

# RESUMEN EJECUTIVO

**Realizado por:** Juan José Terán A.

**Directo de Investigación:** Ing. Katty Coral

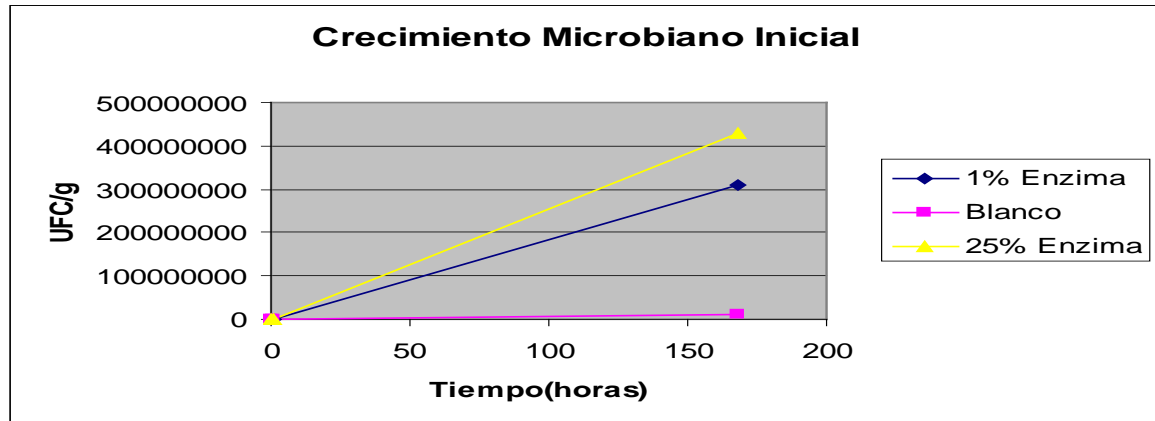
**Tema de la Investigación:** Biorremediación de un suelo limo – arenoso contaminado con crudo utilizando un coctel enzimático comercial.

Esta investigación está orientada a determinar el efecto que puede tener un coctel enzimático comercial en la biorremediación de un suelo limo – arenoso caracterizado inicialmente y que se encuentra contaminado con el 5% en peso de crudo.

No existe información referente a la concentración de aplicación del producto, en suelos contaminados por hidrocarburos; por lo que la investigación parte de cero; planteando una hipótesis inicial: “el producto podrá funcionar en dos rangos, un mínimo considerado al 1% (enzima) y un máximo 25% (enzima)” ya que estos valores resultan económicamente aceptables.

Un parámetro importante en la biorremediación de suelos es la presencia de microorganismos, es por esto que en el afán de buscar respuesta a la primera hipótesis, se decidió realizar un seguimiento inicial de microorganismo, en los dos rangos anteriormente mencionados (1%; 25%).

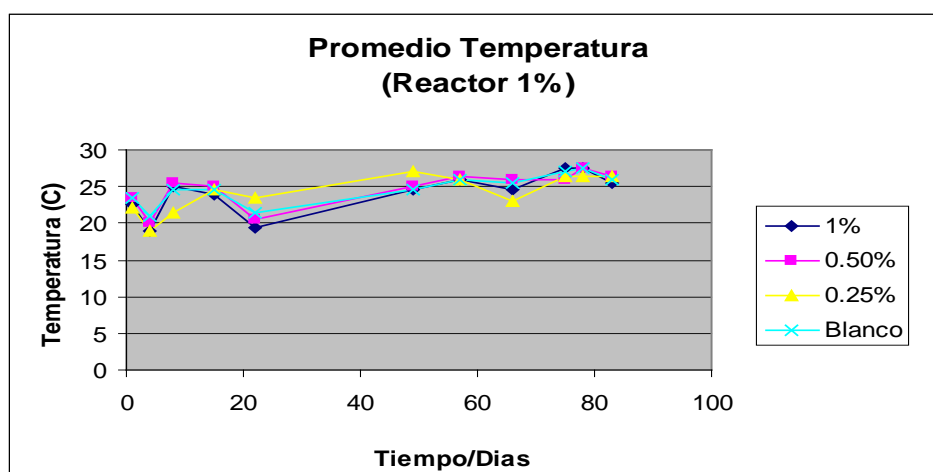
Se obtuvo el siguiente resultado:



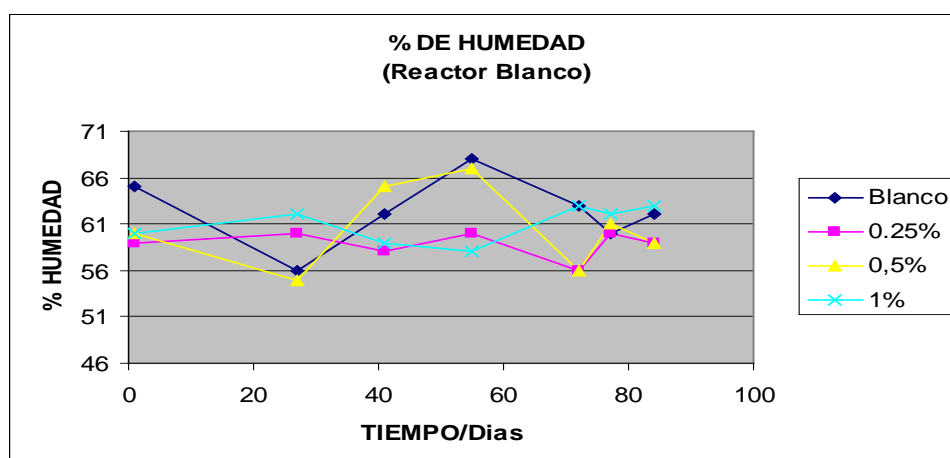
El crecimiento microbiano es similar en los dos rangos de concentración de enzima (al 1%) y (al 25%), es por esto que se decidió plantear una nueva hipótesis “con rangos de concentración de coctel enzimático de 0.25%; 0.5%; 1%; se dará diferentes niveles de degradación de hidrocarburos”.

Con estos rangos hipotéticos de concentración de coctel enzimático se realizó un tratamiento de aproximadamente 4 meses de duración, verificando que las condiciones del proceso sean controladas, es decir vigilando, pH, temperatura y humedad adecuados, nutrientes suficientes en el suelo, variación de población microbiológica, variación de concentración de TPHs, y variación de concentración de metales pesados.

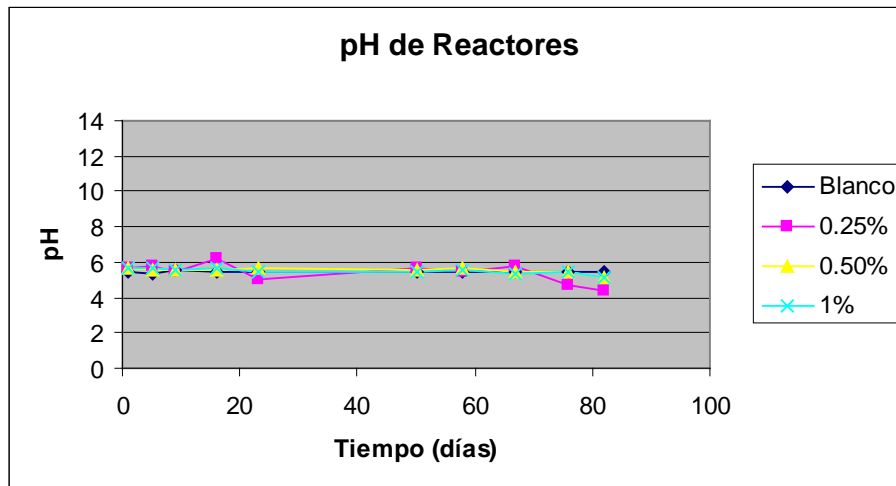
- ❖ **Temperatura:** El comportamiento de la temperatura, reporto una tendencia de incremento, debido a la colocación de una cubierta plástica sobre los reactores para disminuir el enfriamiento de estos, y por la época del año en la que se realizó (Verano).



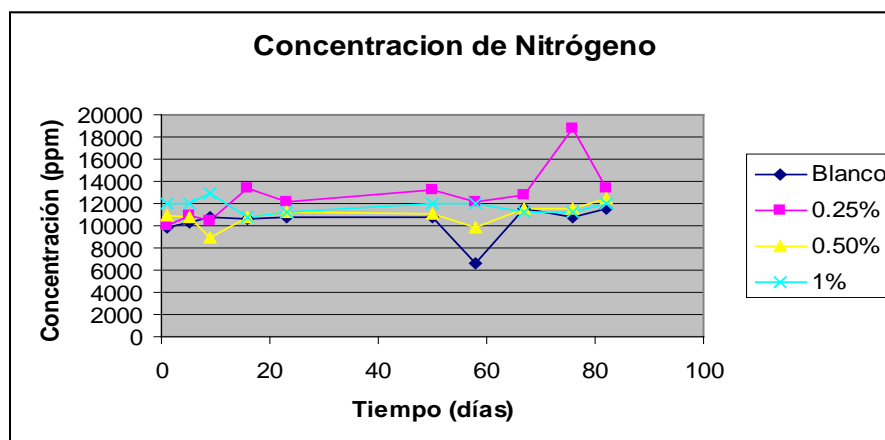
- ❖ **Humedad:** Mantener estable el porcentaje de humedad en todos los reactores es muy difícil, sin embargo se observa, que existe una variabilidad de un  $\pm 25\%$ .

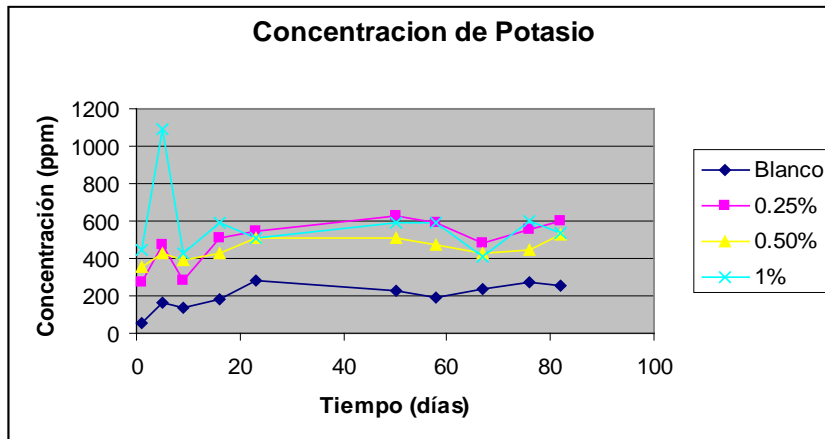
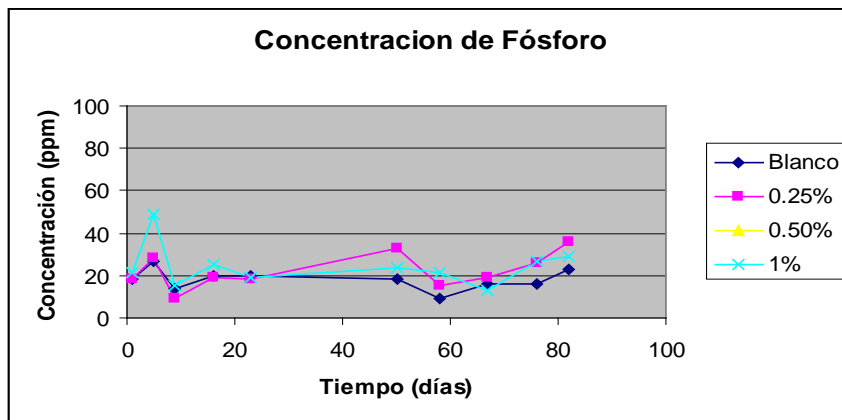


- ❖ **pH** : El pH se encuentra estable durante el proceso de biorremediación, hay que anotar que se halla en valores ligeramente ácidos, siendo este el valor originario o inicial al que el suelo se encontraba naturalmente.

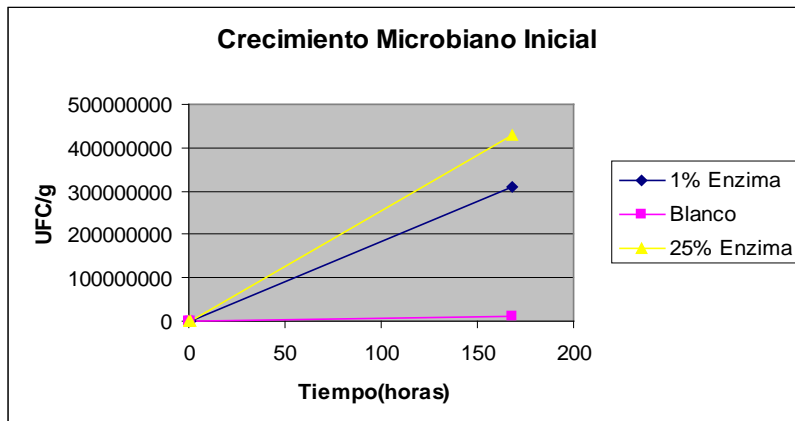


- ❖ **Nutrientes**: son un factor importante en el proceso de biorremediación de suelos, a pesar de la escasa especificidad que se puede obtener respecto a los diferentes tipos de complejos o compuestos que son sintetizados por los microorganismos.

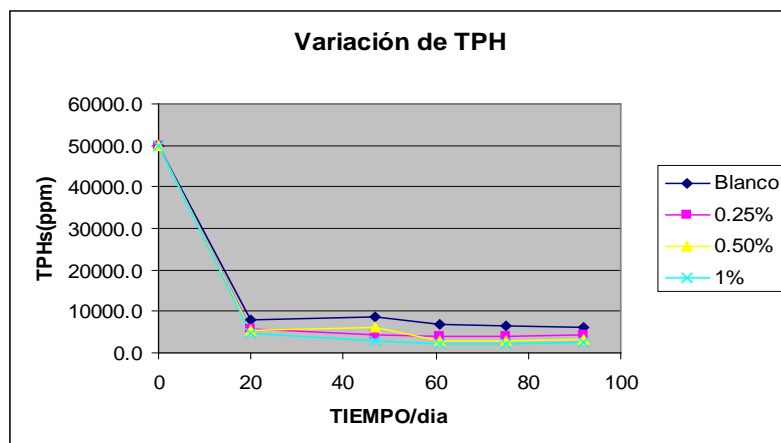




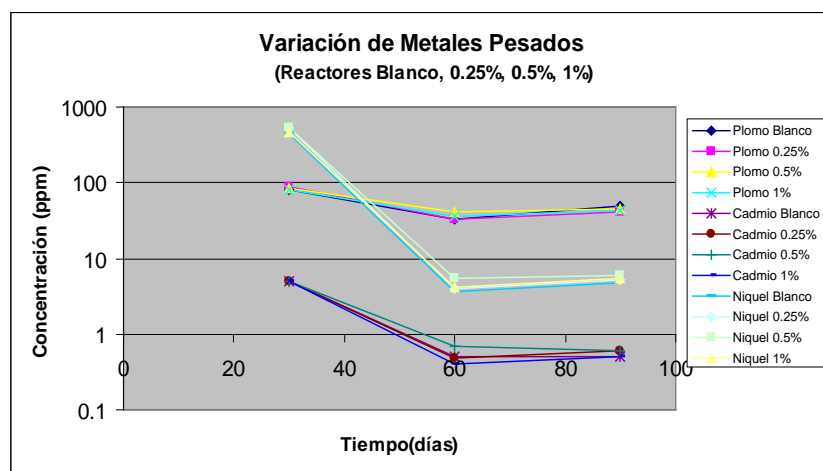
❖ **Microorganismos:** El crecimiento microbiano en el seguimiento inicial, que se realizó en dos concentraciones 1% y 25%, registrando resultados aproximados entre si. De estos valores se estableció, por cuestiones económicas, probar el proceso de biorremediación con rangos próximos al 1%, esto es 0.25%; 0.50%.



❖ **TPH:** La disminución de hidrocarburos puede ser producto de varios factores, entre ellos la volatilización de elementos, evaporación de agua presente en el crudo, y el efecto propio de degradación por parte de los microorganismos. La variación de hidrocarburos es brusca en los primeros días.



❖ **Metales Pesados:** Según se observa en el gráfico, existe una disminución considerable de metales pesados comparando su estado inicial y final, luego del proceso de remediación. La concentración de elementos Plomo, Níquel, y Cadmio disminuyen, tanto en el reactor blanco como en los demás reactores, lo que indica que el efecto de la enzima es relativamente mínimo en este aspecto.



Con estos parámetros se estableció algunas conclusiones:

1. El proceso de biorremediación utilizado para degradar hidrocarburos, en esta investigación, presenta una mejoría en aspectos de degradación de hidrocarburos y disminución de metales pesados, comparando los reactores adicionados con enzima y el reactor blanco o patrón.

2. Los rangos de concentración de coctel enzimático utilizados para la biorremediación, a partir del seguimiento inicial, fueron 0.25%; 0.5%; y 1% en peso.
3. El efecto que tiene la variación de la temperatura se ve reflejado en el incremento o decremento poblacional de microorganismos.
4. La humedad es un factor crítico en el crecimiento de los organismos, pues es el aspecto que mas limita el crecimiento microbiano.
5. El crecimiento microbiano se ve claramente incrementado con la adición de las enzimas.
6. Los nutrientes son un factor importante en el proceso de biorremediación de suelos, a pesar de la escasa especificidad que se puede obtener respecto a los diferentes tipos de complejos o compuestos que son sintetizados por los microorganismos.
7. La presencia de metales pesados en el suelo no se ve disminuye en gran magnitud con la aplicación del cóctel enzimático, sin embargo existe una pequeña mejora en cuanto al elemento plomo.



8. Los hidrocarburos pesados de petróleo son más difíciles de sintetizar. Con el uso del coctel enzimático se promueve la degradación de estos.
9. Hay que recalcar que este es un primer paso en la determinación de la eficacia del producto, pues la falta de información limita mucho la realización de una prueba más exacta que nos de valores reales y no aproximados de trabajo de la enzima. Con estos resultados iniciales queda abierta la oportunidad de realizar investigaciones posteriores para determinar las concentraciones óptimas a colocar en suelos contaminados con crudo y biorremediarlos en el menor tiempo posible, permitiendo una disminución en la variabilidad de los resultados, que conlleven a la consecución de resultados cercanos a la realidad de la catálisis enzimática.