

Espín Mayorga Manuel Eduardo
Facultad de Ingeniería en Geología,
Minas, Petróleos y Ambiental
e-mail: meespín@uce.edu.ec



FIGEMPA

Facultad de Ingeniería en Geología,
Minas, Petróleos y Ambiental

La FIGEMPA es, hoy, una unidad académica superior con un cuerpo docente altamente especializado, programas de educación continua, amplia cobertura, infraestructura científica, técnica y administrativa que la ha permitido alcanzar, con éxito, las metas y objetivos institucionales propuestos, en búsqueda permanente de la excelencia académica.

Programas de Posgrado

Maestrías:

- Profesional en Ingeniería de Petróleos con énfasis en Recuperación Mejorada de crudos convencionales y no convencionales.
- De investigación en Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Profesional en Geotecnia y Geología Aplicada.

Servicios:

- Programas de pregrado, postgrado y educación continua.
- Servicios Especializados de campo en las áreas de: Petróleo, Geología, Minas y Ambiental.
- Servicios de Laboratorio: análisis de aguas, suelos, lodos, emisiones gaseosas desde fuentes fijas de combustión y ruido ambiental.
- Apoyo logístico para los proyectos que desarrolla la facultad.

Dirección:
Ciudadela Universitaria, calle Jerónimo Leyton y Gatto Sobral
Teléfonos: (593-02) 2550-588 (593-02) 2566-726
www.uce.edu.ec - Correo electrónico: decanato.figempa@uce.edu.ec Quito - Ecuador



Evaluación de los efectos de la contaminación ambiental, en la productividad de los cultivos agrícolas, en la parroquia de Tumbaco

Evaluation of the effects of environmental pollution on the productivity of agricultural crops in the parish of Tumbaco

Resumen

Los objetivos de la investigación apuntan a determinar los niveles de contaminación del aire, agua y suelo y a evaluar sus efectos en la productividad de los cultivos en los barrios: La Morita, La Tola, El Arenal, La Esperanza, y Collaquí, ubicados en la parroquia de Tumbaco. Se realizó una encuesta de campo para identificar: las áreas; tipos de cultivo y los actores sociales involucrados. Se investigó y evaluó la calidad ambiental de la zona, mediante la determinación de la calidad del agua, del aire y del suelo. Se compararon los datos obtenidos en laboratorio con los límites de calidad de la normativa ambiental para uso agrícola vigente y se determinó los efectos de la calidad ambiental en la disminución de la productividad agrícola de la zona de estudio. Se observa que existen concentraciones de boro y de coliformes fecales que superan los límites permisibles, por la norma de agua de riego, que pueden afectar a cierto tipo de productos. Los cultivos rastreros como frutillas, legumbres y hortalizas deben ser prohibidos. Los niveles de calidad del aire, a excepción de las concentraciones de partículas **sedimentables** en los sectores de La Esperanza y Collaquí, están dentro de la norma. Existe presencia de concentraciones de cobre, mercurio, vanadio, zinc, en el suelo de la zona en estudio, por el uso de plaguicidas y abonos orgánicos, lo que no ha incidido significativamente en la reducción de la productividad agrícola, en el área señalada.

Palabras clave: contaminación; agua; aire; suelo; productividad

Abstract

The objectives of the investigation are determining levels of air pollution, water and soil and to evaluate its effects on crop productivity in the neighborhood La Morita, La Tola, El Arenal, La Esperanza, and Collaqui located in the parish Tumbaco. A field survey was conducted to identify areas, crop types and social stakeholders. It was investigated and evaluated the environmental quality of the area by determining the quality of water, air and soil. Comparison of the data obtained in the laboratory with the quality limits of current environmental regulations for agricultural use and effects of environmental quality was determined in decreasing agricultural productivity in the study area. It is observed that there are concentrations of Boron and Fecal coliform exceeding permissible limits by the standard of irrigation water that can affect certain types of products, Creeping crops such as strawberries and vegetables should be banned. Levels of air quality except Sediment concentrations in the sectors of Esperanza and Collaqui are within the norm. There is presence of concentrations of Copper, Mercury, Vanadium, Zinc in the soil of the study area by the use of pesticides and organic fertilizers that not had a significant impact on reducing agricultural productivity in the study area.

Keywords: pollution; water; air; soil; productivity

Introducción

La seguridad alimentaria está amenazada debido al incremento poblacional, la presión sobre áreas de uso agrícola para uso residencial; la alteración de los suelos de vocación agrícola, por un mal manejo y aumento en la concentración de químicos, en el agua y en el aire atmosférico. La agricultura sostenible constituye uno de los mayores desafíos[1], no sólo debe ser capaz de garantizar un suministro sostenido de alimentos, sino que sus efectos al medio ambiente y al desarrollo deben formar parte de los planes nacionales del buen vivir el Sumak Kawsay.

La parroquia rural de Tumbaco ubicada en el Distrito Metropolitano de Quito, ha sido uno de los centros productivos agrícolas de abastecimiento de alimentos. En las últimas décadas la producción se ha visto reducida en cantidad calidad. El suelo agrícola se ve sometido cada vez, con mayor intensidad a agresiones que afectan su variabilidad, como el riego con agua contaminada. El uso indiscriminado de fertilizantes y plaguicidas incrementan el contenido de metales pesados en el suelo, así como, el deterioro de la calidad del aire por el aumento del tráfico automotriz y la deforestación[2].

Para entender las causas de la pérdida de la productividad en la zona, por efectos de la contaminación ambiental, este estudio se ha enfocado en cinco sectores agrícolas potenciales de la parroquia de Tumbaco (La Morita, La Tola, El Arenal, La Esperanza y Collaqui).

El objetivo del estudio es: Investigar y evaluar los efectos de la contaminación del aire, agua y suelo en la productividad de los cultivos en los barrios citados. Con fundamento en los objetivos planteados y los eventos considerados para realizar la investigación, se establece la siguiente hipótesis: la causa de la variación en la productividad agrícola de los cinco sectores de estudio, es la contaminación del agua, aire, suelo y sus efectos colaterales en los cultivos.

Metodología

Para demostrar la veracidad o falsedad de la hipótesis planteada, se aplicó una metodología asociativa en la cual se alternó secuencialmente: fases de gabinete con fases de campo. En el primer caso se realizó la revisión de información existente y datos de estudios anteriores sobre el área de estudio [3]. En una segunda fase se realizó el levantamiento in situ de datos, en campo, mediante una encuesta donde se estableció el uso actual del suelo [4] y los cultivos más representativos de cada sector y a partir de ellos se determinaron los puntos de muestreo de agua, aire y suelo, en cada sector de estudio; estas muestras fueron enviadas para su análisis al laboratorio, los datos fueron procesados y analizados, determinando cuáles fueron los elementos encontrados sobre los límites máximos permisibles y sus efectos sobre los cultivos.

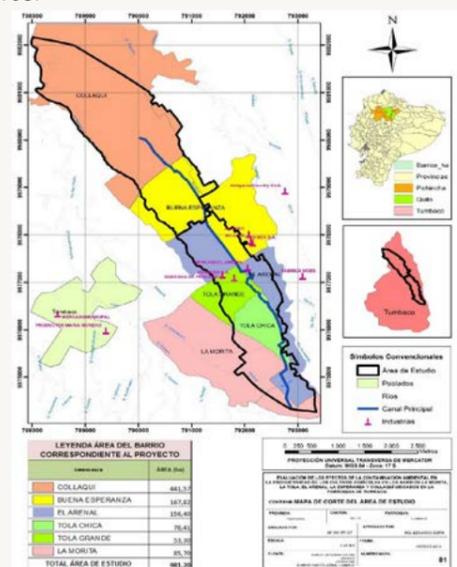


Fig.1 Área de estudio

La evaluación de los niveles de contaminación ambiental, en la zona de estudio y sus efectos, en la producción agrícola, permitió buscar los mecanismos para mejorar la productividad de estos cultivos.

Los parámetros físicos identificados en las muestras de agua fueron: pH, conductividad eléctrica, temperatura, los parámetros químicos fueron: alcalinidad, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), sólidos totales disueltos (STD), sulfatos (SO4), cloruros (Cl), nitratos (NO3), fosfatos (PO4), sodio (Na), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), mercurio (Hg), plomo (Pb), cadmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), cinc (Zn), arsénico (As), boro (B). Los parámetros biológicos que se determinaron en las muestras fueron: coliformes fecales, coliformes totales [5].

Los parámetros físicos a determinar en las muestras de aire fueron las Partículas Sedimentables [6]. Los parámetros químicos a determinar fueron: dióxido de azufre (SO2), dióxido de nitrógeno (NO2) y ozono (O3).

Para evaluar las propiedades agrológicas en las muestras de suelo, se determinaron: pH, textura, materia orgánica, conductividad eléctrica, fósforo (p), potasio (k), nitrógeno total (n), capacidad de intercambio catiónico (CIC) [7]. Los parámetros para evaluar los criterios de calidad del suelo medidos fueron: pH, conductividad eléctrica, índice sar, arsénico (as), azufre (s), boro (b), cadmio (cd), calcio (ca), cianuros (cn), cobre (cu), cromo (cr), magnesio (mg), mercurio (hg), cinc (zn), pesticidas organoclorados y pesticidas organofosforados.

Los valores reportados por el laboratorio fueron comparados con los criterios de calidad de agua para riego, calidad del aire y calidad del suelo del TULSMA [8].

Resultados

Uso actual del suelo

El procesamiento de la información obtenida, mediante las encuestas y visitas de campo; se indica en la figura 2, en la cual se observa el mapa temático de sectorización del uso actual del suelo, este indica que el suelo tiene un uso para la agricultura de 47,87%, para uso residencial 41,75%, el uso industrial del suelo es del 1,96% y para uso ornamental es del 8,36%.

A partir de la base de datos del 2005 (Tesis, Calderón y Pacheco) y comparando con la actualización del uso del suelo que abarca 265,54 Ha se evidencia, que en la actualidad el área agrícola ha disminuido aproximadamente en un 36%.

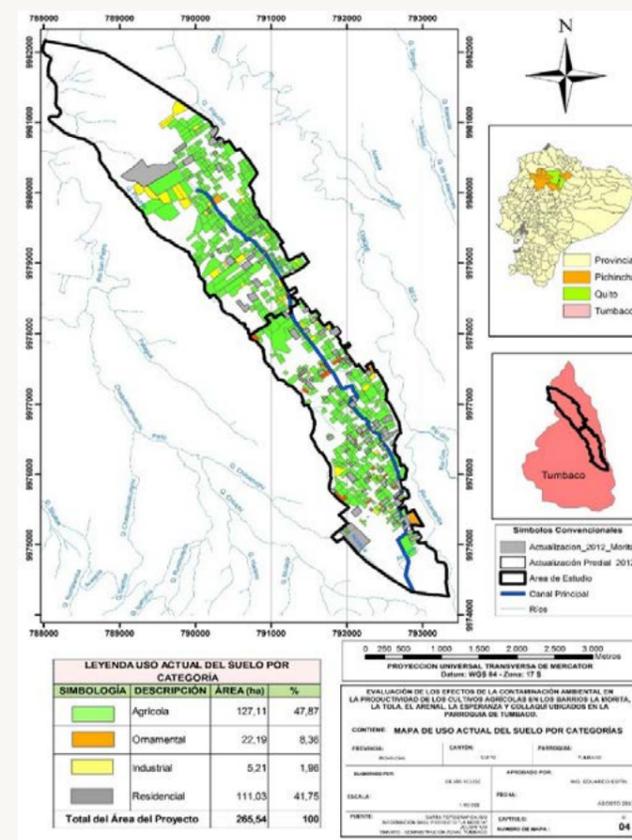


Fig. 2 Uso actual del suelo

Análisis de resultados de la calidad de las aguas

Con los datos obtenidos de conductividad eléctrica (salinidad) y relación de absorción de sodio RAS. se elaboró el diagrama de Sodio y Salinidad, figura 3 [9] en el cual podemos observar que el agua de riego del ramal Chichipata, en los distintos muestreos realizados durante el estudio, es un agua de buena calidad apta para el riego agrícola;

- MB1 = Muestreo Bocatoma 1
- MM1, MM2, MM3, MM4, MM5, MM6 = Muestreo Morita 1-6
- MMPROM = Muestreo Morita Promedio
- MA1, MA2, MA3, MA4, MA5, MA6 = Muestreo Arenal 1-6
- MAPROM = Muestreo Arenal Promedio
- MC1, MC2, MC3, MC4, MC5, MC6 = Muestreo Collaqui 1-6
- MCPROM = Muestreo Collaqui Promedio

Se puede observar que los valores de Boro reportados exceden el límite permisible de la normativa, en el sector de Collaqui. Las fuentes probables de aporte de Boro, en el agua de riego del área de estudio, son las aguas residuales de Sangolquí y La Merced, se excede el límite permisible de la normativa, la mayor concentración de coliformes fecales está en el sexto monitoreo del punto de muestreo Collaqui; en las aguas analizadas del ramal Chichipata, son indicadores de contaminación de tipo biológico, lo que conlleva un

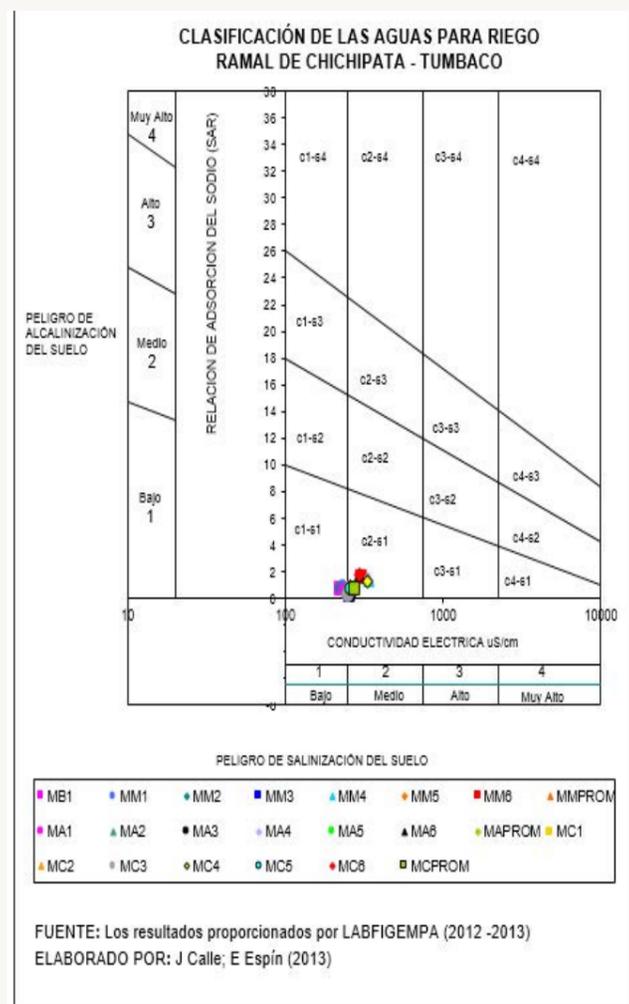


Fig. 3 Peligro de salinización del suelo

riesgo a la salud pública [10] al momento de consumir los productos crudos como es el caso de hortalizas, legumbres, frutillas que se cultivan en el sector.

Análisis de resultados de la calidad del aire

De los valores reportados se observa que las concentraciones de partículas sedimentables en los sectores de La Morita, La Tola y El Arenal, se encuentran por debajo de 1 mg/cm 230 días, mientras que, en los sectores de la Esperanza y Collaquí se supera este valor. En estos sectores existe la presencia de un mayor tráfico vehicular [11].

Análisis de resultados de calidad del suelo

Los análisis de los criterios de calidad del suelo nos indican que el límite de tolerancia del suelo en el barrio TULAS establece un valor de 4 para el índice SAR; a este valor se producirá cualquier tipo de cultivo, en el área de estudio, en la época seca. A excepción de Collaquí, los valores de SAR se encontraron dentro del límite permisible; en la época lluviosa se observa que los valores de SAR, a excepción de Collaquí se incrementaron, variación que podría darse debido a que

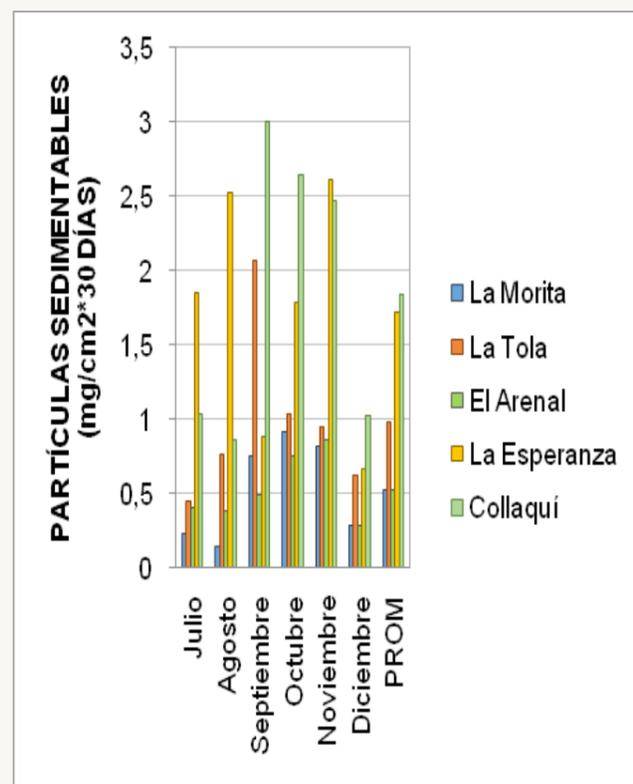


Fig. 4 Partículas sedimentables

las precipitaciones y la escorrentía ocasionen que el suelo pierda su permeabilidad [12].

Las concentraciones de Boro, en la época de verano, en los sectores de la Esperanza y Collaquí se encuentran ligeramente sobre los límites permisibles. El Boro es un parámetro que puede reducir la productividad agrícola en el sector. Los cultivos del sector de La Morita y La Tola (maíz, alfalfa, tomate) presentan un rango de semitolerancia al Boro, por tanto no representa un reductor potencial de la productividad.

En el sector de La Morita las concentraciones de Cobre sobrepasan el límite permisible. En este sector existe una alta concentración de materia orgánica que retiene al Cobre sobre el suelo; el exceso de Cobre es perjudicial para la planta, tiene la propiedad de bioacumularse en los organismos vivos.

Las concentraciones de Mercurio se encuentran sobre el límite permisible en toda el área de estudio; en la época de verano el Mercurio proviene de la utilización de plaguicidas, y puede alterar el normal desarrollo de la planta. En la época de invierno los niveles de Mercurio están por debajo de los límites permisibles.

La concentración de Cinc en La Morita supera el límite máximo permisible, en la estación invernal, seguramente por el contenido de materia orgánica, que fija el Cinc en el suelo, el exceso de esta sustancia da como consecuencia raquitismo de las plantas.

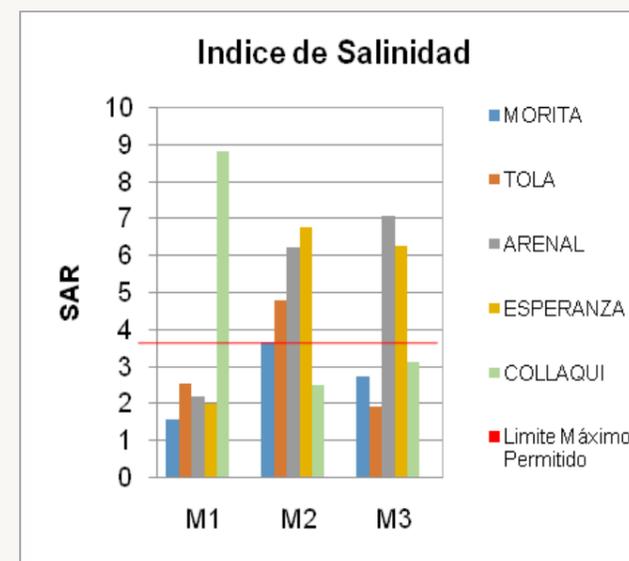


Fig. 5 Variación índice SAR en suelo

Discusión

El agua del canal de riego de Chichipata tiene características físico – químicas aceptables para el riego de los cultivos que se producen en la zona, teniendo como limitante las concentraciones de Boro y la tolerancia a este metal en los cultivos. Las características biológicas son malas para cultivos rastreros.

De los datos obtenidos de conductividad eléctrica (salinidad) y relación de absorción de sodio RAS, de acuerdo al diagrama de Sodio y Salinidad elaborado, se observa que el agua de riego del ramal Chichipata, en los distintos puntos de muestreos realizados durante el estudio, es un agua de buena calidad, apta para el riego agrícola.

Existen concentraciones de Boro, en el agua de riego del área de estudio, que sobrepasan el límite permisible establecido por los criterios de calidad para uso agrícola que pueden afectar a cierto tipo de cultivos, dependiendo de su tolerancia al Boro. Las concentraciones de coliformes fecales superan el límite establecido en la legislación ecuatoriana. La presencia de coliformes fecales es provocada por la captación del agua para el canal de riego en el río Pita, que recoge las residuales del cantón Rumiñahui las cuales se descargan al río, sin ningún tratamiento.

La calidad del aire, presenta una pequeña excedencia en las partículas sedimentables, en los distintos puntos de muestreo realizados durante el estudio, que no afectan a los cultivos agrícolas.

Las características de las propiedades agrológicas del suelo, en la zona estudiada, indican que la calidad de suelo para actividad agrícola se encuentra en el rango de mediana a buena.

Del análisis de los criterios de calidad del suelo, en los cinco sectores de estudio, se puede concluir que existen concentraciones de Boro que se encuentran sobre los límites permisibles y es un factor que puede reducir la productividad agrícola. Las concentraciones de Cobre, Mercurio, Vanadio, Cinc y otros metales pesados, encontrados en los cinco sectores de estudio, pueden deberse al uso de plaguicidas y abonos orgánicos, en cuya estructura o como impureza contienen metales pesados.

Conclusiones

El agua de riego del ramal Chichipata es de buena calidad, apta para el riego agrícola, a excepción de las características biológicas que limitan el uso de esta agua para cultivo de frutas y hortalizas rastreras.

Considerando la pequeña excedencia en las partículas sedimentables, la calidad del aire, en los distintos puntos de muestreo, no afecta a los cultivos agrícolas.

Los niveles de contaminación del suelo no han incidido significativamente en la reducción de la productividad agrícola en el área de estudio.

La productividad de los cultivos en el sector, se ve amenazada principalmente por la falta de interés en la comunidad para dedicarse a la agricultura. El proceso de urbanización es más fuerte que el de conservación y uso del suelo para la agricultura, la disminución de la producción agrícola del sector de Tumbaco, se debe al proceso urbanístico que se ha venido dando en la última década con tendencia a crecer por la ubicación del nuevo Aeropuerto “Mariscal Sucre”.

Referencias bibliográficas

[1] Food and Agriculture Organization FAO. (1982). *La Calidad del Agua en la Agricultura. ESTUDIO FAO, Riego y Drenaje, No. 29, rev 1*. Roma: FAO.
 [2] Pacheco, E. (2005). *Tesis Estudio de Distribución Técnica del Agua, para 458 Usuarios con 192,2 Hectáreas, del Ramal Chichi-*

pata (Zona 2), del Sistema de Riego Tumbaco. Quito: UCE – Ciencias Agrícolas.

[3] Calderón, S. (2004). Tesis Estudio de Distribución Técnica del Agua, para 452 Usuarios, con 170.46 Hectáreas, del Ramal Chichipata (Zona 1), del Sistema de Riego Tumbaco. Quito: Facultad de Ciencias Agrícolas (UCE).

[4] Distrito Metropolitano de Quito. (2012). Catastro Administración Zonal Tumbaco. Quito: Municipal.

[5] Sancha, A. (2005). Criterios de Calidad de Aguas para Uso en Riego. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

[6] Sociedad Química Minera. (5 de Julio de 2013). Obtenido de Partículas Sedimentables: www.sqm.com

[7] Food and Agriculture Organization. (1997). Estudio FAO Riego y Drenaje 55. Roma: FAO.

[8] Ministerio del Ambiente del Ecuador. (31 de marzo de 2003). Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Quito, Pichincha, Ecuador: R.O.

[9] Cánovas, J. (1986). Calidad Agua riego. Madrid.: Servicio de Extensión Agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

[10] H. Congreso Nacional. (22 de Diciembre de 2006). Ley Orgánica de Salud. Quito, Pichincha, Ecuador: Registro Oficial Suplemento 423.

[11] Universidad de Huelva España. (2007). Diagnóstico y Vigilancia del Impacto por Vía Atmosférica de un Complejo Refinero en Extremadura/Informe final. Huelva.

[12] Dorrnsoro, C. (4 de Octubre de 2013). Introducción a la Edafología. Obtenido de <http://www.edafologia.ugr.es>

