



## INFLUENCIA DE UN INÓCULO COMERCIAL SOBRE LA FITORREMEDIACIÓN DE UN SUELO CONTAMINADO CON HIDROCARBUROS POR *Festuca arundinacea*

Daniel Hernández Cáceres<sup>1</sup>, Nancy Velasco Álvarez<sup>2</sup>, Mariano Gutiérrez Rojas<sup>1</sup>, Tania Volke Sepúlveda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Depto. de Biotecnología, <sup>2</sup>Depto. de Biología de la Reproducción, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Iztapalapa 09340, D.F. E-mail: digiocarina@hotmail.com

*Palabras clave:* fitorremediación asistida por microorganismos, biofertilizantes, hidrocarburos totales del petróleo

**Introducción.** El petróleo, una mezcla de hidrocarburos alifáticos, aromáticos, resinas y asfaltenos, es uno de los principales contaminantes del suelo (1). La fitorremediación es una alternativa para recuperar estos suelos a través de la remoción, estabilización y/o degradación de los hidrocarburos del petróleo (HTP). La biodegradación ocurre en la rizósfera, donde las raíces estimulan la actividad microbiana (2). Una opción para aumentar la capacidad biodegradadora de HTP tanto de plantas como de los microorganismos, es la fitorremediación asistida por microorganismos (FAM). Ésta implica la adición de microorganismos que colonizan la rizósfera o las raíces de plantas fitorremediadoras como *Festuca arundinacea* (3). Existen inóculos, llamados biofertilizantes, que promueven el crecimiento vegetal y la disponibilidad de nutrientes (4). Sin embargo, aunque su principal aplicación se enfoca a la agricultura, también pueden mejorar el proceso de FAM. El objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial de un inóculo comercial (biofertilizante) para su aplicación en la FAM con *Festuca arundinacea*.

**Metodología.** Se obtuvieron plantas de 40 días de *F. arundinacea* bajo condiciones *in vitro* (25°C, 16 h luz). Las plantas se trasplantaron a macetas con una mezcla turba: suelo (1:1) adicionada con un inóculo comercial (IC, Plant Health Care®) compuesta por 4 hongos micorrízicos arbusculares (HMA), 5 cepas del género *Bacillus* y una de *Paenibacillus azotofixans*. Veinte días después, las plantas se transfirieron a un suelo contaminado con HTP (15,178 ppm). Se ensayaron dos tratamientos (x 3): 1) planta + IC estéril y 2) planta + IC. Después de 60 días, se cuantificó la biomasa (peso seco) y elongación de tallos y raíces, la remoción de HTP (espectroscopía IR), la cuenta microbiana (siembra en superficie), el contenido de materia orgánica (Walkley-Black) y la actividad deshidrogenasa (DH, reducción de INT) (5). Las variables se cuantificaron con al menos 3 réplicas, la diferencia entre medias se analizó con una prueba t de student (p<0.05) y las diferencias significativas se indican con diferente letra.

**Resultados.** Después de 60 días, el IC tuvo un efecto importante en las raíces de *F. arundinacea*. La producción de biomasa aumentó 1.9 veces y la densidad aparente ( $\rho_{\text{pap}}$ ) 3.2 veces con respecto a las plantas crecidas con el IC estéril (Tabla 1). De forma similar, la inoculación de plantas de maíz con *Azospirillum brasilense*, incrementó la producción de raíces y el área radicular superficial (4). Lo anterior es importante, ya que en la FAM se busca un sistema radicular extenso para aumentar el área de contacto entre el suelo y sus componentes.

**Tabla 1.** Crecimiento de tallos y raíces de *F. arundinacea* en presencia del IC y el IC estéril después de 60 días de tratamiento.

Tratamiento		Longitud (cm)	Biomasa (mg PS)	$\rho_{\text{pap}}$ (mg/cm)
Tallos	IC	23.6±4.2 a	14.4±3.3 a	0.66±0.19 a
	IC <sub>estéril</sub>	19.6±4.5 a	13.2±1.9 a	0.59±0.13 a
Raíces	IC	6.7±1.0 a	9.8±2.7 a	1.90±0.39 a
	IC <sub>estéril</sub>	7.6±1.6 a	5.2±1.8 b	0.59±0.13 b

La adición del IC incrementó la población bacteriana (1.2 veces) con respecto al IC estéril, sin embargo, la cuenta fúngica se mantuvo sin cambios significativos (Tabla 2). En consecuencia, la actividad DH en los tratamientos con el IC aumentó hasta 2.6 veces con respecto al IC estéril. Es importante considerar que la cuenta microbiana no es necesariamente un indicador de la actividad microbiana, ya que muchos microorganismos en presencia de HTP pueden encontrarse inactivos (4).

**Tabla 2.** Cuenta microbiana, actividad DH, remoción de HTPs y porcentaje de materia y carbono orgánico en suelo en presencia del IC y el IC estéril después de 60 días de tratamiento.

Tratam.	Cuenta microbiana (UFC/ gSS)		ADH ( $\mu\text{g INTF/g SS h}$ )	MO (%)	C (%)	HTPs (%)
	Bacterias	Hongos				
IC	7.7*10 <sup>6</sup> ±9.7*10 <sup>4</sup> 4 a	1.7*10 <sup>4</sup> ±4.3*10 <sup>3</sup> 3 a	222.3±70.8 8 a	1.3±0.2 a	0.73±0.09 a	61.58±15.1 3 a
IC <sub>estéril</sub>	6.7*10 <sup>6</sup> ±2.7*10 <sup>4</sup> 5 b	1.2*10 <sup>4</sup> ±9.7*10 <sup>2</sup> 2 a	85.7±71.8 b	18.2±2.7 7 b	10.57±1.5 6 b	46.28±9.35 a

En presencia del IC, la concentración de HTPs disminuyó 62% con respecto al IC estéril, el cual disminuyó en un 42%. El IC contribuye con 11% de MO al suelo, sin embargo después de 60 días el contenido de MO disminuyó significativamente con respecto al adicionado con el IC estéril. Esto se debe a la degradación de los HTPs y del método usado para cuantificar la MO, ya que no discrimina entre fuentes de carbono orgánico.

**Conclusiones.** La adición de un IC al suelo mejora notablemente el crecimiento de *F. arundinacea* y la remoción de HTPs.

**Agradecimiento.** Al financiamiento obtenido por parte del CONACyT con número de beca 371456 para la realización de este proyecto.

### Bibliografía.

- Speight J.G. (2007) Chemical composition of petroleum. En: *The Chemistry and Technology of Petroleum*. Speight J.G. CRC Press Taylor & Francis. USA. 187-203.
- Johansson F., Paul L., Finlay R. (2004) *FEMS Microbiol Ecol* 48: 1-13.
- April W., Sims R. (1990). *Chemosphere* 20:253-265.



# XVI Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería

21 al 26 de Junio de 2015 Guadalajara, Jalisco, México.

*Guadalajara*

4. Vessey J.K. (2005). *Plant Soil*, 255: 571-586.
5. Prosser A. J., Speir T.W., Stott D.E. (2011) Soil Oxidoreductases and FDA Hydrolysis. En: *Methods of Soil Enzymology*. Dick R.P. SSSoA. USA. 103-124.