

APLICACION DE LA TECNOLOGIA DE LA MOLIENDA DE RIPIOS DE PERFORACION, EN LA PRESERVACION AMBIENTAL DE LAS AREAS PETROLERAS DEL ORIENTE VENEZOLANO.

Oscar Osorio/ Luisa Lopez/ Nurys Torrealba/ Pro-Ambiente, S.A./ Venezuela.

RESUMEN

La importancia de los requerimientos ecológicos relacionados con las operaciones de perforación, ha cambiado drásticamente en los últimos años. La preservación del medio ambiente requiere hoy en día, un enfoque muy especial y altamente técnico.

En el proceso de perforación, se obtienen descartes de detritos y/o ripios de formación y de fluidos de perforación, así como, efluentes provenientes del mantenimiento de los equipos del taladro, y, de las lluvias. Con la promulgación en Venezuela, de la Ley Penal del Ambiente en el año 1.992, se están aplicando diversos procesos ambientales en el Oriente Venezolano, con el propósito de mantener la armonía entre el ecosistema y el proceso de perforación, a fin, de dar cumplimiento a las normas indicadas por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (M.A.R.N.R). Precisamente, la empresa PRO-AMBIENTE, S.A (PROAMSA), surge en el año 1.996, con el objetivo principal de tratar los detritos y/o ripios de perforación base agua y aceite, y, los fluidos de perforación base agua.

El presente trabajo, da a conocer la metodología de la “**Molienda**”, proceso propio de la Empresa, para la descontaminación de los elementos peligrosos y/o dañinos presentes en los ripios de perforación base aceite, así como, su posterior disposición final como mejoradores de las propiedades físico-químicas de los suelos para uso agrícola, para lo cual, se presentan los resultados progresivos de las aplicaciones realizadas en 2 ensayos agrícolas pilotos a escala pequeña, utilizando Parchita (maracuya) y Maíz, y, un proyecto de mayor amplitud aplicando la técnica del “**Landfarming tipo Composting**”, donde se sembró Frijol con resultados excelentes.

INTRODUCCION

En este trabajo se resume, la experiencia de PRO-AMBIENTE, S.A., Empresa Venezolana y Ambientalista por excelencia, en mantener la armonía entre el ecosistema y el proceso de las actividades de perforación de pozos de petróleo y/o gas. Está ubicada en el sector Pueblo Libre en las afueras de la ciudad de Maturín, Estado Monagas (Fig. 1).

La actividad de perforación que se desarrolla en el Oriente Venezolano, es básicamente en un ambiente terrestre. Las profundidades de los llamados “Pozos Profundos” oscilan entre los 15.000 y 19.500 pies (4.573-5945 m.), mientras los “Pozos Llanos”, tienen profundidades promedias de 4.000 pies (1.220 m.).

Las áreas operativas, se caracterizan por su gran actividad agropecuaria, periodo extenso de lluvias con una alta pluviosidad y altamente sensible al impacto ambiental, especialmente una zona pantanosa de vegetación espesa, situada al Este de la ciudad de Maturín, Edo. Monagas. Estas características imponen, la necesidad de dedicar un esfuerzo sostenido tanto en el tratamiento de líquidos y desechos sólidos que se generan durante las actividades de perforación, como, en la conservación del área terrestre donde se lleva a cabo la perforación de los pozos de petróleo y/o gas, a fin, de dar cumplimiento a las regulaciones ambientales existentes en el País.

Desde la promulgación de la Ley Penal del Ambiente, las principales Empresas operadoras existentes en el país, están incluyendo en sus programas de perforación, procesos de control ambiental, siendo uno de ellos, el manejo y disposición final, de los descartes sólidos o ripios de perforación. PRO-AMBIENTE, S.A., desde su ingreso hace escasamente 2 años, al Mercado Petrolero, está poniendo en práctica su propio proceso de tratamiento, como es, la “**Molienda de Ripios base aceite**”. Hasta la fecha, hemos prestado nuestro servicio en 30 pozos profundos de perforación.

TECNOLOGIA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SOLIDOS

La necesidad de descartar o eliminar los detritos o ripios de perforación generados durante las actividades de perforación, de manera aceptable desde el punto de vista de regulaciones ambientales, se ha convertido en un tema de actualidad que nadie puede ignorar. Como consecuencia de ello, se han

desarrollado una serie de tecnologías muchas de ellas complejas y costosas. Las más conocidas son las siguientes:

- Solidificación/estabilización.
- Inyección anular.
- Incineración.
- Enterramiento.
- Lavado químico.
- Esparcimiento en carreteras.
- Zona privada de descarte.
- Landfarming/Landspreading.
- Biorremediación.
- Adsorción térmica.
- Molienda de ripsos base aceite.

A continuación se desarrollan los aspectos más importantes del proceso de la **“Molienda de ripsos y su disposición final”**.

FUNDAMENTO DE LA MOLIENDA DE LOS RIPIOS BASE ACEITE

En los pozos profundos del Oriente Venezolano, para llegar al objetivo programado, tienen que perforarse 4 o 5 hoyos previos (26", 17 ½", 12 ¼", 8 ⅜", 6"). Por lo general, en los dos primeros hoyos el fluido de perforación que se utiliza, es el de base agua, mientras que, en los hoyos restantes el fluido de perforación es el de base aceite. Por la propia constitución, los fluidos base agua no tienen elementos dañinos o contaminantes. No obstante, para la disposición final de los mismos, se les tiene que realizar previamente un análisis físico químico. En el caso de los fluidos de perforación base aceite, si existen aditivos dañinos, siendo el principal contaminante, el propio fluido base de preparación, es decir, el gasoil. Las razones técnicas del cambio de fluido de perforación se debe, a la presencia de grandes espesores de lutitas hidratables en el hoyo 12 ¼", y al menor daño formacional de los horizontes productivos en los hoyos 8 ⅜" y 6".

Los ripsos de perforación descartados por los equipos de control de sólidos provenientes de un fluido base aceite, tienen una capa aceitosa que los envuelve. El principio fundamental de nuestro proceso de molienda se basa, en la aplicación del concepto de **“Dilución y/o distribución”**, es decir, la capa líquida aceitosa que cubre la superficie del ripio, se diluirá y/o distribuirá en una mayor área del mismo ripio, después de ser molido. De esta manera la concentración inicial de aceite, grasa y/o hidrocarburos presentes, disminuirá drásticamente después del proceso de molienda. Múltiples pruebas de lixiviación corroboraron la bondad de esta metodología, antes de ponerla en práctica. Como se deduce, es un proceso mecánico, para lo cual se usa un molino patentado tipo MMR-3000 (Fig. 2).

El diseño de dicho molino, permite crear un ciclón de aire dentro del tambor, causando intensa colisión entre los ripsos presentes. Este choque hace que dichos materiales se rompan a tamaños más pequeños y/o deseado (105-279 micrones). Así mismo, debido al movimiento rotacional, se genera calor interno, quemando gran parte de las grasas y/o aceites presentes. La capacidad de procesamiento por unidad, es de 5 toneladas por hora.

PROCESO DE LA MOLIENDA DE LOS RIPIOS BASE ACEITE

Para poder llevar a cabo en forma eficiente y segura el proceso indicado, se cumple la siguiente logística:

- Recolección en una “Piscina de concreto”, los ripsos que caen de los equipos de control de sólidos (Fig. 3). Las dimensiones de la piscina dependerá de la ubicación de dichos equipos. La misma debe tener una pendiente de +/- 7 grados, y, una capacidad de +/- 100 metros cúbicos.
- Con la ayuda de unidades especiales llamadas “Supervacuum”, se succionan los ripsos para ser transportados a la planta de acopio. Esta operación se realiza en forma continua, hasta la terminación de las operaciones de perforación (Fig. 4).
- Descarga y almacenamiento en una plataforma de concreto cuya área es delimitada para cada pozo. Posteriormente se procede al esparcimiento y “Secado natural” mínimo 24 horas (Fig. 5). Se toma una muestra representativa, para el análisis de control.
- “Secado artificial” con calor, y aireación por un tiempo mínimo de 24 horas (Fig. 6). Se toma una muestra representativa para el análisis de control.

- Molienda de los ripios y “Reposo” en un cuarto hermético por un tiempo mínimo de 24 horas (Fig.7). Análisis de control de muestra representativa.
- Ajustes de parámetros, si es necesario, por “Secado Artificial”. Análisis de control.
- Almacenamiento en una nueva área también delimitada, quedando el producto listo para su disposición final.

DISPOSICION FINAL DEL RIPIO MOLIDO BASE ACEITE

La empresa PRO-AMBIENTE, S.A., después de realizar una serie de pruebas pilotos con el ripio molido, y, en concordancia con las normas dispuestas por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables del País (M.A.R.N.R.), relativo al manejo de los materiales y/o desechos peligrosos generados en las actividades de perforación de pozos de petróleo y/o gas, determinó que dicho ripio molido mezclado con el suelo arable, actúa como un excelente mejorador de suelos para ser aplicable a programas agrícolas. En vista de dichos resultados, actualmente nuestro mayor impulso, está dirigida a la aplicación de las siguientes metodologías de disposición final:

- Esparcimiento en el suelo (Landspreading).
- Biotratamiento (Landfarming tipo Composting).

Para poder cumplir con ambos procesos, el M.A.R.N.R. estipula entre otros parámetros, que en el caso de utilizar la metodología de esparcimiento, la mezcla desecho/suelo, debe contener **“Menos del 1% en peso de aceites y grasas”**, y, para el caso de biotratamiento, el desecho debe tener como **“Hidrocarburos biodegradables, porcentajes variables entre 1% y 10%”**. El producto final molido del proceso indicado, cumple con dichos lineamientos.

A continuación se exponen en forma resumida, los estudios y/o ensayos realizados por PROAMSA durante el período 1997-1999, con los ripios molidos base aceite (RMBA) en los suelos de sabana característicos del Estado Monagas.

PRIMER ENSAYO: SIEMBRA DE MAÍZ (*Zea mays*, L.) Y PARCHITA (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*).

Se llevó a cabo en el Fundo denominado “La Gregorina”, ubicado en el sector de Pueblo Libre, Parroquia San Vicente, Jurisdicción del Municipio Maturín del Estado Monagas, durante dos ciclos de desarrollo: Junio-Agosto de 1.997 (primer ciclo) y Septiembre 1.997-Febrero 1.998 (segundo ciclo). Los objetivos fueron, evaluar los efectos principales de diferentes aplicaciones de ripios base aceite molidos sobre las condiciones químicas de un suelo de sabana del Estado Monagas, y su influencia en el comportamiento de los cultivos Maíz y Parchita.

El suelo muestreado y usado en el ensayo (ambos ciclos de desarrollo), se caracterizó por presentar texturas areno-francosas, reacción fuertemente ácida, bajos contenidos de fósforo, bases cambiables y materia orgánica, implicando una fertilidad natural baja. En la Tabla I, se aprecian algunas de sus características físico-químicas. Asimismo, en la Tabla II, se observa la caracterización química de lixiviados del ripio molido base aceite utilizado en el ensayo, donde se demuestra que los residuos utilizados cumplían con las disposiciones establecidas en la normativa legal del país.

En el primer ciclo experimental se estudiaron cuatro dosis crecientes de ripio molido base aceite (RMBA) (0, 9, 18 y 27 m³ RMBA/Ha) y se diseñaron en bloques al azar con tres repeticiones. El ensayo se estableció en bolsas de polietileno negro, añadiéndose y mezclándose uniformemente en cada unidad experimental tres kilos de suelo de sabana. El material utilizado para la siembra fue Maíz, al cual se le midió el porcentaje de germinación, altura de la planta (cm) y diámetro del tallo (cm) a los 30, 45 y 60 días de germinación respectivamente.

El segundo ciclo experimental se realizó en condiciones de campo, donde se estudiaron tres dosis de ripio molido base aceite (0, 250 y 375 m³ RMBA/Ha), las cuales se añadieron uniformemente en cada área experimental y se incorporaron al suelo con pases de arado y rastra. Los tratamientos se diseñaron en bloques al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas experimentales estuvieron constituidas por 9,0 m. de largo x 8 m. de ancho x 3 hileras cada una, con una separación de 4,0 m. entre si, y 3,0 m. entre plantas en las hileras. La separación entre las unidades experimentales fue de 3,0 m., dando una área experimental total de 1.350 m². El material utilizado para la siembra fue Parchita. Para la evaluación

agronómica se tomaron al azar 2 plantas por hilera central/tratamiento (8 plantas/tratamiento), a las cuales se les midió el rendimiento de frutos en Tm/Ha.

En ambos ciclos de experimentación, los parámetros agronómicos se analizaron estadísticamente por medio del Análisis de Varianza, y la Significación Estadística entre los promedios, fue determinada mediante la Prueba de Duncan.

En la Tabla III, se aprecian las respuestas obtenidas por efecto de las aplicaciones de RMBA en algunos parámetros del suelo en ambos ciclos experimentales. Se pueden observar los incrementos progresivos en el pH del suelo hasta valores de neutralidad (6,5-7,1) o muy cercanos a estos, a medida que se incrementaban las dosis de ripio, reflejándose valores de 5,80, 6,40 y 6,60 a 9, 18 y 27 m³ RMBA/Ha para el ciclo del Maíz, y pH de 7,0 y 7,3 (250 y 375 m³ RMBA/Ha) para la Parchita, en comparación al pH inicial del suelo (0 m³ RMBA/Ha) de 5,00. Incrementos en el pH hasta valores de neutralidad significan entre otras consideraciones, incrementos en las reacciones microbiológicas y desaparición del aluminio intercambiable y hierro, los cuales son elementos altamente precipitables del fósforo y molibdeno, por lo que, si el análisis se hiciera tomando en cuenta solo este parámetro el ripio molido sería considerado de gran utilidad agrícola. Igualmente se observa, incrementos en los contenidos de materia orgánica, fósforo asimilable, calcio, magnesio, potasio intercambiable y la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE). Los valores del calcio son muy significativos. La explicación de este incremento se debe seguramente a que los contenidos de calcio intercambiable presentes en el ripio molido (Tabla I), quedaron disponibles en el suelo, por lo que sería recomendable realizar mas investigaciones, con el objeto de cuantificar la disponibilidad de este elemento en función del tiempo, para evitar posibles problemas de toxicidad, o alteración entre los nutrientes, que serían negativos para el normal crecimiento de las plantas. El incremento en la CICE es lógico, en vista de que este valor se obtiene por la suma de bases mas aluminio intercambiable. Para el caso del potasio, los contenidos originales en el suelo, no fueron mayormente afectados por la aplicación del ripio molido. Tendencia parecida se reflejó en los aumentos del fósforo asimilable para el ensayo de Maíz. Para la Parchita, los contenidos de fósforo disminuyeron de 5,40 ppm. en el suelo original a 5,08 y 5,00 ppm de fósforo a 250 y 375 m³ RMBA/Ha., aunque estos contenidos son muy bajos (Sánchez, 1985). El mantenimiento de estas concentraciones en el suelo, son de mucha importancia para el crecimiento normal de las plantas. El aluminio de intercambio, desapareció en el suelo a los pH reportados, posiblemente debido a su precipitación como gibsita (Al (OH)₃).

Los resultados de los parámetros agronómicos del Maíz: altura de la planta a los 60 días y diámetro del tallo a los 30 días de germinación, según los Análisis de Varianza (Tabla IV), mostraron diferencias significativas para ambas variables por efecto de las dosis de RMBA aplicadas. Se determinó según la Prueba de Promedios de Duncan (Tabla V), que la mayor altura promedio (151,6 cm.), se obtuvo con la aplicación de 9 m³ RMBA/Ha, comportándose estadísticamente superior a las alturas de 136,37, 135,6 y 126,23 cm. a 0, 18 y 27 m³ RMBA/Ha, respectivamente, pero estadísticamente iguales entre si. Los mayores diámetros promedios del tallo (1,74 y 1,92 cm.), correspondieron a los tratamientos de 18 y 27 m³ de RMBA/Ha respectivamente, los cuales se mostraron estadísticamente iguales entre si, y superiores a los diámetros (1,24 y 1,40 cm) obtenidos con las aplicaciones de 0 y 9 m³ RMBA/Ha. Los demás parámetros evaluados: germinación, altura de la planta a los 30 y 45 días y diámetro del tallo a los 45 y 60 días de germinado el Maíz, observaron un comportamiento estadístico similar para las aplicaciones de 0, 9, 18 y 27 m³ RMBA/Ha. Esto indica, que ninguna de las dosis estudiadas, tuvieron algun efecto sobre estos parámetros, los cuales se desarrollaron de manera uniforme.

En el caso de la Parchita, el Análisis de Varianza (Tabla VI), indica respuestas altamente significativas entre las diferentes dosis de ripio aplicadas. Como puede observarse en la Tabla VII, los tratamientos de 250 y 375 m³ RMBA/Ha, produjeron los mayores rendimientos promedios de frutos (15,7 y 15,8 Tm/Ha), respectivamente, los cuales se mostraron estadísticamente iguales entre si, y superiores, a los rendimientos obtenidos con la aplicación de 0 m³ RMBA/Ha (8,83 Tm/Ha). Las aplicaciones de ripio molido, donde se obtuvieron los máximos rendimientos en fruto en Parchita, estuvieron relacionados como lo indica la Tabla III, con los mayores aumentos del pH, del calcio intercambiable y de la CICE. Las respuestas agronómicas obtenidas en el ensayo de Maíz, con las aplicaciones de 0, 9, 18 y 27 m³ RMBA/Ha., en líneas generales, no observaron prácticamente diferencias para las dosis aplicadas, las cuales tendieron a comportarse de manera similar.

SEGUNDO ENSAYO SIEMBRA DE FRIJOL (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos durante cinco meses de experimentación (Diciembre 1.998 - Abril de 1.999), enmarcados en un proyecto de mayor amplitud a desarrollarse en un

período de tres años, y que contempla el manejo de ripios base aceite molidos, en volúmenes crecientes de 500 a 1.000 m³/Ha., aplicando la técnica del "Landfarming tipo Composting" en una superficie total de 47 hectáreas. El proceso aplicado considera una "dilución previa" de los ripios contaminados procedentes de los taladros, con un "preparado" formado por ripios descontaminados con el proceso termomécanico de molienda, mas, capa vegetal. Esta mezcla se prepara en proporción de 3:1 (m³ de ripios contaminados/ m³ de preparado de dilución). Igualmente se evaluara, el efecto de la aplicación de estos ripios diluidos como mejoradores de las propiedades físico-químicas de suelos representativos del Nor-Oriente venezolano y su efecto en el comportamiento de cultivos y/o pastos adaptados a la zona. Para la evaluación del ensayo, se tiene previsto la realización de muestreos y análisis en plantas y suelo, relacionados con tejido vegetal y rendimientos en plantas, análisis de fertilidad, lixiviados y totales en suelo.

Todo el proyecto considerado, se esta desarrollando en el Fundo denominado "Las Piedras", ubicado en el sector de Amarilis, Parroquia El Corozo, Jurisdicción del Municipio Maturín del Estado Monagas. La caracterización inicial de los suelos muestreados en el fundo, indicaron un suelo de textura areno-francosa en horizonte superficial, de reacción fuertemente ácida, presentando bajos contenidos de materia orgánica y bajos índices de capacidad de intercambio catiónico efectiva, lo que le confiere una baja fertilidad natural. Fisicamente, son suelos que presentan muy baja retención de humedad y permeabilidad rápida, lo que les califica como bien drenados. En la Tabla I, se pueden apreciar algunas de las características descritas.

Para la primera fase del ensayo (fase evaluada), se realizaron trabajos de dilución de 525 m³ de ripio base aceite con 175 m³ de "preparado", para una dosificación de 700 m³ de mezcla/Ha. Esta labor se realizo en patios ubicados en nuestro centro de acopio de Pueblo Libre, utilizando Payloader, Minishovel y retroexcavadora, a los fines de obtener una mezcla homogénea. Diluidos los ripios y previo análisis de muestra representativa, para la confirmación de los límites establecidos en el Decreto 2.635 de la Normativa Legal vigente (Tabla VIII), dicha mezcla fue transportada al área de tratamiento (Fundo "Las Piedras"), y dispuesta en biopilas o montículos en superficies de una hectárea, para una área total ensayada de 3 hectáreas con 2.100 m³ de ripio diluido.

En el terreno, los montículos o biopilas fueron esparcidos uniformemente sobre el área de tratamiento establecida. Sobre la mezcla se aplicaron 200 Kilos de Urea/Ha, 70 m³ de estiércol/Ha, 150 Kilos de fosfato diamonico/Ha, y 50 Kilos de cloruro de potasio/Ha, procediendo luego a su incorporación al suelo. El siguiente paso fue, la aireación del biotratamiento por espacio de un mes y medio. Inmediatamente finalizadas las labores de aireación, se procedió a la siembra del Frijol. La distancia entre las plantas fue de 20 cm. y entre las hileras fue de 40 cm. x 60 cm cada cuatro hileras. Se colocaron 4 semillas por hoyo a una profundidad de 5 cm.

En los monitoreos de las mezclas suelo/desecho (Tabla IX), se aprecian algunos cambios químicos ocurridos en el suelo por efecto de la aplicación del ripio diluido, úrea, fosfato diamónico, cloruro de potasio y estiércol, determinandose, que los valores obtenidos cumplen con los parámetros establecidos por la Normativa Ambiental vigente en el País. A nivel agronómico, el cultivo de Frijol respondió satisfactoriamente a todas estas transformaciones, obteniéndose rendimientos de 820 Kg/Ha. A nivel Regional, los rendimientos para este cultivo se estiman entre 800 a 1500 Kg/Ha. En la Tabla X, se aprecia que los valores de metales pesados en las muestras foliares del cultivo (no se encontraron reportes sobre concentraciones tóxicas para el fruto), están por debajo de los niveles tóxicos.

CONCLUSIONES

- La técnica de la molienda y de los ripios de perforación en un centro de acopio, elimina la logística problemática y/o horas hombres en los taladros de perforación, requeridos para la disposición final de los desechos sólidos generados.
- No se requiere construir fosas de desechos en las localizaciones de perforación, permitiendo redimensionar el área de las mismas.
- Elimina toda contaminación ambiental, por el hecho de minimizar al máximo, los elementos dañinos presentes, y, obtener un nuevo producto reciclable.
- Los buenos resultados obtenidos en los ensayos experimentales con el maíz y parchita (maracuya), simulando la técnica del "esparcimiento", confirman la excelente contribución de los ripios base aceite molidos, en el mejoramiento de los suelos y su proyección para uso agrícola.

- La técnica de “Biotratamiento” aplicada en la siembra del frijol, representa una excelente alternativa para la disposición final de los rípios molidos base aceite.
- PROAMSA, continuará desarrollando actividades de investigación y/o ensayos tecnológicos, tendientes hacia el mejoramiento de los procesos operacionales e impacto ambiental.

BIBLIOGRAFIA.

PINO, F. 1.998. Interpretación de análisis de suelos y su efecto sobre las propiedades químicas en suelos de sabana por efecto de aplicaciones de rípios molidos de Pro-ambiente, S.A. Informe Técnico. Venezuela. 16 p.

PRO-AMBIENTE, S.A. 1.998. Proyecto “Landfarming Tipo Composting”, sector Amarilis. Venezuela. 34 p.

_____. 1.997. Ensayo experimental con rípio en Parchita (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*). Venezuela. 19 p.

_____. 1.996 Manual operativo del proceso de la molienda para los rípios base aceite. Venezuela. 43 p.

REPUBLICA DE VENEZUELA. 1.998. Normas para el Control de la Recuperación de Materiales Peligrosos y el Manejo de los Desechos Peligrosos. Decreto N°.2.635. Gaceta Oficial N° 5 245 Extraordinario del 3 de Agosto de 1.998. Venezuela. 31p.

_____. 1.992. Normas para el Control de la Generación y Manejo de Desechos Peligrosos. Decreto N° 2.211 del 23 de Abril de 1.992. Venezuela. 18 p.

SANCHEZ, C. 1.985. La fertilización como práctica fundamental para aumentar la producción de los cultivos. Universidad de Oriente Núcleo Monagas. Venezuela. 99 p.



Fig. 1- UBICACION GEOGRAFICA DE LA EMPRESA

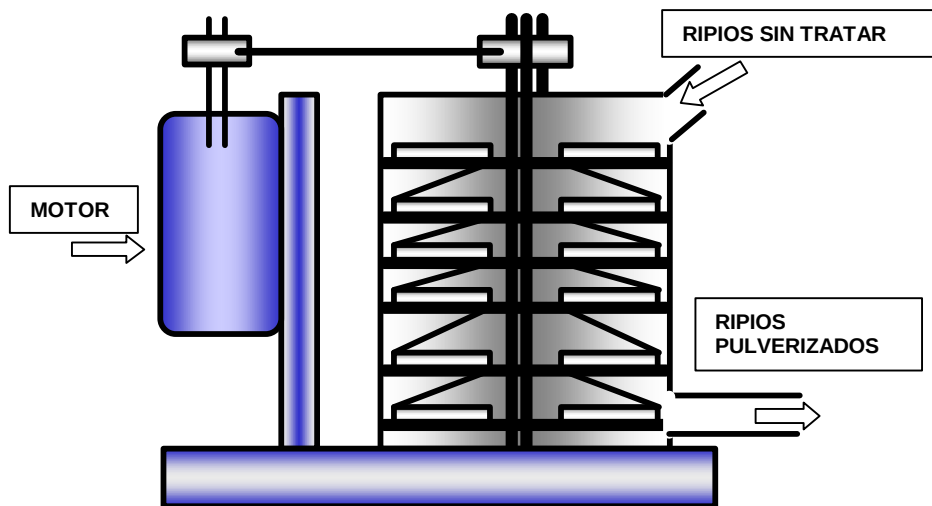


Fig. 2 - MAQUINA MOLEDORA TIPO MMR - 3000



Fig. 3 - PISCINA DE CONCRETO



Fig. 4 -UNIDAD "SUPERVACUUM"



Fig. 5 - ALMACENAMIENTO, ESPARCIMIENTO, "SECADO NATURAL"



Fig. 6 - HORNO SECADOR - "SECADO ARTIFICIAL"



Fig. 7 - MOLIENDA DE LOS RIPIOS DE PERFORACION

TABLA I

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACION FISICO-QUIMICA DEL SUELO ORIGINAL Y MUESTRA DE RIPIO MOLIDO UTILIZADO EN LOS ENSAYOS DE MAÍZ (*Zea mays*, L.) Y PARCHITA (*Passiflora edulis* Var. *flavicarpa*).

Ensayo	Profundidad	TEXTURA		PH	% MO	P (ppm)	Miliequivalentes x 100 Grs. Suelo						
		% Arcilla	Clase				AL	H	Ca	Mg	K	Na	CICE
Maíz Y Parchita	0-20	4,3	aF	5,0	0,53	4,40	0,20	0,19	0,68	0,13	0,02	-	1,03
Frijol	0-20	4,3	aF	5,2	0,48	2,00	T	0,24	0,70	2,47	0,04	0,22	3,43
Ripio molido base aceite utilizado en el ensayo		13,2	Fa	9,5	1,47	3,5	T	0,15	5,37	0,60	0,08	0,88	6,93

La caracterización físicoquímica fue realizada por el Servicio Autónomo de Conservación de Suelos y Cuencas Hidrográficas-Laboratorio de Suelos y Aguas del MARNR. RIF. G-20000270-0.

TABLA II

ANALISIS QUIMICO DE LIXIVIADOS EN RIPIOS MOLIDOS DE PERFORACION BASE ACEITE, UTILIZADOS EN LOS ENSAYOS DE MAIZ (*Zea mays*, L.) Y PARCHITA (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*).

Parámetro – (mg/l)	Ripio molido	Lím. Máx. ¹ MARNR	Método ²
pH (Unidades) med. en Laboratorio	7,14	*	
Aceites y grasas.	3,70	30,00	EPA 9070
Bario.	0,54	100,00	EPA 7080
Cadmio.	< 0,05	1,00	EPA 7130
Cobre.	< 0,01	10,00	EPA 7210
Cromo.	0,15	1,00	EPA 7190
Fenol.	< 0,01	2,00	EPA 9065
Níquel.	<0,01	10,00	EPA 7520
Plomo.	0,77	5,00	EPA 7420
Zinc.	0,27	10,00	EPA 7950

1/ En vigencia "Normas para el Control de la Generación y Manejo de Desechos Peligrosos. Decreto N°. 2.211 del 23 de Abril de 1992. * = No existe norma establecida.

2/ Los análisis fueron realizados por TRAC-BM Laboratorios Ambientales siguiendo técnicas establecidas por la Agencia de Protección Ambiental de U.S.A. (EPA) "Test Methods for Evaluating Solid Waste, 1986 y 1996". TRAC-BM se encuentra registrado ante el MARNR bajo el número LPD-DI-056-97 para análisis de lixiviados.

TABLA III

EFFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE RIPIO MOLIDO BASE ACEITE SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO EN EL ENSAYO DE MAÍZ (*Zea mays*, L.) Y PARCHITA (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*)

Cultivo	Tratamiento (m ³ /Ha.)	pH	MO (%)	P (ppm)	Miliequivalentes x 100 Grs. suelo				
					AL	Ca	Mg	K	C.I.C.E.
Maíz	0	5,00	0,53	5,40	0,20	0,68	0,13	0,02	1,03
	9	5,80	0,78	6,40	T	1,56	0,26	0,01	1,83
	18	6,40	0,94	6,80	T	2,24	0,35	0,02	2,61
	27	6,60	1,03	6,80	T	2,41	0,44	0,02	2,87
Parchita	0	5,00	0,53	5,40	0,20	0,68	0,13	0,02	1,03
	250	7,00	1,03	5,08	T	3,53	0,66	0,11	4,03
	375	7,30	1,12	5,00	T	4,16	0,94	0,19	5,29
Lim. Máx. ¹ MARNR		NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR

1 En vigencia "Normas para el Control de la Generación y Manejo de los Desechos Peligrosos. Decreto N°. 2.211 del 23 de Abril de 1.992 NR: No regulado.

La caracterización química fue realizada por el Servicio Autónomo de Conservación de Suelos y Cuencas Hidrográficas-Laboratorio de Suelos y Aguas del MARNR. RIF. G-20000270-0.

TABLA IV

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA GERMINACION (%), ALTURA DE LA PLANTA (CM.) A LOS 30, 45 Y 60 DIAS DE LA GERMINACION Y PARA EL DIAMETRO DEL TALLO (CM) A LOS 30, 45 Y 60 DIAS DE LA GERMINACION EN MAIZ (*Zea mays*, L.).

F.V.	G.L	C.M ¹	C.M ²	C.M ³	C.M ⁴	C.M ⁵	C.M ⁶	C.M ⁷
Bloques	2	318,62 n.s	66,09 n.s	1606,29 **	1627,87 **	0,05 n.s	0,32 n.s	0,01 n.s
Tratamientos	3	106,21 n.s	16,30 n.s	161,99 n.s	330,63 *	0,29 *	1,12 n.s	0,57 n.s
Error	6	318,62	16,36	92,58	48,80	0,04	0,58	0,06
Total	11							

1/ Germinación (%).

2/ Altura (cm) a los 30 días de la germinación.

3/ Altura (cm) a los 45 días de la germinación.

4/ Altura (cm) a los 60 días de la germinación.

5/ Diámetro del tallo (cm) a los 30 días de la germinación.

6/ Diámetro del tallo (cm) a los 45 días de la germinación.

7/ Diámetro del tallo (cm) a los 60 días de la germinación.

* Significativo al 5% de probabilidad.

** Significativo al 1% de probabilidad.

n.s: No significativo.

TABLA V
ALTURA (CM) DE LA PLANTA A LOS 60 DIAS Y DIAMETRO (CM) DEL TALLO A LOS 30 DIAS DE LA GERMINACION EN MAIZ (*Zea mays*, L.)

ALTURA DE LA PLANTA (cm) A LOS 60 DIAS			DIAMETRO DE LA PLANTA (cm) A LOS 30 DIAS		
TRATAMIENTOS (m ³ /Ha)	PROMEDIO	AMBITOS ¹	TRATAMIENTOS (m ³ /Ha)	PROMEDIO	AMBITOS ¹
0	136,37	b	0	1,24	b
9	151,60	a	9	1,40	b
18	135,60	b	18	1,74	a b
27	126,23	b	27	1,92	a

1/ Al 5% de probabilidad, según Duncan.

2/ Al 1% de probabilidad, según Duncan.

Promedios con la misma letra no difieren entre sí.

TABLA VI
ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE FRUTOS (TM/HA) EN PARCHITA (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*).

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	s	Ft 1%	s
Bloques	3	2,73	0,91	1,72	4,76	n.s.	9,78	n.s.
Tratamientos	2	127,90	63,95	120,73	5,14	*	10,92	**
Error	6	3,18	0,53					
Total	11	133,81						

**= significativo al 1% de probabilidad.

* = significativo al 5% de probabilidad.

n.s. = no significativo.

TABLA VII
RENDIMIENTO DE FRUTOS (TM/HA) EN PARCHITA (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*).

Tratamiento (m ³ /Ha)	Promedio	Ambito ¹
375	15,8	a
250	15,7	a
0	8,83	b

1/ Al 1% de probabilidad, según Duncan.

Promedios con la misma letra no difieren entre sí.

TABLA VIII
ANALISIS QUIMICO DE LIXIVIADOS EN RIPIO DILUIDO EN PROPORCION 3:1, UTILIZADO PARA EL BIOTRATAMIENTO EN EL PROYECTO AMARILIS

Parámetros	Ripio diluido	Lím. Máx. ¹	Método ²
	Monitoreo 2	MARNR	
pH (Unidades) med. en Laboratorio	7,88	6-8	EPA 9440
Aceites y grasas (%)	3,41	1-10	EPA 9070
Arsénico (mg/L)	<0,01	5,00	EPA 7060
Bario (mg/L)	6,12	100,00	EPA 7080
Cadmio (mg/L)	<0,01	1,00	EPA 7130
Cromo (mg/L)	<0,01	5,00	EPA 7190
Mercurio (mg/L)	<0,01	0,02	EPA 7471
Plata (mg/L)	<0,01	5,00	EPA 7760
Plomo (mg/L)	0,98	5,00	EPA 7420
Selenio (mg/L)	<0,01	1,00	EPA 7741
Níquel (mg/L)	0,06	5,00	EPA 7950

1/ En vigencia "Normas para el Control de la Recuperación de Materiales Peligrosos y Manejo de los Desechos Peligrosos. Decreto N°. 2.635 del 3 de Agosto de 1998.

2/ Los análisis fueron realizados por TRAC-BM Laboratorios Ambientales siguiendo técnicas establecidas por la Agencia de Protección Ambiental de U.S.A. (EPA) " Test Methods for Evaluating Solid Waste, 1986 y 1996". TRAC-BM se encuentra registrado ante el MARNR bajo el número LPD-DI-056-97 para análisis de lixiviados.

TABLA IX
CARACTERIZACION QUIMICA DE SUELO ORIGINAL Y DE MONITOREOS (MEZCLAS SUELO-RIPIO DILUIDO)
EN EL PROYECTO AMARILIS.

Parámetro	Suelo Original	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Lím. Máx. ¹ MARNR	Método ²
	Prof. (cm) 0 – 20	Prof. (cm) 0-20	Prof. (cm) 0-20		
pH (Unidades) med. en laboratorio	5,20	7,40	7,30	6-8	EPA 9040 - TRAC
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	0,02	0,78	0,13	<3,5	EPA 9050 - TRAC
Cloruros totales (ppm)	16,90	530	20,00	<2500	EPA 9252 - TRAC
Relación de adsorción de Sodio (RAS)	0,54	0,26	0,21	<8	TRAC
Aceites y grasas (% en peso)	-	0,35	<0,02	1-10%	EPA 9071 - TRAC
Arsénico (mg/kg)	-	<0,01	<0,01	25 mg/kg	EPA 7060 - TRAC
Bario (mg/kg)	5,00	122,0	23,10	20000 mg/kg	EPA 7080 - TRAC
Cadmio (mg/kg)	T	<0,01	<0,01	8 mg/kg	EPA 7130 - TRAC
Mercurio (mg/kg)	-	<0,01	<0,01	1 mg/kg	EPA 7471 - TRAC
Selenio (mg/kg)	-	<0,01	<0,01	2 mg/kg	EPA 7741 - TRAC
Plata (mg/kg)	-	<0,01	<0,01	5 mg/kg	EPA 7760 - TRAC
Cromo (mg/kg)	10,00	<0,01	2,38	300 mg/kg	EPA 7190 - TRAC
Zinc (mg/kg)	2,00	-	1,66	300 mg/kg	EPA 7950 - TRAC
Plomo (mg/kg)	T	19,70	0,59	150 mg/kg	EPA 7420 - TRAC
Capacidad de intercambio catiónico efectiva (me/100gr suelo)	2,20	4,55	2,84	N.R.	Suma cationes y acidez intercambiable - LABSAS
Materia Orgánica (%)	0,48	1,66	2,65	N.R.	Walkey-Black (Colorimétrico) - LABSAS
Fósforo (mg/kg)	2,00	3,09	3,09	N.R.	Bray No.1 – LABSAS
Carbono orgánico (%)	0,28	0,73	1,17	N.R.	LABSAS
Nitrógeno Total (%)	0,02	0,04	0,10	N.R.	LABSAS
Aluminio intercambiable (meq./100 gr.)	T	T	T	<1.5	Extracción KCl 1 N 1 – LABSAS

1/ En vigencia Normas para el Control de la Recuperación de Materiales Peligrosos y Manejo de los Desechos Peligrosos. Decreto No. 2.635 del 3 de Agosto de 1998. N.R. = No Regulado.

2/ Los análisis químicos realizados por TRAC-BM Laboratorios Ambientales siguen técnicas establecidas por la Agencia de Protección Ambiental de U.S.A. (EPA) "Test Methods for Evaluating Solid Waste, 1986 y 1996". TRAC-BM se encuentra registrado ante el MARNR bajo el número LPD-DI-056-97 para análisis de lixiviados.

La caracterización química realizada por: El Servicio Autónomo de Conservación de Suelos y Cuencas Hidrográficas-Laboratorio de Suelos y Aguas del MARNR. RIF. G-20000270-0.

TABLA X
VALORES DE METALES PESADOS DETERMINADOS PARA
FRIJOL (*Vigna unguiculata*, (L). Walp.) EN EL PROYECTO AMARILIS.

VARIABLES	Fruto	Hoja	Lím. Máx. ¹ MARNR	Lím. Máx. ² Tejido Foliar
N (%)	-	-	N.R	>5,0
P (%)	0,15	0,26	N.R	> 0,6
K (%)	0,65	0,87	N.R	> 3,0
Ca (%)	0,08	0,78	N.R	>3
Mg (%)	0,13	0,37	N.R	> 0,5
Fe (ppm)	63,00	86,00	N.R	> 100
Cu (ppm)	3,00	6,00	N.R	>25
Zn (ppm)	42,00	38,00	N.R	> 100
Mn (ppm)	15,00	42,00	N.R	> 300
B (ppm)	-	-	N.R	> 80
Pb (ppm)	T	T	N.R	-
Cd (ppm)	T	T	N.R	-
Ni (ppm)	T	T	N.R	-
Ba (ppm)	T	T	N.R	-
Cr (ppm)	T	T	N.R	-

1/ Valores límites establecidos en las Normas para el Control de la Recuperación de Materiales Peligrosos y Manejo de Desechos Peligrosos. Decreto No. 2.635 del 3 de Agosto de 1998. N.R = No Regulado.

2/ Valores límites para tejido foliar en Frijol reportados por Agronomic Crops.