

**Potential of Vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) for phytoremediation of petroleum hydrocarbon-contaminated soils in Venezuela**

---

**Potencial de Vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) para la fitorremediación de suelos contaminados de hidrocarburos de petróleo en Venezuela**

Regine Brandt <sup>1\*</sup>, Rainer Schultze-Kraft <sup>2</sup>, Carmen Infante <sup>3</sup>, Gabriele Broll <sup>4</sup>

<sup>1</sup> University of Münster, Institute of Landscape Ecology, Germany

<sup>2</sup> University of Hohenheim, Institute of Plant Production and Agroecology in the Tropics and Subtropics, Germany

<sup>3</sup> Formerly PDVSA-Intevep Caracas, Department of Ecology and Environment, Venezuela

<sup>4</sup> University of Vechta, Department of Geo- and Agricultural Ecology, Germany

\* Correspondence: [regine.brandt@gmx.de](mailto:regine.brandt@gmx.de)

## - Summary -

Venezuela is one of the largest oil-producers in the world. The exploitation of oil impacts upon the environment, namely by drilling and production processes, refinery activities and accidental oil spills. Since the enactment of strict environmental laws, especially in the early 1990s, research in preventing and recuperating oil pollution became an integral part of the petroleum industry activities in Venezuela. For the rehabilitation of oil-contaminated sites, engineering techniques based on physical and chemical mechanisms are conventionally used but a growing interest in biological-based methods is noticeable in Venezuela and all over the world. Phytoremediation represents a promising alternative technology. This method is based on the use of plants and their associated microorganisms to remove or contain organic or inorganic contaminants present in soil or water.

Within the research on phytoremediation in Intevep, the Research and Technological Support Center of the national oil company PDVSA, a greenhouse experiment was conducted. Vetiver grass (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) was chosen as the experimental plant. The 6-month study aimed to determine the tolerance of vetiver to a Venezuelan heavy crude oil in soil, which is considered to be highly phytotoxic. Additionally, the potential for stimulating biodegradation processes of PHC was tested. The methods used were based on comparisons in plant growth and soil parameters between different treatments.

Vetiver transplants suffered under the influence of crude oil. However, most of them demonstrated the ability of asexual reproduction. At the beginning, tiller production was higher in uncontaminated soil but later on was more successful under oil-polluted soil conditions. With increasing numbers of tillers in contaminated soil, differences in clump diameter between the treatments decreased and lost their significance after 6 months of growing. Despite significantly reduced biomass and heights during all phases of the experiment, the tillers did not exhibit signs of toxicity on their shoots in the presence of contaminants. However, under the influence of contaminants, the root structure was changed and the surface area reduced. As to the different fertilizations in contaminated soil, growth was more successful in the medium than in the high fertilizer level at the beginning, but in the course of the experiment, plant growth achieved a similar development level. In summary, vetiver was found to be a tolerant species concerning the toxic effects of crude oil in soil. Concerning the total oil and grease content in soil, the degradation rates were considered as rather small in all treatments. No significant increase in biodegradation in the presence of vetiver plants was detected.

However, vetiver is a beneficial plant in soil and water conservation practice and is also considered as applicable to petroleum-contaminated sites in Venezuela. Promising uses of vetiver are for amelioration of

oil-polluted soils, as an “organic pump” or for erosion control to prevent petroleum contaminants from spreading.

In further plant selections for phytoremediation of oil-contaminated soil it is generally advisable to test the species under different oil conditions and diverse agronomic performances. In addition, advanced studies of plant physiology and rhizospheric microbial activity in the presence of PHC are useful in order to get a better knowledge about the species in the system of contaminants, microorganisms and environment.

**Key words:** phytoremediation, biodegradation, petroleum hydrocarbons, soil contamination, toxic effect, fertilizer, vetiver, root, tropics

## - Resumen -

Venezuela es uno de los países del mundo con mayor producción de petróleo. La explotación del crudo ha causado diversos impactos ambientales especialmente por los procesos de perforación, producción, refinación y los derrames accidentales. Desde el decreto de estrictas leyes ambientales, especialmente en los años noventa del siglo pasado, la investigación, la prevención y la recuperación de áreas contaminadas de crudo han sido una parte integral de la industria petrolera de Venezuela. Para la recuperación de suelos contaminados de petróleo se utilizaban tradicionalmente técnicas químicas y físicas, pero hay también un interés creciente en la utilización de métodos biológicos tanto en Venezuela como en el resto del mundo. Fitorremediación es una de las más eficaces tecnologías alternativas. Este método usa plantas y microorganismos asociados para la eliminación, estabilización y modificación de contaminantes orgánicos e inorgánicos en el agua y el suelo.

Dentro de las actividades de investigación de la fitorremediación en Intevep, el cual es el instituto de tecnología de la compañía venezolana de petróleo (PDVSA), se conducía un experimento a nivel de invernadero. La poácea vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) se seleccionó como planta experimental. El ensayo, que duró seis meses, apuntaba a la determinación de la tolerancia de vetiver a un crudo pesado fitotóxico en el suelo. Además, se estudió el potencial de la planta para estimular la biodegradación de hidrocarburos de petróleo en el suelo. El método se basó en la comparación del crecimiento de las plantas y los parámetros del suelo con diferentes tratamientos.

El crudo pesado dañaba al vetiver; pero, las plantas desarrollaron la capacidad de reproducirse vegetativamente. Primero, la producción de hijos fue mayor en el suelo sin contaminantes y luego, fue más eficiente bajo la influencia del petróleo. Con un creciente número de hijos en el suelo contaminado se disminuía la diferencia en el diámetro de plantas en el suelo contaminado y sin contaminantes hasta que al final del experimento se perdió su importancia. Durante todo el estudio las biomásas y alturas de las plantas que crecieron en el suelo contaminado eran significativamente reducidas. Sin embargo, no hubo señales de efectos tóxicos en las partes aéreas de los hijos de vetiver; pero las estructuras de las raíces sufrieron modificaciones y las superficies de las raíces se redujeron por la presencia de contaminantes en el suelo. En cuanto a los diferentes tratamientos de fertilizantes en el suelo contaminado se observó un mayor crecimiento en el tratamiento del nivel medio que en el tratamiento de fertilizantes del nivel superior. Con el tiempo el crecimiento de las plantas había logrado el mismo nivel de desarrollo en ambos tratamientos de fertilizantes. Resumiendo los resultados se puede evaluar la especie vetiver como una planta tolerante a los efectos tóxicos de crudo pesado en el suelo. En cuanto a los contenidos de aceite y grasa en el suelo se registraron niveles de biodegradación muy bajos en todos los tratamientos de crudo

pesado. Tampoco hubo una actividad biodegradante de los hidrocarburos significativamente excesiva en la presencia de vetiver.

Por lo general, el vetiver es una planta muy útil en la conservación del suelo y el agua. Con respecto a esto, se descubrió que sería apropiada también para aplicarla en sitios contaminados de petróleo. Por lo tanto, sería posible utilizar eficazmente la especie vetiver en la melioración de los suelos contaminados por el crudo. Es por ello que las plantas de vetiver podrían ser utilizadas como “bombas orgánicas”, o en el control de la erosión para prevenir la distribución de contaminantes.

Para la selección de plantas adecuadas en la fitorremediación del suelo contaminado de petróleo generalmente se pudieran recomendar ensayos con diversos tratamientos de crudo y manejos agrícolas. Estudios avanzados de la fisiología de plantas y procesos de la rizósfera en la presencia de hidrocarburos serían muy útiles para ampliar los conocimientos de las especies en la interacción con contaminantes, microorganismos y el ambiente.

**Palabras claves:** fitorremediación, biodegradación, hidrocarburos de petróleo, contaminación de suelo, efecto tóxico, fertilizante, vetiver, raíz, trópico