdensum* (cortadera) en un suelo contaminado con petróleo

Yainer Maceo Medel ¹, Eugenio Torres Rodríguez ², Alejandro Alarcón Zayas ³,

Yanicel Salgado Cedeño ⁴

¹Centro Universitario Municipal Yara. ²Centro de Estudios de Química Aplicada, Universidad de Granma. ³Departamento de Química, Universidad de Granma. ⁴Centro Universitario Municipal.

Buey Arriba. Granma, Cuba

etorresrodriguez@udg.co.cu

Recibido 16/07/2017- Aceptado 20/09/2017

Resumen

La fitorremediación es una alternativa barata y ecológica para la restauración de suelos contaminados con hidrocarburos, sin embargo, no siempre se dispone de la especie de planta que cumpla con los requisitos para ser usada con este fin. *Paspalumdensum* es una planta que crece en Cuba y debido a su capacidad de reproducción, la gran longitud de su sistema radical y su adaptabilidad a sequías extremas pudiera emplearse en la fitorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos. En este trabajo se describe un estudio de germinación de *Paspalumdensum* en un suelo contaminado con 75 000 mg petróleo x kg⁻¹ sustrato seco. La capacidad de germinación de la planta estudiada demuestra su potencialidad para ser usada en la fitorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos.

Palabras clave: Fitorremediación, hidrocarburos, *Paspalumdensum*, germinación.

Germination of *Paspalumdensum* (cortadera) on soil contaminated with oil

Abstract

Phytoremediation is a cheap and ecological alternative for the restoration of soils contaminated with hydrocarbons, however, the species of plant that meets the requirements to be used for this purpose is not always available. *Paspalumdensum* is a plant that grows in Cuba and due to its reproductive capacity, the great length of its root system and its adaptability to extreme droughts could be used in the phytoremediation of soils contaminated with hydrocarbons. This work describes a study of the germination of *Paspalumdensum* in a soil contaminated with 75 000 mg oil x kg⁻¹ dry substrate. The germination capacity of the studied plant demonstrates its potential to be used in the phytoremediation of soils contaminated with hydrocarbons.

Key words: Phytoremediation, hydrocarbons, *Paspalumdensum*, germination

Introducción

La actividad humana doméstica, agrícola e industrial ha conducido a la movilización de toneladas de elementos y compuestos orgánicos e inorgánicos fuera de sus fuentes de origen. El petróleo es un ejemplo claro de lo anterior, pues los hidrocarburos son una de las fuentes básicas de energía sobre las cuales se sustentan las actividades económicas de todo el mundo. Por otra parte, los hidrocarburos también son la principal fuente que origina los problemas ambientales más importantes de este siglo, como el smog, el cambio climático global y la liberación de moléculas tóxicas.

Debido a su complejidad estructural, baja biodegradabilidad, potencial de biomagnificación y los serios problemas de salud asociados a su vertimiento en suelos y aguas, el petróleo y sus derivados constituyen una preocupación constante desde el punto de vista medioambiental.

La fitorremediación es una tecnología ecológica y barata que usa plantas para remediar suelos, sedimentos y cuerpos de agua contaminados con petróleo, metales y otras sustancias tóxicas [1-4].

El petróleo y sus derivados son tóxicos para las plantas a concentraciones relativamente bajas. Las plantas que crecen en suelos contaminados con petróleo a niveles por debajo de la toxicidad difieren considerablemente de aquellas que crecen en condiciones normales [5]. Se observa un mayor crecimiento de hojas y raíces en las plantas que se desarrollan en suelos libres de hidrocarburos. La germinación y la elongación de las raíces son dos etapas críticas en el desarrollo de las plantas que son sensibles a suelos contaminados con hidrocarburos. Las plantas que germinan satisfactoriamente en suelos contaminados con hidrocarburos y muestran elongación de sus raíces son plantas tolerantes y pueden ser usadas en la fitorremediación [6].

En la actualidad no existe abundante información sobre plantas apropiadas para la fitorremediación de diferentes contaminantes del suelo. Las yerbas son a menudo usadas con este fin debido a que sus raíces son extensas y fibrosas [5]. El sistema radical fibroso forma una continua y densa rizosfera, la que provee condiciones ideales para la fitorremediación [7-8].

Paspalum densum, conocida como cortadera es una planta herbácea que reúne las características antes mencionadas, abunda en Cuba y se caracteriza por su adaptabilidad a condiciones extremas, incluso logra germinar después de incendios ocasionales o provocados con el fin de eliminar plantas indeseables de los pastizales y potreros.

En este trabajo se describe un estudio de germinación de *Paspalum densum* para evaluar la capacidad de la planta de crecer en suelos contaminados con petróleo y sus potencialidades para ser empleada en la fitorremediación.

Materiales y métodos

Rizomas de *Paspalum densum* fueron colectados en el poblado Palmas Altas en el municipio manzanillo, provincia Granma, Cuba. Después de ser lavados y clasificados se guardaron en bolsas plásticas con un 7 % de humedad. Posteriormente se seleccionaron 100 rizomas con

masa de $2 \text{ g} \pm 0.2$ y se procedió al ensayo de viabilidad (para evaluar la calidad de la semilla) lográndose un 92 % de germinación.

Se seleccionaron 150 rizomas con masa de $2 \text{ g} \pm 0.2$ para realizar los ensayos de germinación, se utilizó un sustrato procedente de casas de cultivos constituido por cascarilla de arroz (25 %), serrín (25%) y estiércol vacuno (50 %), después de seco y homogenizado se depositó 1 kg de sustrato en cada una de las 6 vasijas rectangulares con dimensiones 30 x 20 x 5 cm. El sustrato fue saturado con el 50 % de su máxima capacidad de retención de agua (MCR)[9]. La cantidad de petróleo por kg de sustrato se definió como el 50 % de su MCR y equivale a 75 mg/kg. El experimento consistió en tres repeticiones con dos tratamientos: T1 (sustrato sin contaminar depositado en tres vasijas), T2 (sustrato contaminado con 75 000 mg petróleo kg^{-1} sustrato seco depositado en tres vasijas). Se plantaron 25 rizomas por vasija (150 en total). El riego se realizó diariamente, en horas de la mañana. El experimento se analizó de acuerdo con un diseño completamente aleatorizado. La evaluación de la germinación se desarrolló durante 15 días, calculando el promedio diario de plantas germinadas en las tres repeticiones para cada tratamiento. Se adoptaron criterios morfológicos para evaluar el experimento, se consideró semillas germinadas aquellas en las que apareció la raíz primaria y mostró rebrotes, lo que se determinó removiendo cuidadosamente el sustrato alrededor de cada rebrote sin producir daños a la planta. Las semillas germinadas fueron contadas y se determinó el porcentaje de germinación (% G), el índice de velocidad de germinación (IVG) se calculó a partir de la ecuación de ecuación de Maguire[10]. A los 16 días se colectaron cuidadosamente y sin afectar el sistema radicular 15 individuos de cada tratamiento (5 por repetición) para medir la altura total (desde la raíz principal hasta el extremo del tallo). Todas las variables fueron abaladas estadísticamente usando análisis de varianza (ANOVA) con desviación estándar de la media determinada por la prueba de Tukey para un nivel de significación de 5 %. El programa estadístico usado fue Statgraphics v 5.0.

Resultados y discusión

Germinación de las semillas

Los resultados obtenidos respecto a la germinación de semillas de *Paspalum densum* en un sustrato sin contaminar (T1) y en el sustrato contaminado con petróleo (T2) durante los 15 días del experimento, se muestran en la figura 1.

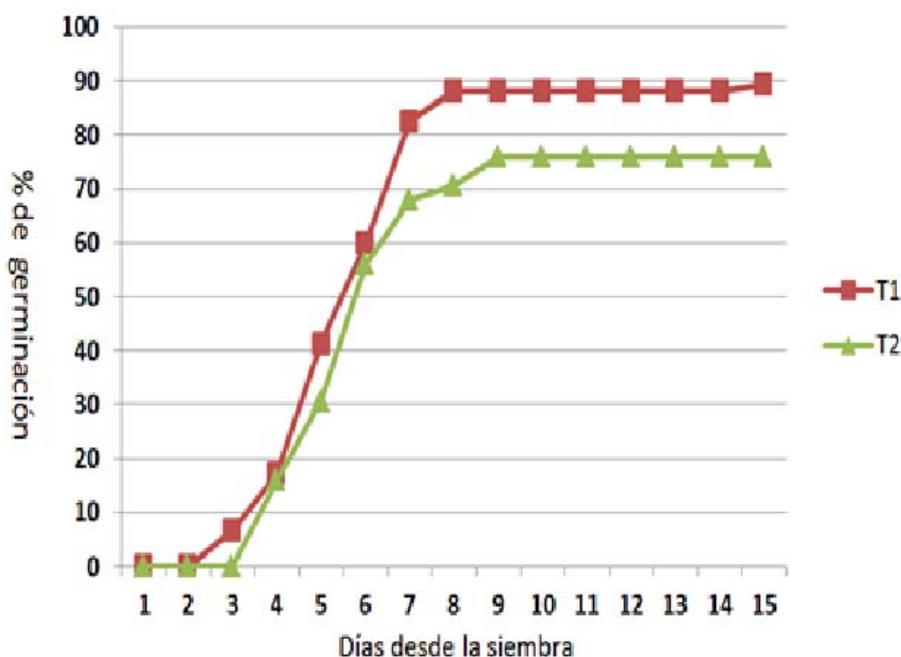


Figura 1. Porcentaje de germinación de las semillas en los tratamientos T1 y T2 en un periodo de 15 días.

En T1 se observó la aparición de la primera raíz y rebrotes al tercer día después de la siembra. Las raíces tienen una coloración marrón oscura y los rebrotes color verde. A partir del octavo día se mantiene constante la germinación, sin observarse variaciones considerables. El último día del experimento habían germinado un promedio de 22,33 semillas, que representa un 89,32 % de germinación. En T2 se observó la aparición de la primera raíz y rebrotes al cuarto día, la coloración de raíces y rebrotes es similar al mostrado por T1. El día 15 habían germinado 19 semillas que representa 76 % de germinación, menor que en T1. El análisis estadístico de los datos arrojados por el experimento confirma la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T2, para un nivel de significación de un 5 %. Al comparar T1 y T2 se aprecia que la contaminación de sustrato con petróleo a una concentración de 75 000 mg de petróleo x kg⁻¹ sustrato seco, solo disminuye el porcentaje de germinación en un 13,32, por lo que podemos inferir que los efectos del petróleo en la germinación de *Paspalum densum* son considerables [11].

A partir de los resultados obtenidos se calculó el índice de la velocidad de germinación (IVG), que expresa la velocidad en número de semillas germinadas por día [10]. Cuanto mayor es el IVG, mayores son la velocidad de germinación y el vigor del lote. El cálculo del IVG se realizó mediante la siguiente ecuación:

$$IVG = \sum_{i=1}^n \frac{Gi}{Ni}$$

Donde **Ni**: número de días desde el inicio del ensayo de germinación; **Gi**: número de semillas germinadas desde el i-ésimo día.

Los valores del porcentaje de germinación (% G) e IVG para T1 y T2 se muestran en la tabla I.

Tabla I. Porcentaje de germinación e índice de velocidad de germinación en los tratamientos T1 y T2 a los 15 días.

Tratamientos	Semillas germinadas	% G	IVG
T1	22,33	89,32 ^a	25,21 ^a
T2	19	76,0 ^b	24,07 ^a

Letras iguales en una misma columna indican que no hay diferencias significativas. Letras diferentes en una misma columna, indica diferencias significativas.

Los porcentajes de germinación en T1 y T2 difieren estadísticamente, lo que indica la influencia de la contaminación con petróleo en la germinación de *Paspalum densum*. Cuando se comparan los resultados alcanzado en T2 (% G = 76) respecto a los descritos por Bona *et. al*, en 2011, quienes reportaron un 53 % de germinación para *Schinusterebinthifolius* en un suelo contaminado con petróleo [10], podemos considerar que *Paspalum densum* presenta una alta tolerancia a la contaminación con petróleo. Por otra parte no se observan diferencias significativas entre T1 y T2, respecto al índice de velocidad de germinación, lo que indica que el vigor de las plántulas en ambos tratamientos es similar.

El crecimiento de la planta se evaluó a los 16 días a partir de los cuales no se observó más germinación, los resultados alcanzados se muestran en la figura 2.

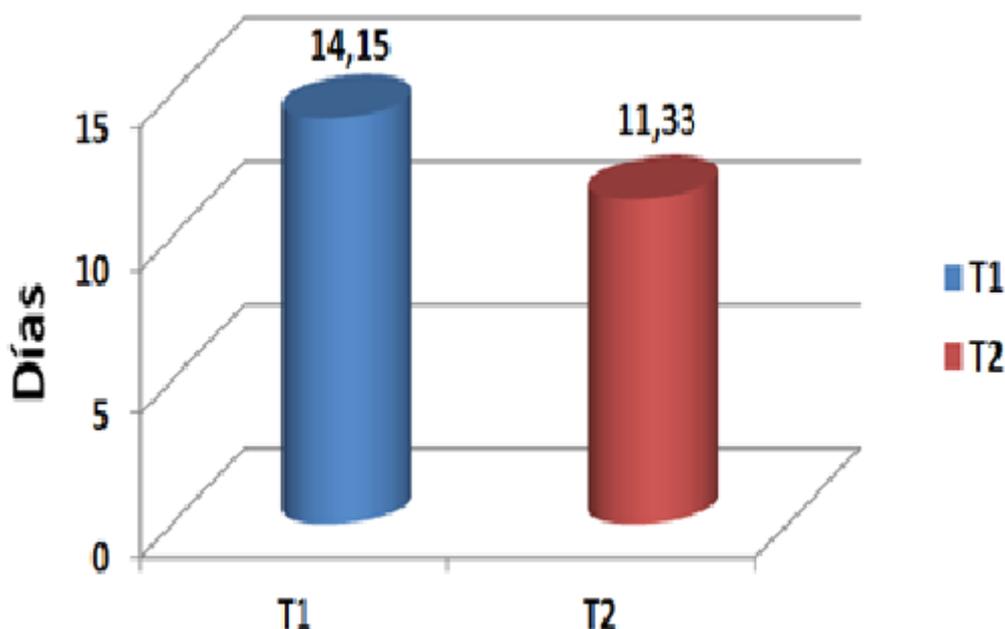


Figura 2. Valor medio de longitud alcanzada por el tallo en los tratamientos T1 y T2 a los 16 días.

En la figura 2 se observa la diferencia en el tamaño de las plantas que crecieron en un sustrato sin contaminar (T1) y las que se desarrollaron en un sustrato que contiene 75.000 mg de petróleo kg^{-1} sustrato seco de petróleo. La menor longitud del tallo en T2 puede deberse a dos factores: cambios en la fertilidad del sustrato [12] y la disminución de la disponibilidad de agua [13], ambos causados por la presencia de hidrocarburos. Al evaluar el crecimiento de *Paspalum densum* en T2 a partir del cuarto día (en el que apareció el primer rebrote) la planta mostró un ritmo de crecimiento de 0,75 cm/día, menor que en T1 donde se alcanzó un valor de 0,94 cm/día, esta diferencia pudiera deberse a la menor disponibilidad de sustancias requeridas en el crecimiento que ocasiona la presencia de petróleo en T2. Estos resultados demuestran la adaptabilidad de la planta a las condiciones de contaminación simuladas en el experimento, lo que puede deberse a la capacidad de tolerancia y dominancia de *Paspalum densum* que a su vez le confieren gran vitalidad [14-16].

Conclusiones

La capacidad mostrada por *Paspalum densum* de germinar y crecer en un sustrato que contiene 75.000 mg de petróleo kg^{-1} sustrato seco, le confieren a la planta potencialidades en la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos. Estos resultados preliminares permitirán desarrollar estudios posteriores en los que se determine la capacidad remediadora de la planta en diferentes periodos de tiempo, mediante el análisis químicos de suelos contaminados con hidrocarburos en los que se plantará *Paspalum densum*.

Referencias

1. **Marrero Coto J, Amores Sánchez I, Coto-Pérez O** (2012) Fitorremediación, una tecnología que involucra a plantas y microorganismos en el saneamiento Ambiental. *ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar* 46(3): 52 – 61
2. **Delgadillo López AE, González Ramírez CA, Prieto García F, Villagómez Ibarra JE, Acevedo Sandoval O** (2011) Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14: 597- 612
3. **Kathi S, Khan AB** (2011) Phytoremediation approaches to PAH contaminated soil. *Indian Journal of Science and Technology* 4 (1): 56-63
4. **Pradhan SP, Conrad JR, Paterek JR, Srivastava VJ** (1998) Potential of Phytoremediation for Treatment of PAHs in Soil at MGP Sites. *Soil Contamination* 7 (4): 467-480
5. **Adam GI, Duncan HJ** (1999) Effect of Diesel Fuel on Growth of Selected Plant Species. *Environmental geochemistry and health* 21: 353-357
6. **Wang X, Liu X, Zhang XL, Weijie Z** (2011) Growth response and phytoremediation ability of Reed for diesel contaminant. *2nd International Conference on Environmental Science and Technology Singapore*
7. **Ogbo EM** (2009) Effects of diesel fuel contamination on seed germination of four crop plants *Arachis hypogaea*, *Vigna unguiculata*, *Sorghum bicolor* and *Zea mays*. *African Journal of Biotechnology* 8 (2): 250-253
8. **Adam GI, Duncan HJ** (2002) Influence of diesel fuel on seed germination. *Environmental Pollution* 120: 363-370

9. **Gudin C, Syrratt WJ** (1975) Biological aspects of land rehabilitation following hydrocarbon contamination. *Environmental Pollution* 8: 107-112.
10. **Bona C, Mendonça de Rezende I, de Oliveira Santos G, Antônio de Souza L** (2011) Effect of Soil Contaminated by Diesel Oil on the Germination of Seeds and the Growth of *Schinusterebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) Seedlings. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 54(6): 1379-1387
11. **Maguire JD** (1962) Speed of germination—aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2: 176-177
12. **Visser S, Danielson RM** (1995) Bioreactor project: Ecotoxicological testing of hydrocarbon and salt-contaminated wastes following bioremediation in a bioreactor. *CAPP Publ. 1995-0004. CAPP*
13. **Wyszkowska J, Kucharski J, Jastrzłbska E, Hlasko A** (2001) The biological properties of the soil as influenced by chromium contamination. *Polish Journal of Environmental Studies* 10: 37-42
14. **Adenipekun CO, Oyetunji OJ, Kassim LQ** (2009) Screening of *Abelmoschus esculentus* L. moench for tolerance to spent engine oil. *Journal of Applied Biosciences* 20: 1131 – 1137
15. **Petenello MC, Felman SR** (2012) Evaluación de la tolerancia a suelos contaminados con aceite diesel en especies vegetales con potencial biorremediado. *Acta Biológica Colombiana* 17(3): 589-598
16. **Hernández-Valencia I, Lares LM, García JV** (2017) Evaluación de la toxicidad de un suelo contaminado con diferentes tipos de crudos sobre la germinación de dos pastos tropicales. *Bioagro* 29 (2): 73-82.



ISSN 1666-7948

www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar

Revista **QuímicaViva**

Número 3, año 16, diciembre 2017

quimicaviva@qb.fcen.uba.ar