

Experiencias en la utilización de aguas residuales y lodos del fondo de las lagunas de estabilización en la plantación Palmar del Oriente

Experiences in the use of residual waters and muds of the bottom of the stabilization lagoons in the Palmar del Oriente

José Santos P.; José A. Ramírez; Edgar Yamíl Acosta ¹

RESUMEN

La palma de aceite es un cultivo que ofrece gran variedad de subproductos ampliamente utilizables durante y después del proceso de extracción del aceite, entre los cuales se pueden resaltar las aguas residuales y los lodos del fondo de las lagunas de estabilización. En el Palmar del Oriente Ltda. conscientes de la política de producción más limpia se realizó un ensayo de fertirrigación con el efluente de las lagunas de estabilización en un lote contiguo a la planta extractora, sembrado con 7,15 hectáreas de palma de aceite, variedad IRHO, en el año de 1979, denominado 1B. Los objetivos perseguidos con el ensayo fueron: Utilizar una alternativa diferente para el manejo del efluente, mejorar las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del suelo, aumentar la producción de racimos, disminuir los costos en fertilización y observar la evolución de la Pudrición de Cogollo (PC). Se escogió el lote 1B porque presentaba baja producción y una alta incidencia de la enfermedad PC, donde se construyeron canales cuaternarios cada cuatro líneas de palma con unas profundidades promedio de 1,20 m. en las partes más altas y 0,60 m. en las partes más bajas. Con el fin de facilitar la absorción y el desplazamiento del agua se colocaron trinchos cada 30 m. para permitir un nivel similar al de la capa arable, donde se encuentra la mayor concentración de raíces absorbentes y fauna microbiana en acción de compostaje. Mediante la utilización de una motobomba y 400 m. de manguera de tres pulgadas se llevó el agua hasta los puntos más altos para alimentar los canales. Para tener un parámetro de comparación se dejó un área de 1,5 hectáreas como testigo, a la cual no se le aplicó el efluente, se tomaron muestras del suelo antes del ensayo para realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos, y cada mes, durante 23 meses, se evaluaron variables como: pH, densidad, humedad, nitritos, nitratos, bacterias generales, Pseudomonas, bacterias nitrificantes y bacterias fosfatadoras, textura, potasio, calcio, magnesio, etc. Estos datos se graficaron y analizaron mediante el método estadístico Duncan, de donde se concluye que la utilización del efluente aumenta la producción de racimos, mejora las condiciones del suelo, disminuye el porcentaje de incidencia de la PC, entre otros beneficios.

SUMMARY

Oil palm is one of the crops that offers great variety of sub-products widely usable during and after the oil extraction process. Among these we can name the residual waters and sludge at the bottom of the stabilization lagoons, which are the object of this study. El Palmar de Oriente Ltda. conscious of a cleaner production policy, performed a test of fertilizer irrigation with the effluents of the stabilization lagoons in a lot of land nearby the mill. The lot was sowed with twelve hectares of palm I.R.H.O. variety since 1979, named 1B. The objectives of

¹ Ing. Mecánico, Ing. Agrícola y Laboratorista, respectivamente. Palmar del Oriente. Villavicencio, Colombia.

the study were: a) use a different alternative for the effluent management; b) Improve the physic-chemical and micro-biological soil conditions; c) Increase the production of bunches Kg/Ha; d) Diminish the fertilization costs; and, e) Observe the evolution of the B.R. The lot of land 1B was chosen because it had low production and a high incidence of B.R. disease. Quaternary channels were build every 4 lines of palm, with average depths of 1.20 mt. in the higher areas and 0.60 mt in the lower. In order to make easier the absorption and the spreading of the water ditches every 30 mt. were placed in order to allow a similar level to the sowable layer, where the major concentration of absorbing roots are found along with microbiol-fauna in composting action. In order to feed the channels, the water was taken to the higher points using a bomb and a hose 400 mts long and 3 in of diameter. In order to have a parameter for comparison a 6 hectare area was left as witness so no effluent was applied there. Samples of the soil were taken before the essay to do physical,chemical and micro-biological analysis, and every month during 30 months variables such as: pH, density, humidity, nitrite, nitrate, general bacteria, nitrogen fixing organisms and phosphate bacteria, pseudomonas, texture, potasium, calcium, magnesium, etc. were evaluated. This data was diagrammed and analyzed through the Duncan test, from where it is concluded that the utilization of effluent increases the production of bunches, improves the conditions of the soil, and lowers the percentage of incidence of B.R., among other benefits

Palabras claves: Palma de aceite. Plantas extractoras. Efluentes, Lodos, Fertirrigación, Subproductos, Control de contaminación. Medio ambiente.

INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales que se generan en una planta extractora como producto del proceso de la extracción de aceite y almendra de palma, se han caracterizado por ser un subproducto que contiene una alta carga orgánica contaminante para el medio ambiente. Por esta razón, la gran mayoría de plantas extractoras, conscientes del impacto ambiental, han implementado sistemas de tratamiento como: lagunas de estabilización, reactores anaeróbicos o biodigestores, con unas eficiencias de remoción entre 90 y 95%; no obstante este 5 ó 10% de carga orgánica sigue presentando alguna contaminación a los cuerpos receptores.

En el Palmar del Oriente en cumplimiento del convenio de producción más limpia se realizó un ensayo de fertirrigación con los efluentes de las lagunas de estabilización en un lote con palma de aceite durante 23 meses, buscando darle un manejo diferente del vertimiento a los efluentes, aprovechar el gran potencial nutricional que aún contienen, incrementar la producción en la cosecha, mejorar las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del suelo, un ahorro en los costos de los fertilizantes químicos y, finalmente, observar la evolución de la enfermedad Pudrición de Cogollo (PC).

Los efluentes de las lagunas se caracterizan por ser ricos en compuestos como: proteínas, fibra y

minerales, que se pueden utilizar como suplemento alimenticio para animales o como fertilizante para el cultivo, que también actúan como acondicionador del suelo, al mejorar las características físicas y químicas, conservar la humedad, aportar nutrientes y estimular la actividad de los microorganismos. Por eso deben ser considerados como un recurso muy valioso en vez de un desecho (Zin et al. 1995).

A grandes rasgos, con la aplicación de las aguas residuales y lodos estabilizados se obtienen los siguientes beneficios:

- Aspecto físico. Por su contenido alto de materia orgánica produce un mejoramiento de la estructura de los suelos, importante para texturas muy granulosas, arenosas y arcillosas de la Zona Oriental. Igualmente, incrementan la capacidad de retención de agua, especialmente en épocas de verano y baja lluviosidad (Cuervo 1999).
- Aspecto biológico. Favorece la coexistencia en el suelo de diferentes especies de microorganismos, aumentando considerablemente las enzimas y los metabolitos microbianos, lo que puede favorecer la estimulación de sustancias de acción fitohormonal, al mismo tiempo que produce vitaminas, aminoácidos, etc., además estos microorganismos mineralizan los lodos,

favoreciendo la disponibilidad de macro y micro-nutrientes para la palma de aceite.

Análisis de nutrientes en los efluentes de las plantas extractoras de aceite de palma en Malasia.

Nutriente	Base húmeda (%)	Base seca (%)
Nitrógeno total	0,41	2,07
Nitrógeno amoniacal	0,03	0,15
Fósforo total (P ₂ O ₅)	0,19	0,96
Fósforo soluble en agua (P ₂ O ₅)	0,15	0,76
Potasio total (K ₂ O)	1,29	6,51
Calcio total (CaO)	0,023	0,12
Magnesio total (MgO)	0,396	2,00
Manganeso total (MnO)	0,003	0,015
Hierro total (Fe)	0,007	0,035
Sodio total	0,004	0,020
Humedad	80,0	-

Fuente: Ma (1998).

MATERIALES Y MÉTODOS

Este ensayo se realizó en el Palmar del Oriente Ltda., una plantación de 4.180 hectáreas de palma en producción, con una planta extractora que procesa 24 toneladas de racimos por hora; ubicada en el municipio de Villanueva, al sur de Casanare, a partir del mes de febrero de 1997 prolongándose hasta el mes de enero de 1999. Se escogió un lote contiguo a la planta extractora, sembrado en el año de 1979 con 7,15 hectáreas de palma de la variedad IRHO, denominado 1B, el cual presentaba baja producción de racimos (16,85 t/ha), alta incidencia de la enfermedad Pudrición de Cogollo (PC), una deficiencia nutricional de magnesio, potasio y boro. Se construyeron canales cuaternarios cada cuatro líneas de palma con unas profundidades promedio en las partes más altas de 1,20 metros y en las partes más bajas a un promedio de 0,60 metros con el fin de facilitar el desplazamiento del agua; se colocaron trinchos cada 30 metros para lograr un nivel similar al de la capa arable, donde se encuentra la mayor concentración de raíces absorbentes y la fauna microbiana en

acción de compostaje. Mediante la utilización de una motobomba y 400 metros de manguera se llevo el agua hasta los puntos más altos y desde allí alimentar los canales cuaternarios. Se dejo un área de 1,5 hectáreas como testigo, al cual no se le aplico el efluente. Mensualmente se tomaron muestras de suelo tanto del área irrigada como del testigo, para analizar características fisicoquímicas y microbiológicas.

Los parámetros evaluados fueron: pH., DR = Densidad real, DA = Densidad aparente, H = Humedad, NO₂ = Nitritos, NO₃ = Nitratos, AN = Bacterias generales, KB = Pseudomonas, BM = Bacterias nitrificantes, PK = Bacterias fosfatadoras, RB = Hongos, PDA = Hongo 2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos se muestran en la Tabla 1.

Con los datos tomados para cada uno de los parámetros evaluados se realizó una gráfica en Excel, relacionando los resultados del lote de ensayo con los del lote testigo y poder visualizar las relaciones y diferencias presentadas.

En la Figura 1 se aprecia un aumento sustancial del pH en el área irrigada con el efluente, lo que permite un mejor acondicionamiento del suelo para favorecer el desarrollo y alojamiento de los microorganismos benéficos.

Las Figuras 2 y 3 nos muestran una disminución en la densidad real y aparente, lo cual indica que la acción de los microorganismos presentes aumentan la porosidad, cambiando la textura del suelo, favoreciendo la capacidad de retención de agua y la absorción de nutrientes, muy importantes para el desarrollo de la palma de aceite.

La humedad del suelo (Fig. 4) con respecto al testigo presentó un pequeño aumento después de los primeros diez meses de iniciado el ensayo, manteniéndose en un promedio del 26%.

En cuanto a las bacterias generales y Pseudomonas (Fig. 5 y 6) se logra un notable crecimiento, mejorando las características microbiológicas del suelo.

Tabla No 1. Datos obtenidos del análisis de suelos del lote 1B

Fecha de Muestra	Tipo de Muestra	Análisis físico-químico										Análisis microbiológico (UFC/GR)									
		pH	DR	DA	I (%)	MO2	MO3	AN	KB	DM	PK	RB	PDA	NO	MO2	MO3	AN	KB	DM	PK	RB
13/02/97	Testigo	5,44	2,43	1,38	20	0	0	6,30E+08	5,10E+08	3,60E+08	3,40E+08	0,00E+00	2,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,61	2,48	1,4	20	0	0	8,10E+09	4,90E+09	4,00E+08	3,60E+08	0,00E+00	1,00E+04	0,00E+00							
13/03/97	Testigo	5,46	2,43	1,38	24	0	0	1,30E+11	5,90E+10	3,00E+10	3,20E+10	1,00E+03	3,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,61	2,48	1,38	24	0	0	7,20E+10	2,80E+10	1,40E+12	1,90E+12	0,00E+00	3,00E+03	0,00E+00							
13/04/97	Testigo	5,1	2,43	1,38	28	0	0	8,30E+10	3,80E+10	1,40E+10	2,30E+10	0,00E+00	2,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,27	2,48	1,38	28	0	0	1,30E+12	5,10E+12	3,80E+12	3,70E+12	1,00E+03	3,00E+03	0,00E+00							
13/05/97	Testigo	5,28	2,43	1,39	22	0	0	8,60E+10	2,20E+10	2,70E+10	3,60E+10	0,00E+00	3,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,36	2,48	1,39	22	0	0	7,30E+11	6,10E+12	6,10E+12	4,20E+12	3,00E+03	4,00E+03	0,00E+00							
13/06/97	Testigo	5,3	2,43	1,39	24	0	0	1,10E+11	9,10E+10	7,30E+10	4,10E+10	0,00E+00	4,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,4	2,48	1,4	24	0	0	1,30E+13	1,40E+13	1,00E+13	9,90E+12	5,00E+03	6,00E+03	0,00E+00							
13/07/97	Testigo	5,71	2,43	1,48	20	0	0	7,00E+11	7,30E+12	3,00E+11	4,30E+12	0,00E+00	3,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,76	2,48	1,4	20	0	0	2,30E+12	1,80E+13	4,30E+12	5,10E+12	0,00E+00	4,00E+03	0,00E+00							
13/08/97	Testigo	4,68	2,4	1,39	22	0	0	1,30E+12	8,10E+10	8,10E+10	3,60E+10	0,00E+00	8,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,63	2,41	1,38	22	0	0	9,30E+10	7,80E+12	9,20E+12	5,20E+12	0,00E+00	6,00E+03	0,00E+00							
14/09/97	Testigo	4,51	2,4	1,39	24	0	0	6,30E+10	5,10E+10	2,30E+10	2,40E+10	8,00E+00	0,00E+00	0,00E+00							
	Riego	5,31	2,41	1,34	24	0	0	3,80E+12	2,90E+12	2,10E+12	1,80E+12	0,00E+00	6,00E+03	0,00E+00							
14/10/97	Testigo	4,41	2,4	1,39	26	0	0	6,40E+10	2,90E+10	4,30E+10	2,20E+10	4,00E+03	2,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,52	2,41	1,33	26	0	0	7,10E+12	7,30E+12	8,80E+12	2,40E+12	3,00E+03	6,00E+03	0,00E+00							
14/11/97	Testigo	4,39	2,4	1,38	25	0	0	6,30E+12	8,20E+10	8,60E+10	2,40E+10	0,00E+00	1,00E+04	0,00E+00							
	Riego	5,5	2,41	1,31	25	0	0	6,00E+12	2,90E+13	4,30E+13	2,00E+13	2,00E+03	2,00E+03	0,00E+00							
14/12/97	Testigo	4,51	2,4	1,38	24	0	0	1,20E+11	3,40E+10	4,70E+10	6,30E+10	4,00E+03	2,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,41	2,41	1,29	26	0	0	2,90E+13	9,30E+10	9,30E+12	9,60E+12	6,00E+03	1,40E+04	0,00E+00							
13/01/98	Testigo	4,4	2,4	1,37	26	0	0	4,10E+10	2,00E+09	1,70E+11	1,10E+11	4,00E+03	1,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,4	2,41	1,28	26	0	0	1,00E+13	6,10E+13	1,20E+13	3,60E+12	1,00E+04	9,00E+03	0,00E+00							
13/02/98	Testigo	4,6	2,4	1,38	26	0	0	1,20E+11	9,00E+10	3,00E+09	7,00E+10	3,00E+03	2,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,4	2,4	1,28	26	0	0	8,10E+12	1,80E+14	6,00E+13	2,90E+13	8,00E+03	2,20E+04	0,00E+00							
13/03/98	Testigo	4,6	2,46	1,38	25	0	0	2,10E+11	1,40E+10	5,20E+10	9,30E+10	2,00E+03	4,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,6	2,41	1,28	25	0	0	7,20E+13	2,60E+13	6,20E+13	5,30E+13	1,20E+04	1,00E+04	0,00E+00							
13/04/98	Testigo	4,46	2,4	1,38	22	0	0	6,00E+10	2,80E+10	1,60E+10	1,20E+10	6,00E+03	2,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,61	2,41	1,28	26	0	0	6,10E+13	1,20E+14	1,20E+14	1,20E+14	2,00E+04	2,00E+04	0,00E+00							
13/05/98	Testigo	4,6	2,4	1,38	23	0	0	4,30E+10	3,00E+10	1,40E+10	2,60E+10	8,00E+03	6,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,4	2,4	1,28	26	0	0	9,60E+13	1,00E+13	1,10E+14	9,10E+13	1,40E+04	2,20E+04	0,00E+00							
13/06/98	Testigo	4,6	2,4	1,38	24	0	0	9,00E+10	8,00E+10	7,80E+10	9,2X109	6,00E+03	4,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,7	2,41	1,28	26	0	0	1,90E+14	1,36E10E	1,50E+14	1,20E+14	2,20E+04	1,60E+04	0,00E+00							
13/07/98	Testigo	4,6	2,4	1,38	23	0	0	2,40E+10	3,40E+10	1,20E+10	3,40E+10	3,00E+03	5,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,62	2,41	1,27	26	0	0	1,30E+14	1,80E+14	2,00E+14	1,30E+14	1,80E+04	1,60E+04	0,00E+00							
13/08/98	Testigo	4,7	2,4	1,38	23	0	0	1,40E+11	7,20E+10	8,10E+10	7,80E+10	5,00E+03	6,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,52	2,41	1,27	26	0	0	2,10E+14	1,90E+14	1,40E+14	1,30E+14	2,60E+04	2,20E+04	0,00E+00							
13/09/98	Testigo	4,4	2,4	1,37	21	0	0	9,00E+10	8,40E+10	8,20E+10	7,60E+10	3,00E+03	2,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,56	2,41	1,27	26	0	0	2,10E+14	2,10E+14	1,50E+14	1,50E+14	2,60E+04	2,30E+04	0,00E+00							
13/10/98	Testigo	4,38	2,4	1,37	23	0	0	9,70E+10	8,20E+10	6,30E+10	5,40E+10	2,00E+03	3,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,56	2,41	1,27	26	0	0	2,90E+14	2,00E+14	2,90E+14	2,40E+14	2,80E+04	1,80E+04	0,00E+00							
13/11/98	Testigo	4,6	2,4	1,37	23	0	0	6,80E+10	7,10E+10	8,20E+10	2,90E+10	6,00E+03	8,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,6	2,41	1,26	26	0	0	3,60E+14	3,00E+14	2,90E+14	2,90E+14	2,40E+04	2,40E+04	0,00E+00							
19/01/99	Testigo	4,22	2,4	1,37	24	0	0	2,6E+10	1,40E+11	2,60E+11	1,60E+11	4,00E+03	6,00E+03	0,00E+00							
	Riego	5,38	2,41	1,26	26	0	0	4,00E+14	3,60E+14	3,80E+14	2,60E+14	2,60E+04	2,20E+04	0,00E+00							

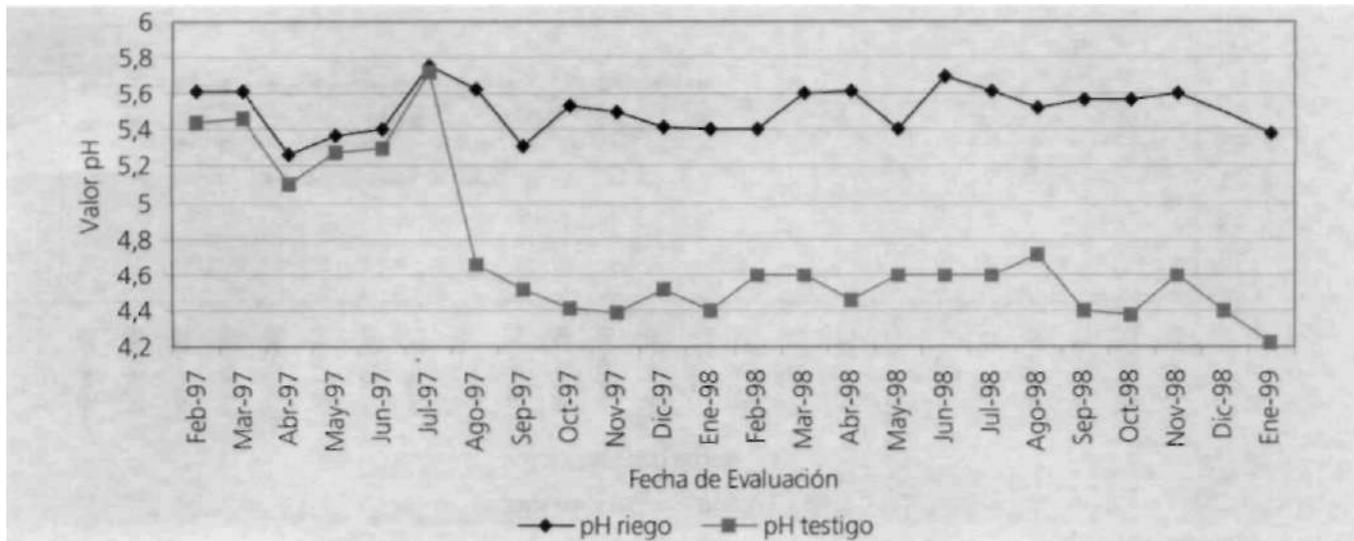


Figura 1. pH del suelo irrigado y testigo.

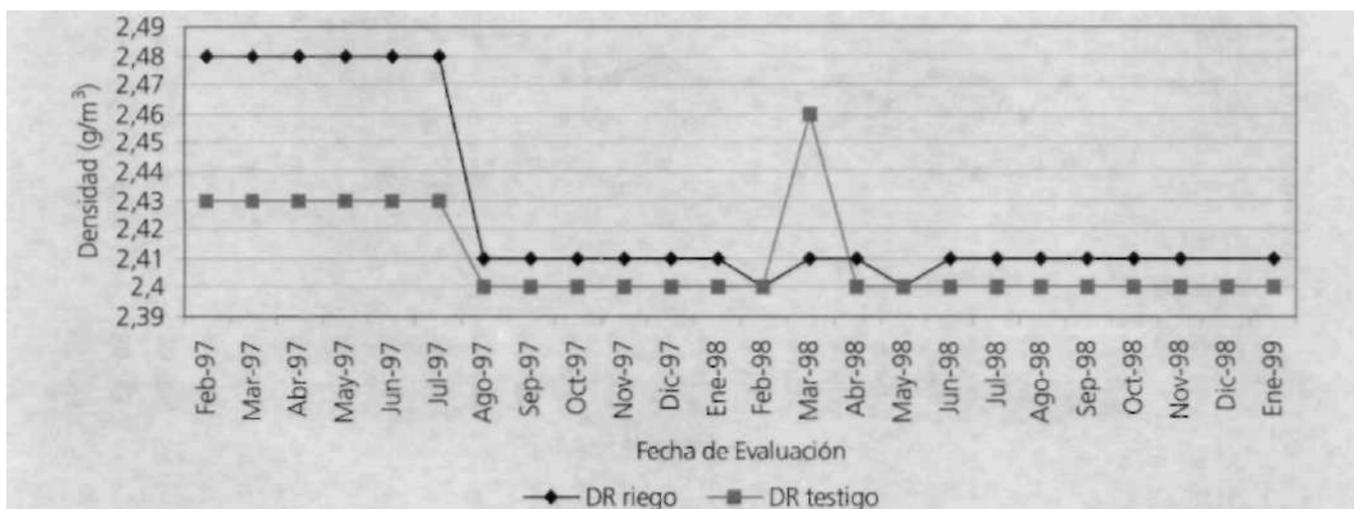


Figura 2. Densidad real

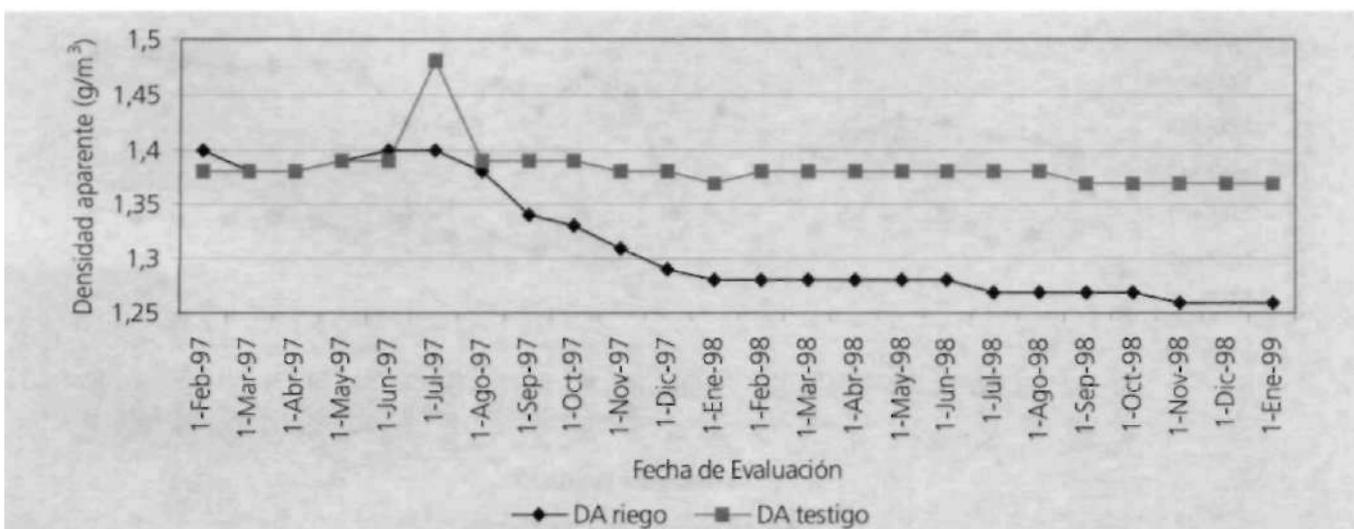


Figura 3. Densidad aparente.

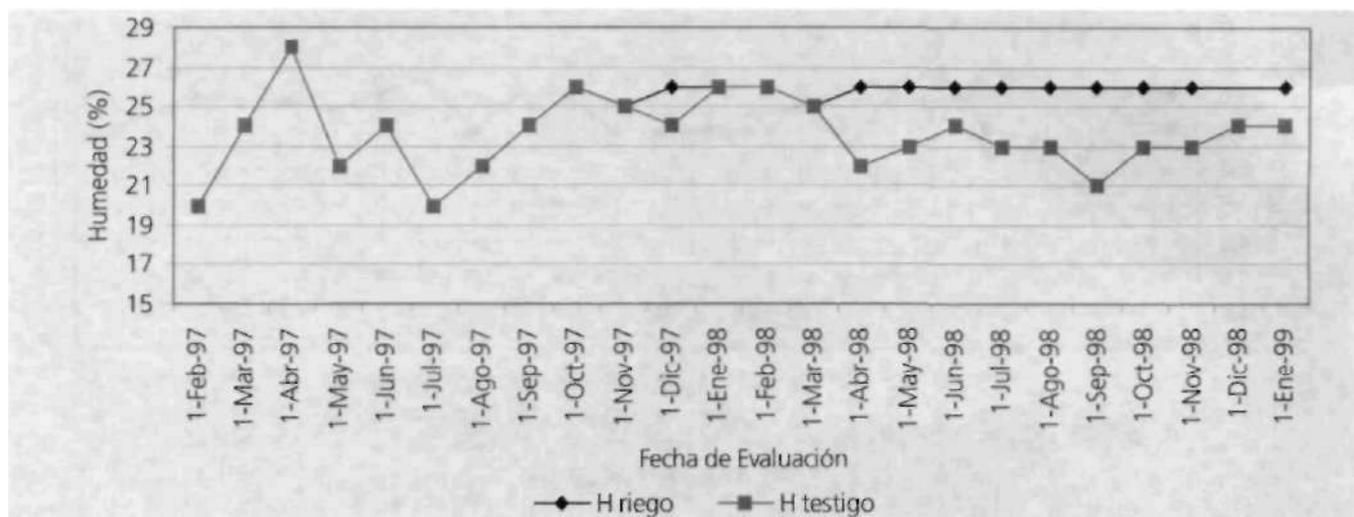


Figura 4 Humedad del suelo.

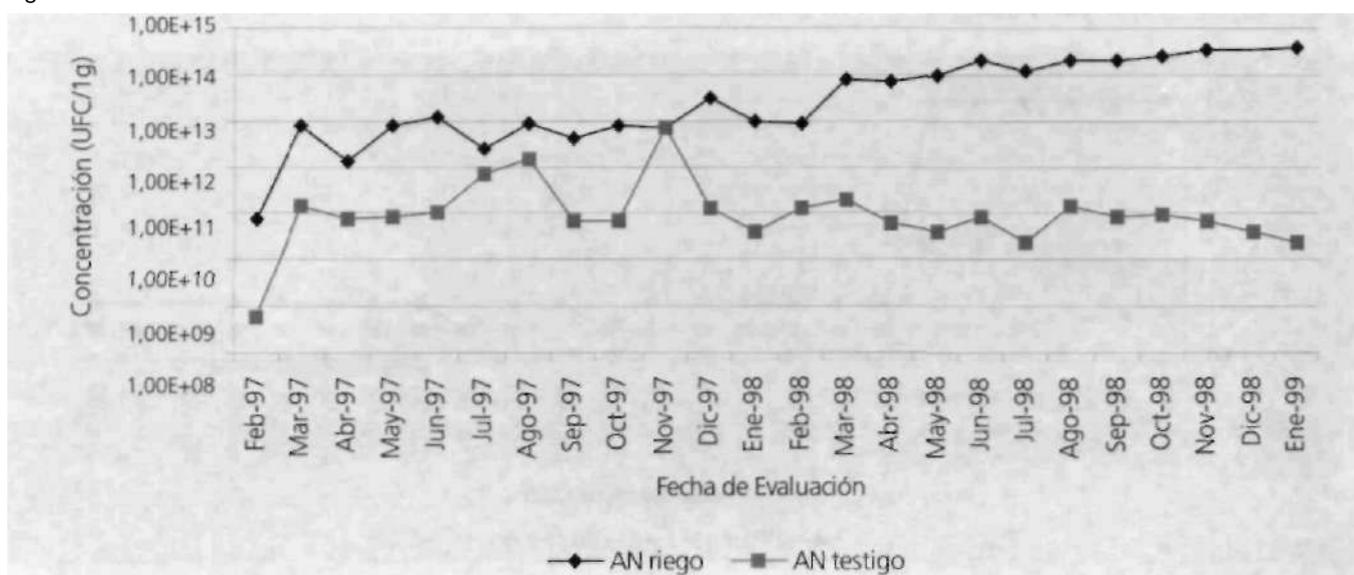


Figura 5. Bacterias generales.

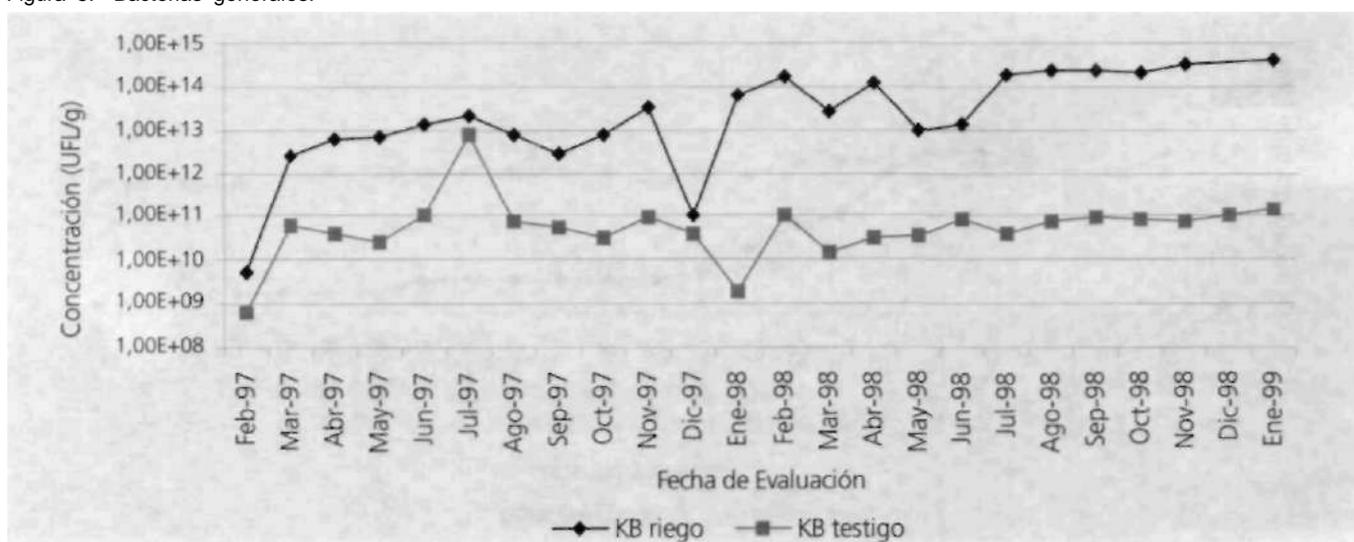


Figura 6. Bacterias nitrificantes.

En lo que se refiere a bacterias nitrificantes y fosfatadoras (Fig. 7 y 8) también se logra un gran crecimiento, las cuales favorecen la fijación del nitrógeno y el fósforo, dos de los elementos más importantes para el desarrollo de la palma y la formación del aceite.

En general, todos los resultados indican que la aplicación del efluente de la planta extractora ofrece grandes beneficios para el suelo y por ende al cultivo.

La producción de racimos aumentó de 16,85 t/ha en 1996 a 21,70 t/ha en 1998. Es decir después de dos años subió en 4,85 t/ha.

Al aumentar los hongos (Fig. 9 y 10) y la fauna microbiana, mejoró la actividad de compostaje de la materia orgánica; la mayoría de palmas presentan coloración normal en las hojas jóvenes y en general en las coronas superiores.

Los suelos se han tornado más oscuros, lo que significa una buena actividad de compostaje a nivel de las hojas que se encuentran en la palera (encalladura), debido a la acción de los organismos lipolíticos y celulíticos que aporta el efluente.

Luego de la aplicación del efluente se presenta proliferación masiva de malezas, sobresaliendo en especial el kudzú como cobertura.

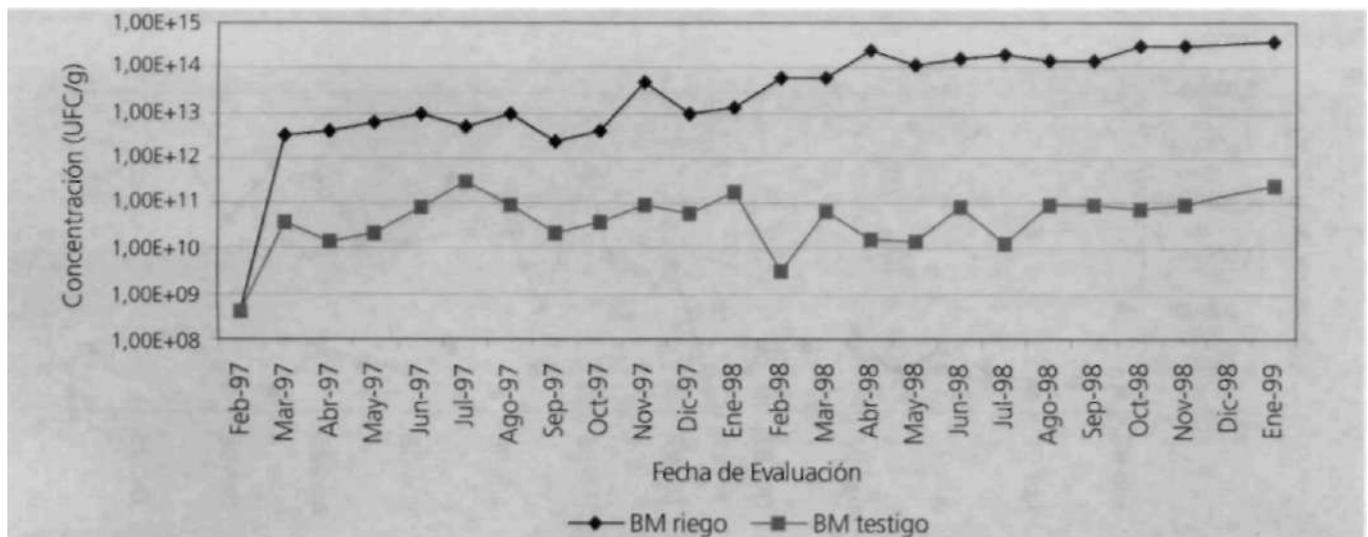


Figura 7. Pseudomonas.

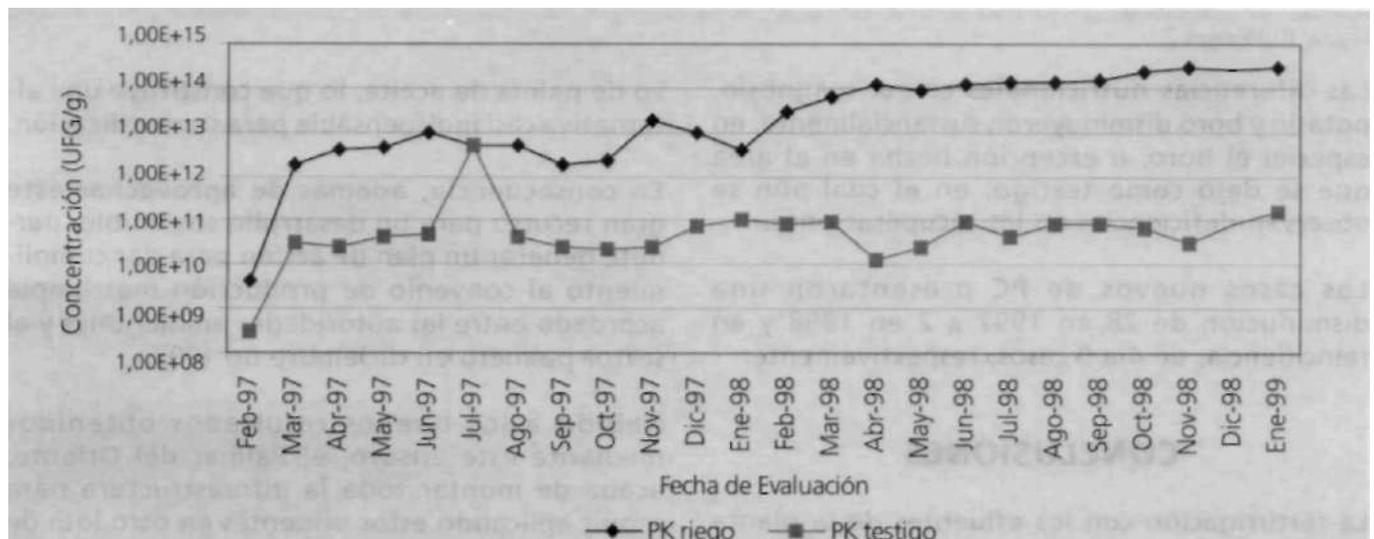


Figura 8. Bacterias fosfatadoras.

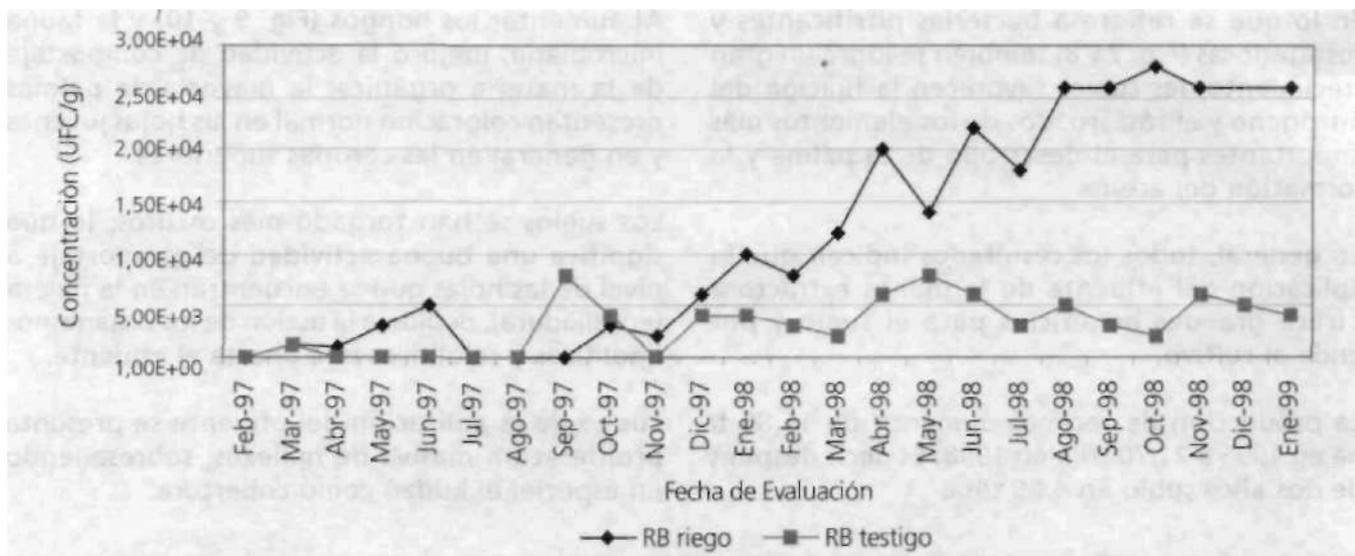


Figura 9. Hongos.

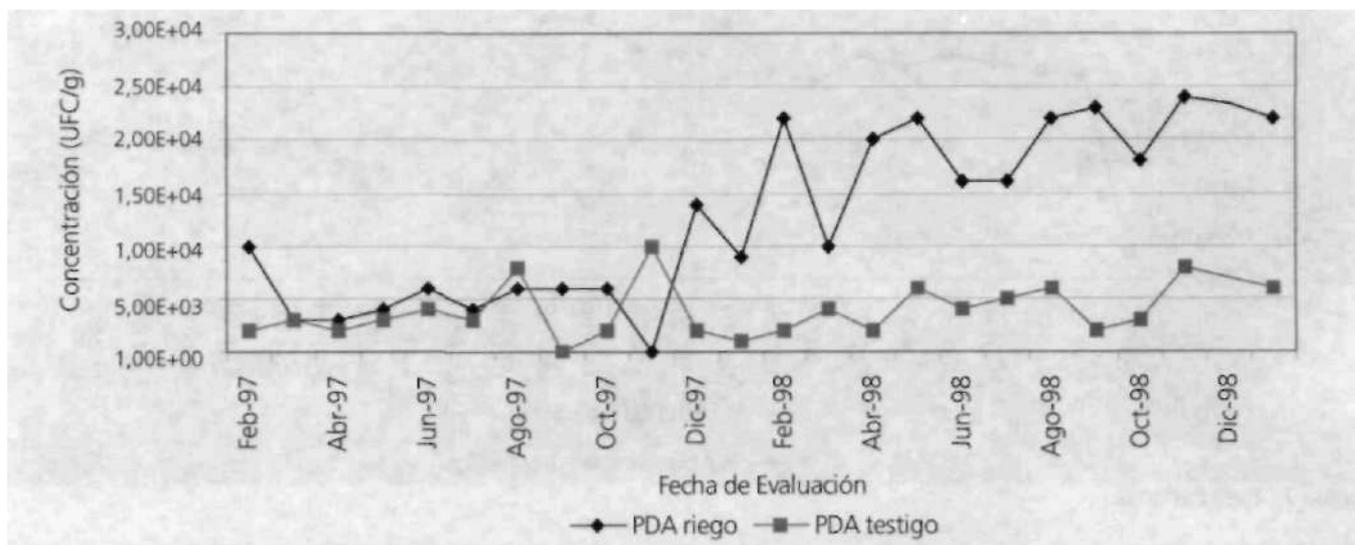


Figura 10. Hongos 2.

Las diferencias nutricionales como: magnesio, potasio y boro disminuyeron sustancialmente, en especial el boro, a excepción hecha en el área que se dejó como testigo, en el cual aún se observan deficiencias en las recuperaciones.

Los casos nuevos de PC presentaron una disminución de 28 en 1997 a 2 en 1998 y en reincidencia, de 4 a 0 casos, respectivamente.

CONCLUSIONES

La fertirrigación con los efluentes de la planta extractora ofrece grandes beneficios para el culti-

vo de palma de aceite, lo que constituye una alternativa casi indispensable para su reutilización.

En consecuencia, además de aprovechar éste gran recurso para un desarrollo sostenible, permite generar un plan de acción para dar cumplimiento al convenio de producción más limpia acordado entre las autoridades ambientales y el sector palmero en diciembre de 1997.

Debido a los buenos resultados obtenidos mediante este ensayo, el Palmar del Oriente, acaba de montar toda la infraestructura para seguir aplicando estos efluentes en otro lote de palma, con las mismas características iniciales del

anterior, aunque se recomienda que el área a evaluar sea mayor y que esta fertirrigación se realice por microaspersión, para permitir una mejor dosificación de los nutrientes a la planta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANG H. y LEONG L. (1994): Malaysian palm oil effluent treatment, Effluent + Water treatment Journal, U.K., February/94.
- CUERVO FUENTES, H. Diagnóstico del Manejo y Control de Efluentes en Plantas de Beneficio de Aceite de Palma de la Zona Oriental. Villavicencio, noviembre de 1999.
- MA, A. N. 1998. La interrelación energía-medio ambiente en la industria malaya de palma de aceite. Palmas (Colombia) v.19 no.1, p.54-57.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. SANTAFE DE BOGOTÁ (COLOMBIA). 1997. Convenio de concertación para una producción más limpia con el subsector de palma de aceite. Santafé de Bogotá, septiembre de 1997.
- ZIN, Z. ZAKARIA; HAMDAN, A.B.; KHALID, H. 1995. Land applications of Palm Oil Mill Effluents Guidelines. and Effect on Soil, Water and Crop. *In: Workshop on Environmental Quality Management in the Plantations.* 24 July 1995 Proceedings. p.46-54.