

VETIVER PARA CONTROL DE LIXIVIADOS EN UN FILTRO BIOLÓGICO DE AIREACIÓN EXTENDIDA.(FBAE)

Oswaldo Luque¹, Oscar Quintero W²., Roberto Barrera³.

^{1,2}Soluciones Ambientales Vetiver C.A, email savervenezuela@gmail.com, ³Cervecería Polar C.A, email roberto.barrera@empresas-polar.com

Palabras claves: Biofiltro, Lodos residuales, compost, humedales

RESUMEN

Metodología desarrollada por O. Luque (1997) en el Centro para el procesamiento de lodos residuales de cervecería (CEPAREL) y que fue puesta en marcha en varias empresas para el tratamiento de líquidos residuales (LR), desde hace más de 15 años. Se implementará en una ampliación en Bodegas Pomar, C.A, empresa vitícola, para el tratamiento de sus líquidos residuales (LR). Consiste en asperjar los LR sobre un terreno conformado por una capa de compost, y luego con aireación sucesiva aplicada con un tractor y una rastra agrícola, la carga orgánica de los LR es reducida a su mínima expresión, por una actividad microbiana, principalmente microorganismos. El paso constante de la maquinaria agrícola produce el conocido piso de arado o rastra, capa muy compactada que impide el drenaje a horizontes más profundo del agua bajo tratamiento. En las márgenes del FBAE y al final del terreno se coloca un humedal del vetiver para controlar cualquier contaminante presente en los lixiviados. El trabajo incluye estudio del perfil de suelos, y bases teórico prácticas.

SUMMARY

Key words: Biofilter, sludge, compost, wetland

Methodology developed by O. Luque (1997) at the Center for processing brewery sludge (CEPAREL) and was launched in several companies for the treatment of waste liquids (LR), for more than 15 years. Be implemented in an extension at Bodegas Pomar, CA, and wine company, to treat their waste liquids (LR). It consists of spraying the LR on a land formed by a layer of compost, and then with successive aeration applied with a tractor and agricultural harrow, the organic load of the LR is reduced to a minimum, by microbial activity, mainly microorganisms. The steady pace of agricultural machinery produced the famous plow pan or dredge, very compacted layer that impedes drainage water deeper horizons under treatment. On the banks of FBAE and end of the field is placed vetiver wetland to control any contaminants present in the leachate. The work includes soil profile study, theoretical and practical basis.

INTRODUCCION

El Filtro Biológico de Aireación Extendida o Biofiltro es una metodología basada en el sistema conocido como "Land Farming", es una tecnología de Biorremediación, la cual utiliza el suelo y su carga de microorganismos, para degradar productos orgánicos de diversos orígenes. Consiste en distribuir en una superficie de terreno una cantidad de lodos, sustancias orgánicas o aguas con una alta carga orgánica que se quieren degradar, se aplican nutrientes apropiados y por métodos mecánicos se suministra aireación de tal manera que el sistema se comporte en el rango aeróbico, que permita una degradación rápida y segura, sin generar malos olores. Esta metodología es aceptada por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos.

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL FILTRO BIOLÓGICO DE AIREACIÓN EXTENDIDA (FBAE)
PLANTA BODEGAS POMAR, CARORA, EDO. LARA
OBJETIVO GENERAL DEL SISTEMA.

Disminuir la carga orgánica en aguas del Proceso Industrial de Bodegas Pomar, sin afectar los recursos naturales del área intervenida en terrenos vecinos a la Planta,

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Constituir la extensión del Filtro Biológico de Aireación Extendida en un área de 12.000 metros cuadrados

Caracterización del suelo desde punto de vista de fertilidad y análisis de calicatas, en especial, para tener la distribución del tamaño de partículas.

Disposición intermedia de los residuos del proceso de la uva en el terreno del FBAE

Memoria descriptiva de la alternativa seleccionada

Descripción de equipos

Definición de aspectos técnicos

ANTECEDENTES.

Esta metodología fue desarrollada por Oswaldo Luque M, y aplicada en 1987 en el Centro de Protección Ambiental para el Reciclaje de Lodos Residuales de Cervecería, (CEPAREL), Planta Cervecería Polar Oriente, para degradar líquidos residuales del proceso, para lo cual se aplicaba una capa de compost de unos 20 centímetros de espesor y sobre la misma se asperjaba el líquido a degradar, la aireación se hacía con un tractor que tiraba una rastra, se comprobó que después de unos 10 pases del implemento, se formaba una capa compactada a una profundidad variable de 15 a 20 centímetros de profundidad lo que controlaba la conductividad hidráulica saturada reduciéndose la misma a cero, esto hacía que se eliminara la posibilidad de contaminar el sub-suelo con lixiviados.

Esta metodología también fue implementada en Bodegas Pomar, para obviar la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, asperjando líquidos residuales sobre una base de compost. Los resultados han sido positivos y el sistema tiene más de 12 años funcionando.

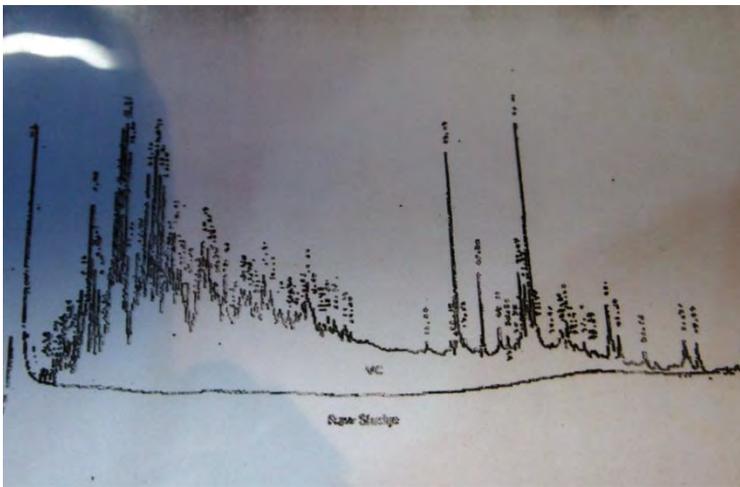
En Pepsi-Cola Venezuela, Planta Tocarón se estableció un Filtro Biológico de Aireación Extendida para el tratamiento y degradación de productos no aptos, los cuales tenían un alto porcentaje de azúcar; el sistema funcionó ininterrumpidamente durante unos tres años, y cayó en desuso porque los residuos se incorporaron a otro sistema de producción industrial (producción de alcohol).

BASES TEORICAS.

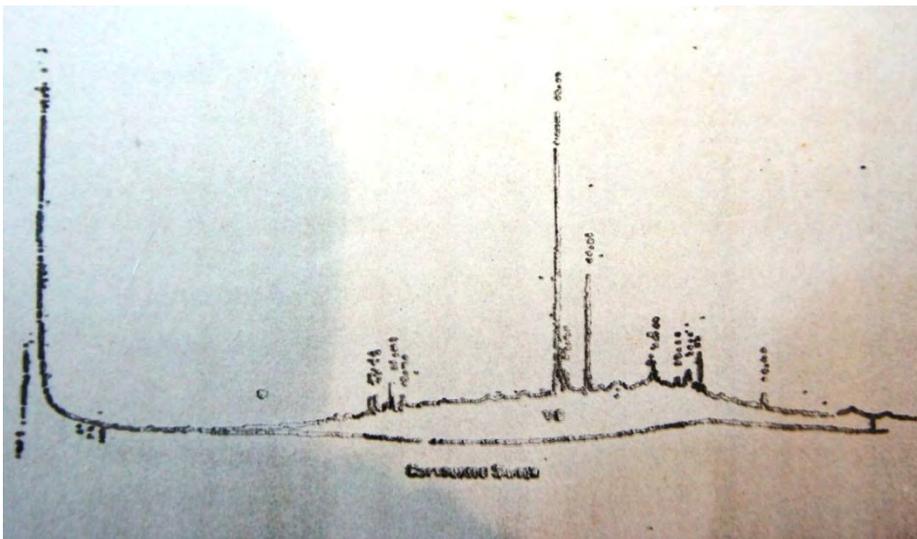
Este sistema está basado en el método conocido como Land farming, que es una técnica de saneamiento de suelos por degradación promoviendo que los microorganismos y el compost presente descompongan la materia orgánica, no estabilizada, y se exporten del sistema contaminantes. Las barreras de vetiver diseñadas como humedales, son capaces de reutilizar hasta un 80 % de fósforo, 90 % de nitrógeno y otros elementos contaminantes. Se pasa una rastra pesada tirada por un tractor agrícola, este proceso usado frecuentemente sobre el suelo hace que a unos 15 a 20 cm se forme lo que se conoce como el piso de rastra o de arado, el cual consiste en una capa compactada por el reacomodo de las partículas finas (arcilla y limo), dicho sistema pasa a controlar

la Conductividad Hidráulica saturada del suelo la cual tiende a valores cercanos a cero, en estas circunstancias los aportes de lixiviados a aguas profundas es nulo. Los excesos de lixiviados se controlan con un humedal de vetiver. Varios autores, establecen conceptos relacionados con este fenómeno, así Cooper, 1971, indica que existen prácticas a propósito, realizadas para compactar intencionalmente el suelo, a profundidades variables dependiendo de la textura, así por ejemplo en suelos arenosos se compacta a profundidades que varían entre 24 a 36 pulgadas para disminuir el drenaje interno, utilizando para ello diversos métodos, de esta manera se previene las pérdidas de agua por drenaje profundo, este autor indica pruebas de campo diversas para comprobar este comportamiento del suelo sometido a estas condiciones de compactación

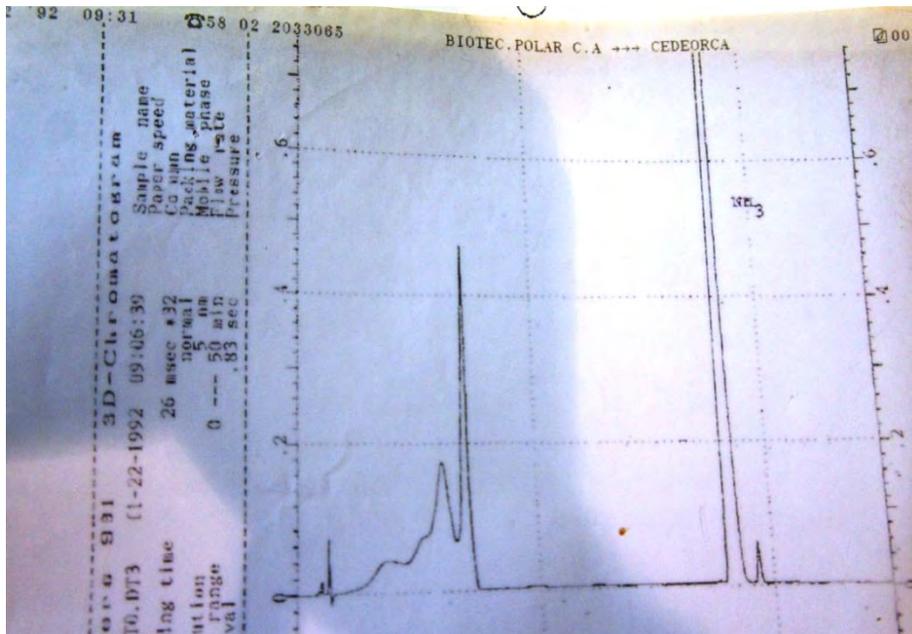
Transformaciones de líquidos residuales a través del tiempo en un filtro biológico de aireación extendida. Luque, 1992, reporta estudios realizados en el Laboratorio de Biotecnología Cervecería Polar C.A. de extractos de muestras de compost, lodos frescos y lodos del filtro biológico de aireación extendida en CEPAREL.



Cromatograma 1. Extracto de Lodos residuales frescos de Cervecería se observa numerosos picos, correspondientes a diversos compuestos presentes en los lodos.



Cromatograma 2. Extracto de Lodos Residuales, un mes después de haberse sometidos al Filtro Biológico de aireación extendida. Notar la disminución considerable de picos, lo cual indica una considerable baja de diversos compuestos presentes en los lodos frescos.



Cromatograma 3. Extracto de compost con Amonio, elaborado en CEPAREL con lodos estabilizados en el Filtro Biológico, nótese los pocos picos que aparecen en la gráfica, lo cual indica que el compost ha sido estabilizado. La presencia de amoníaco se explica porque la extracción se realizó con urea en agua, transformada por la ureasa del compost en amoníaco y amonio.

Evidencias del efecto del paso continuo de maquinaria con implementos agrícolas (rastra, arado, etc) sobre el suelo.

Pla Senti (1977) reporta que ocurren cambios dramáticos las relaciones suelo-agua bajo suelos diversos en Venezuela sometidos a condiciones de labranza, a iguales conclusiones llegan los investigadores españoles Irurtia, C. B; Mon R. ver cuadro 1, muestran cómo se afectan la Conductividad hidráulica del suelo, la resistencia a la penetración de acuerdo a la humedad del suelo tanto a capacidad de campo (humedad después de 48 horas de una fuerte lluvia) y a la humedad contenida en el Punto Permanente de Marchitez (humedad del suelo, casi seco, donde la mayoría de las plantas no se recuperan). En general se concluye de este trabajo que la conductividad hidráulica del suelo disminuye drásticamente según los efectos de la compactación, igualmente los valores de resistencia a la penetración aumenta notablemente. Estos valores generalmente ocurren en los suelos y varían de acuerdo a la textura y manejo de los mismos.

Cuadro 1. Valores promedio de Conductividad Hidráulica (cm/hora) y Resistencia a la Penetración (MPa), Obtenidos en muestras de suelo compactadas con diferentes niveles de presión.

Parámetro	C1-Compactación Natural	C2-Compactación 1 Kg/cm ²	C3 Compactación a 4 Kg/cm ²
Conductividad hidráulica (cm/hora)	4,33	1,76	0,90
Resistencia a Penetración Capacidad de Campo (MPa)	0,07	0,20	0,25
Resistencia a Penetración Punto de Marchitez (MPa)	0,31	0,43	0,48

Evidencias micromorfológicas de la Compactación de maquinaria agrícola con implementos de labranza



Foto a la Izquierda, de un estudio realizado por Trowse (1971) donde hay evidencias micromorfológicas de un suelo normal. Los espacios oscuros muestran la alta conectividad de los microporos, lo que es fundamental, en el movimiento del agua dentro del suelo.



Esta foto muestra el impacto del tráfico de maquinaria agrícola, en una capa compactada, en el espacio conocido como entre la hilera, es decir, por donde pasa la rueda del tractor. Trowse (1971). Comparar con la foto de arriba donde hay una disminución de microporos.



Esta foto muestra la interrupción de los microporos, producidos por el impacto del implemento agrícola sobre el paso continuo de maquinaria, lo cual disminuye notablemente la Conductividad Hidráulica del suelo. (Truouse, 1971).

Sistema de Protección: 300 m2 de humedales de Vetiver

Al final de cada módulo de FBAE filtro, en la pendiente baja del terreno. Combinadas con 2 hileras de vetiver a lo largo de cada módulo del FBAE. Este sistema está debidamente comprobado para disminuir casi a cero al nitrógeno, fósforo y otros contaminantes presentes en las aguas residuales. [www//http.vetiver.org](http://www.vetiver.org)

-Se debe disponer de un tanque Buffer con la capacidad suficiente para almacenar agua, para casos de contingencia o lluvias.

Rastreado. Interdiario.

Esto debe ser un sistema operativo importante y no debe ser descuidado, caso contrario, empiezan a aparecer malos olores y se interrumpe el proceso de biodegradación de los líquidos a tratar.

Sistema de Protección: 300 m2 de humedales de Vetiver al final de cada módulo de FBAE filtro, en la pendiente baja del terreno. Combinadas con 2 hileras de vetiver a lo largo de cada módulo del FBAE. Este sistema está debidamente comprobado para disminuir casi a cero al nitrógeno, fósforo y otros contaminantes presentes en las aguas residuales. [www//http.vetiver.org](http://www.vetiver.org)

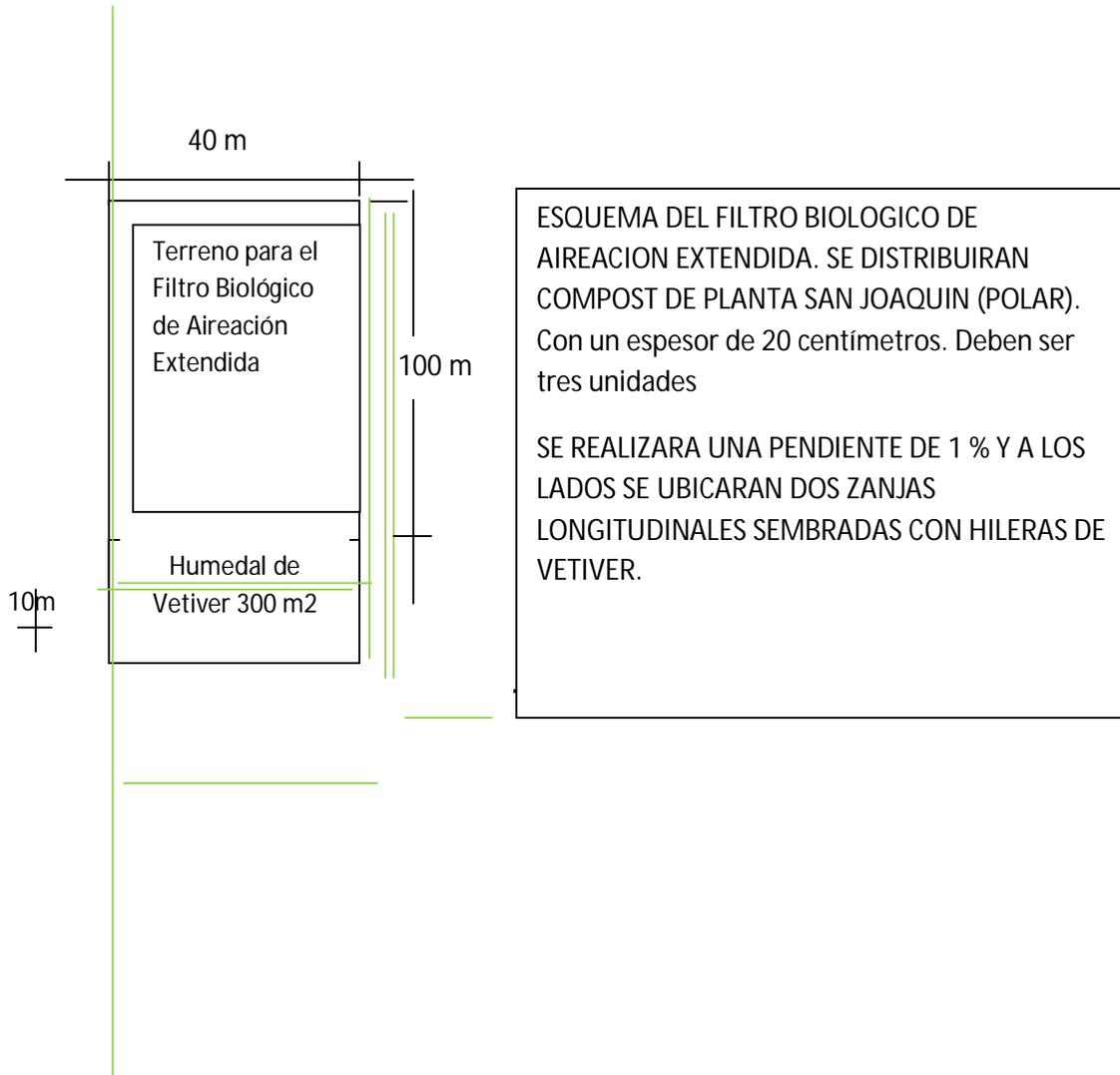




Fig. 1. Arriba izquierda, vetiver para proteger cursos de agua, arriba derecha, vetiver para tratamiento de aguas residuales, abajo izquierda, cultivo hidropónico, experimento en Cervecería Polar San Joaquín; abajo izquierda modelo de tratamiento de aguas residuales (Luque, O. et al, 2006); abajo derecha, tratamiento de aguas por el método de humedales (Cameron, and P. Truong, 2011), el vetiver exportó 1920kg/ha/año de N y 198kg/ha/año de fósforo.

Condiciones de aireación es importante considerar la remoción periódica con una rastra tirada por un tractor agrícola, preferiblemente de doble tracción, esta acción favorece la degradación de los lodos de manera aerobia, por lo tanto, no hay peligro de malos olores, propios cuando el sistema se vuelve anaeróbico.

La figura 2, muestra un modelo teórico elaborado por O. Luque, basado en un primer modelo desarrollado por O. Luque, P. Truong, et al (2006), con experiencias recabadas en el Biofiltro de Bodegas Pomar el cual tiene más de 15 años funcionando. En la foto se indica que se detectó filamentos blanquecinos en las raíces de las plantas de vetiver, sembradas para control de lixiviados, dichas estructuras se corresponden con bacterias actinomicetos, estos microorganismos contribuyen a disminuir la presencia de bacterias tipo coliformes porque está comprobado que generan antibióticos, (sociedadmexicanadefitopatologia.org/archives/61219211.pdf)

Fig. 2. MODELO TEORICO AMPLIADO TRATAMIENTO BIOLÓGICO Y FISICO QUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES CON VETIVER, DESPUES DE O. Luque, P. Truong et al, 2006

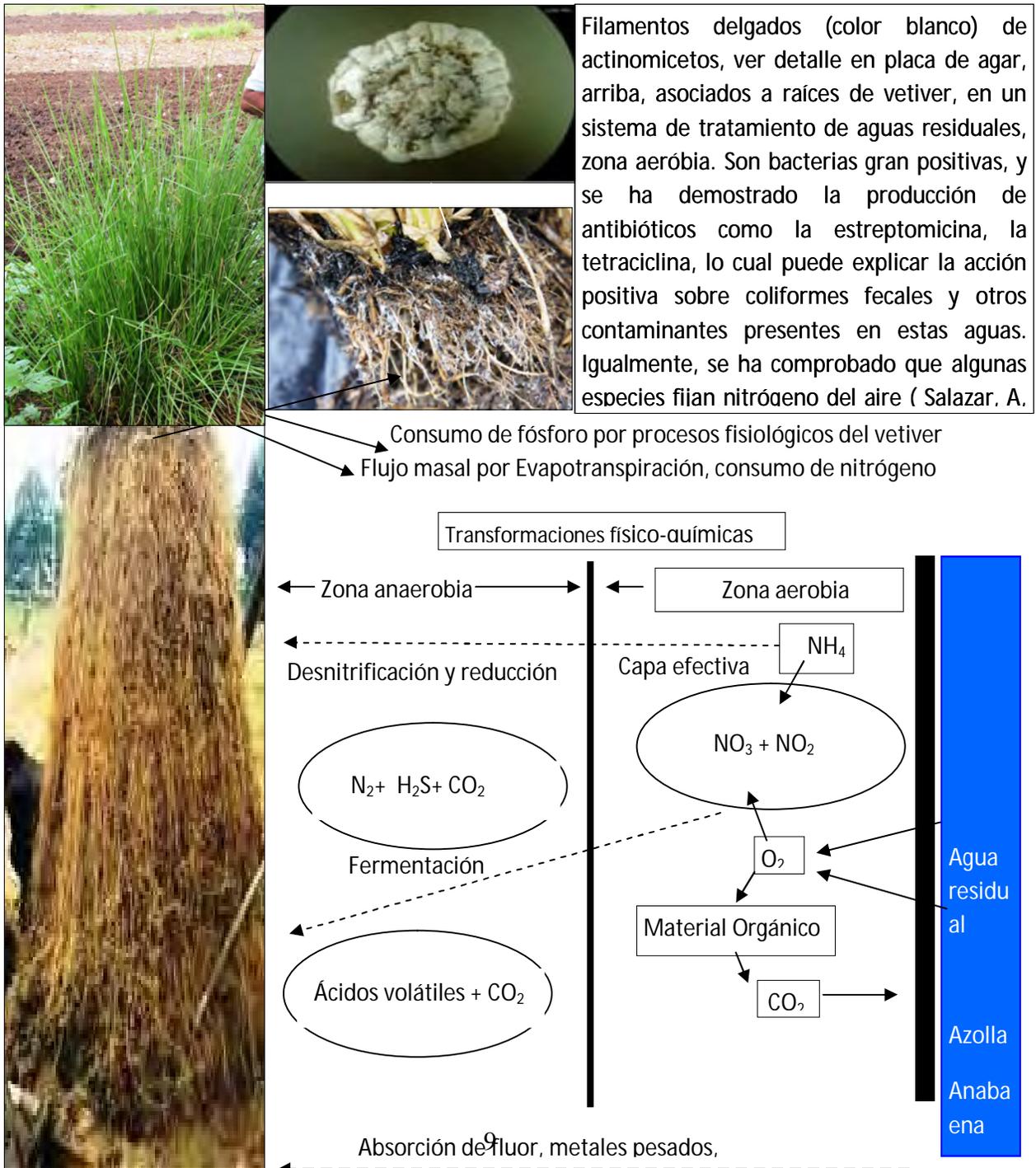


FIGURA 3. FILTRO BIOLÓGICO AIREACIÓN EXTENDIDA (FBAE) A EN BODEGAS POMAR-CARORA VENEZUELA. PROTEGIDO CON HUMEDAL DE VETIVER AL FINAL PARA TRATAMIENTO TERCIARIO.



Vista aérea desde Google earth del sitio marcado con una flecha donde funciona el FBAE, a la izquierda perfil del suelo, desde 0 hasta 150 cm de profundidad.



A la izquierda, sarmientos y otros desechos del proceso de la producción de vino de las Bodegas Pomar; a la derecha, tractor y rastra removiendo el compost y mezclando con líquidos residuales



.A la izquierda hilera de vetiver al final del FBAE; a la derecha, vista general del FBAE. Fotos Oscar Quintero, Soluciones Ambientales Vetiver. Canon Power Shot G11, 7may2013

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. A lo largo de estos 15 años, se ha implantado la metodología del Filtro Biológico de Aireación (FBAE) o Biofiltro, en varias empresas de Venezuela, con resultados buenos, basado en el Land Farming desarrollado en USA y aceptado por EPA.
2. La metodología de la aireación con tractor y rastra ha resultado positiva, toda vez, que se forma una capa compacta conocida como piso de arado, y disminuye la conductividad hidráulica saturada casi a cero, el exceso de agua se evapora y los lixiviados se tratan con la tecnología del pasto vetiver.
3. A partir del año 2006, se incluyó la tecnología del pasto vetiver para tratar el exceso de lixiviados con excelentes resultados.
4. Se recomienda fomentar las investigaciones básicas para explicar los fenómenos que ocurren en el tratamiento terciario de aguas residuales con vetiver.

BREVE RESEÑA DE AUTOR PRINCIPAL Oswaldo Luque M, Ingeniero Agrónomo UCV Maracay, Maestría en Ciencia del Suelo, Universidad de Gante Bélgica, Doctor en Ciencias del Suelo, UCV Maracay Venezuela, Director del Proyecto Vetiver de Fundación Empresas Polar (Finalizado), Miembro del Comité Organizador de la Cuarta Conferencia Internacional de Vetiver Caracas 2006. Premio Rey de Tailandia, Certificado de excelencia de la Red Mundial de Vetiver, Premio de la Red Mundial de Vetiver. Propulsor del vetiver en Venezuela y otros países Latinoamericanos (Panamá), Actualmente dirige el Proyecto de Vetiver de Cerámicas Caribe,-CISE, en Comunidades de bajos recurso, Caracas Venezuela. Director de Soluciones Ambientales Vetiver C.A.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Agriculture Handbook, 60. 1957. Diagnosis and Improvement of Salinity and Alkalinity Soils. L.A. Richard, Ed. United State Salinity Staff, Soil and Water Conservation Research Research Branch. Washington, D.C.

Barnes, et al, 1971. Compaction of agricultural soils, American Society of Agricultural Engineers, ASAE Monograph, Michigan, U.S.A.

Cameron S, and Paul Truong, 2011, Vetiver System for Industrial Wastewater treatment and disposal at Gelita APA, Queensland, Australia. http://www.vetiver.org/TVN_INDIA_1stWORKSHOP_PROCEEDINGS/Chapter%202-4.pdf

Convenio Fonaip-Fundación Polar, 1987. Estudio de los lodos residuales de cervecería como acondicionadores de suelos arenosos de la Mesa de Guanipa. Responsable Oswaldo Luque M, Informe final. Biblioteca Fundación Empresas Polar, Caracas.

Iurtia, C. B; Mon R. Efecto de la Compactación del Suelo en la Conductividad

Hidráulica y la Resistencia a la Penetración. España, <http://agrolluvia.com/wp-content/plugins/download.../download.php?id>.

Luque, O, 1992. El uso de abonos orgánicos en la agricultura Venezolana, 1er Curso de Fertilidad de Suelos, Pequiven, Valencia, Edo. Carabobo.

Luque, O P. Truong, D. Morao y E. Ceballos 2006. Modelo teórico para explicar los principios involucrados en el Tratamiento de Aguas Residuales por el Vetiver, Cervecería Polar- Planta San Joaquín, Venezuela. <http://www.vetiver.org/ICV4pdfs/EB05es.pdf>

Plá Sentí 1977. Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en Venezuela. UCV.Facultad de Agronomía.

Salazar, A, M y C. Ordoñez, 2013. Aislamiento e identificación de Actinomicetos fijadores de nitrógeno en suelo del Jardín Botánico de la Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología Química Pereira, Colombia, 115 p. Internet: recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/58073S161.pdf

Sistema de Land Farming. <http://www.frtr.gov/>

Trouse, 1971. Soil Conditions as they affect plan establishment, root development, and yield. Compaction of agricultural soils, American Society of Agricultural Engineers, ASAE Monograph, Michigan, U.S.A.