



I-127 - TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE TAMBO POR DIGESTIÓN ANAERÓBICA

Aída Evelia Rolando⁽¹⁾

Licenciada en Ciencias Químicas egresada de la Universidad de Buenos Aires y Especialista en Ingeniería Ambiental, posgrado cursado en la U.T.N. Facultad Regional Haedo. Profesora Adjunta de la Universidad Nacional de Luján. Dictó cursos sobre digestión anaeróbica de residuos. Es coautora de varios libros de Química de nivel medio. Dirige grupos de investigación y proyectos relacionados con el tratamiento de residuos.

Roberto Rubén Díaz

Ingeniero Químico egresado de la Universidad Tecnológica Nacional. Profesor Adjunto Ordinario de la Universidad de Luján y Secretario de Ciencia y Tecnología y Extensión Universitaria de la U.T.N. Facultad Regional Haedo. Realizó distintos cursos y seminarios y estuvo a cargo del dictado de cursos en el país y en el exterior, sobre digestión anaeróbica. Dirige grupos de investigación y proyectos relacionados con el tratamiento de residuos.

**FOTOGRAFIA
NÃO
DISPONÍVEL**

Dirección⁽¹⁾: Reconquista 135 - (1706) Haedo - Provincia de Buenos Aires - Argentina - Tel: 011 54 4659-8375 - e-mail: arolando@sinectis.com.ar

RESUMEN

La necesidad de recurrir a fuentes de energía económicas, que estén fácilmente disponibles y no impliquen el consumo de recursos no renovables es una demanda importante para los productores rurales, así como el mejoramiento de las condiciones de vida y de trabajo.

La utilización de biogás obtenido por fermentación anaeróbica de los materiales orgánicos representa una solución aceptable para cubrir demandas surgidas del proceso productivo y de la vivienda rural.

La utilización de esta tecnología permite a la vez efectuar un proceso de depuración de los residuos generados en las producciones, especialmente en aquellas de carácter intensivo: tambos, criaderos de cerdos, aves etc.

El desarrollo del proyecto elaborado en la Universidad Nacional de Luján y la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Haedo, que implicó un trabajo interdisciplinario, permitió elaborar importantes conclusiones que pueden ser de utilidad para otros emprendimientos de naturaleza similar.

Si bien el biogás obtenido por este procedimiento puede ser empleado en múltiples usos, aparece como más racional su empleo en motores de combustión interna tanto par la obtención de energía motriz como para generar energía eléctrica. En tal sentido en el mencionado proyecto, se ha experimentado el uso en motores estacionarios obteniéndose importantes conclusiones que se hallan disponibles.

PALABRAS-CLAVE: Residuos Agropecuarios, Digestión Anaeróbica, Saneamiento, Energía, Biogás.

INTRODUCCIÓN

Los productores rurales de la pampa húmeda a nivel de explotaciones pequeñas a medianas experimentan problemas de rentabilidad, originados en muchos casos, en la dificultad de acceder a los insumos y servicios que requieren, en condiciones accesibles.

Dos de estos requerimientos están referidos a la energía, imprescindible para mejorar no solo las condiciones de vida del productor y su grupo familiar sino también a optimizar el sistema de producción a través de la tecnificación y el empleo de máquinas y equipos demandantes de energía.

El otro está relacionado con la necesidad de preservar el recurso suelo a través de la utilización de fertilizantes orgánicos que restablezcan el ciclo natural de la materia.

Existen además otras consecuencias indeseables del proceso productivo como la falta de prácticas adecuadas de tratamiento o disposición de los residuos los que, al adoptarse técnicas de explotación intensivas, se transforman en un problema cada vez más grave debido a la contaminación de los cursos de agua superficiales y subterráneos.



En resumen: las necesidades energéticas derivadas de las demandas propias de la actividad productiva y el consumo familiar, los requerimientos de usos y prácticas conservacionistas que coadyuven a la utilización racional del recurso suelo a través del empleo de fertilizantes orgánicos que, no solo reintegren al mismo los nutrientes remanentes de la explotación agrícola, sino también mejoren la textura del suelo mediante el reciclaje de la materia orgánica estabilizada y la creciente preocupación que origina el volcado indiscriminado de residuos contaminantes no tratados a los cursos de agua son tres cuestiones que pueden ser atendidas a través de un proceso de tratamiento de los residuos agrícolas denominado digestión anaeróbica.

Este proceso consiste en la degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno, transformándose en productos de naturaleza sencilla tales como metano y dióxido de carbono y un remanente de materia orgánica estabilizada.

Los productos finales del proceso son tres: una mezcla de gases denominada biogás (formado por dióxido de carbono, CO_2 , metano, CH_4 , y vestigios de otros gases) que posee un poder calorífico interesante: $22,6 \text{ MJ/m}^3$, un efluente líquido que contiene disueltos nutrientes tales como nitrógeno, fósforo y potasio que valorizan su empleo como fertilizante y un lodo remanente conformado por materia orgánica estabilizada y residuos de la actividad celular de las bacterias con un contenido importante de nitrógeno y alto valor proteico. No obstante, debe considerarse que estas soluciones tecnológicas que se ofrezcan deben ser de naturaleza sencilla, con un fuerte componente de autogestión y baja inversión.

Debido al alto contenido de metano (50-60%) este gas puede ser utilizado como combustible en reemplazo de los tradicionales.

La realidad muestra que el desarrollo de estas tecnologías de bajo costo, para satisfacer las demandas de un mercado con muy baja capacidad de inversión resulta generalmente poco atractivo para el emprendimiento privado por lo que, normalmente, no es asumido por este.

En virtud de lo anterior resulta sumamente importante que desde la Universidad Pública, que se nutre con recursos provenientes del conjunto de la comunidad, se encarere el estudio de problemáticas como las arriba enunciadas como una forma de responder al esfuerzo que su funcionamiento demanda.

Es en este contexto, que desde la Universidad Nacional de Luján y la U.T.N. Fac. Reg. Haedo se abordó el estudio de alternativas adecuadas para la resolución de los problemas arriba enunciados a través de la formulación de un proyecto de investigación aplicada, denominado: "Obtención de energía a partir del tratamiento de los residuos de una producción agropecuaria. Obtención de biogás y fertilizante y mejoramiento ambiental".

La digestión anaeróbica de los residuos es una tecnología difundida ampliamente, tanto en países desarrollados (Alemania, Estados Unidos e Italia), como así también en países en desarrollo (China, India, Brasil y Colombia).

En este proyecto se propone el tratamiento de los residuos generados en las actividades productivas de una escuela agrotécnica de la localidad de 25 de Mayo (tambo, crías intensivas y matadero), a través de la implementación y puesta en régimen de un digestor de tecnología sencilla y económica y el aprovechamiento del biogás para generar energía eléctrica y mecánica.

Cabe destacar que el presente Proyecto fue presentado ante el Concurso de Proyectos de Extensión Universitaria auspiciado por el Gobierno de la Provincia de Bs. As. y el Ministerio de Cultura de la Nación, en el año 1996. El mismo fue seleccionado y financiado junto a una centena de Proyectos entre un total de mil trescientos Proyectos presentados.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

ANÁLISIS DE LA TRANSFERENCIA A REALIZAR

La transferencia de esta tecnología a amplios sectores productivos permitirá contribuir a solucionar problemas concretos totales como las carencias energéticas puntuales, incipientes síntomas de contaminación y problemas derivados del mal uso del recurso suelo.



La elección de una escuela agrotécnica como lugar de implementación de un proyecto demostrativo de estas características tiende a producir un múltiple efecto. Por un lado se incorporan nuevas tecnologías a la currícula de los alumnos con lo que se produce un transferencia directa de los resultados de la investigación universitaria a la enseñanza formal.

Otro efecto potenciador tiene que ver con la propia composición del alumnado, mayoritariamente proveniente de familias rurales que se dedican a la explotación agropecuaria, los que tienen la posibilidad de transferir sus conocimientos al propio ámbito de la explotación familiar.

Por último, la ubicación de la escuela en un medio netamente rural, centro de una actividad productiva agropecuaria, facilitará los efectos demostrativos hacia los productores rurales a través de acciones de extensión tales como cursos, asesoramiento, asistencia técnica, etc.

IMPACTO SOCIAL DIRECTO E INDIRECTO

IDENTIFICACIÓN DEL DESTINATARIO

Existe en la Provincia de Buenos Aires un importante sector productivo constituido por establecimientos tamberos de tamaños variables.

Según los datos obtenidos a partir de censos realizados por instituciones oficiales como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (I.N.T.A.), usinas lecheras como La Suipachense, La Serenísimas, etc. y datos propios, se puede dividir al sector en segmentos más o menos definidos según los volúmenes diarios de producción de leche, tecnificación, tipo de ordeño, etc.

Si se utilizara el criterio de producción diaria, podríamos realizar la siguiente clasificación:

- a) Tambos chicos: entregan hasta 250 litros de leche diarios, poseen el 27 % de los animales, el 32 % de la tierra y aportan el 15 % de la leche.
- b) Tambos medianos: entregan entre 250 y 1000 litros de leche diarios, poseen el 45 % de los animales, el 42 % de la tierra y aportan el 40 % de la leche.
- c) Tambos - empresas: con más de 1000 litros de leche diarios entregados, con el 28 % de las vacas, el 26 % de la tierra y aportan el 45 % de la leche.

Los del tipo b.- representan el mayor número en cuanto a cantidad de establecimientos no así en cuanto a volumen de leche que corresponde al sector c.

Este segmento de tambos medianos representa el mayor demandante de asistencia técnica a la que, generalmente, no puede acceder por no disponer de los medios económicos para solventarlo, estando cubiertos en alguna forma por los extensionistas de instituciones oficiales o de las usinas.

Es significativo el alto porcentaje de establecimientos que no cuentan con provisión de energía eléctrica de red (casi el 40 % en 1990), debiendo proveerse de combustibles líquidos (gas oil, nafta y kerosene) o gaseosos (gas licuado de petróleo).

CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN SOCIO - ECONÓMICA Y CULTURAL DEL DESTINATARIO DIRECTO

Tal cual se desprende de los datos analizados, la presente acción está dirigida a :

- Los productores tamberos de la zona de influencia de la escuela Inchausti de 25 de Mayo, Provincia de Buenos Aires.
- Los alumnos, que en su proceso de formación incorporarán una nueva tecnología y que a su vez actuarán, una vez egresados, como difusores efectivos de la misma y extensionistas hacia los productores (incluso sus propias familias).



La situación económica del sector objeto de la transferencia es la característica de este tipo de producciones, es decir, nivel medio fuertemente dependiente de los precios fijados por un mercado con cambios producidos por razones internas y básicamente externas y con necesidad de afianzar su sistema productivo y mejorar continuamente la calidad de su producción.

Es un nivel de productor con características de fuerte participación en actividades de extensión, en muchos casos con la Escuela como sede de las mismas, en las cuales se difunden novedades técnicas con la asistencia de profesionales particulares y de los organismos relacionados (INTA, U.N. de La Plata, etc.)

CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN SOCIO - ECONÓMICA Y CULTURAL DEL DESTINATARIO INDIRECTO.

Pueden considerarse destinatarios indirectos a los productores tamberos de igual naturaleza de las zonas aledañas en donde la problemática es bastante similar. Esto significa una vasta gama de establecimientos de toda la cuenca lechera de las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba y Entre Ríos.

A su vez existen otras producciones en donde la tecnología es aplicable. Toda la actividad que implique producciones intensivas con fuerte concentración de animales (cría de cerdos, cría de aves, etc.) genera una masa importante de residuos que requieren de un proceso de tratamiento como el que se está planteando.

IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS O NECESIDADES A RESOLVER

a.- Saneamiento: los residuos de la producción agropecuaria no poseen, en general, un sistema de tratamiento adecuado que permita minimizar los niveles de contaminación existentes en dichos establecimientos.

Es así que la práctica habitual en las producciones tamberas, los criaderos de cerdos o de pollos, y cualquier otra producción intensiva es enviar los residuos (fundamentalmente estiércol) a los cursos de agua cercanos sin realizar ningún tipo de tratamiento previo.

Estos procedimientos provocan niveles de contaminación ciertamente preocupantes, notorios no solo en los propios cursos de agua sino también en las napas de agua subterráneas.

El tratamiento por digestión anaeróbica permite reducir a niveles compatibles con las reglamentaciones vigentes, el tenor de contaminación (D.Q.O.)

b.- Demanda energética: la provisión de combustibles convencionales a los establecimientos rurales es compleja debido a los problemas de distribución, falta de tendido de líneas, intransitabilidad de los caminos, costos elevados, etc.

Las demandas energéticas de estos establecimientos son de naturaleza variada. Normalmente se requiere energía eléctrica para iluminación, bombeo de agua, funcionamiento de la ordeñadora, refrigeración de la leche, etc.

De no existir provisión por red se recurre a motogeneradores que funcionan a nafta o gas oil.

Otras necesidades están referidas a calefacción, cocina y agua caliente. Para cubrir dicha demanda se recurre al gas licuado de petróleo envasado en garrafas o cilindros.

El uso de biogás permite cubrir dichas demandas ya sea alimentando motores estacionarios adaptados o cocinas, termotanques o cualquier otro artefacto que funcione con gas natural o gas licuado de petróleo.

c.- Fertilización: la utilización intensivas de los suelos origina un deterioro creciente de los mismos manifestado a través del déficit en nutrientes esenciales tales como nitrógeno, fósforo y potasio, así como también graves problemas de erosión.



El efluente del proceso de digestión anaeróbica posee propiedades como fertilizante y mejorador de suelos, debido a su contenido de nutrientes, enriquecidos durante el proceso de mineralización, lo que origina formas de los elementos más fácilmente asimilables.

Debido a las magnitudes factibles de obtener de dicho efluente, es especialmente indicado para su aplicación en cultivos realizados en huertas con notorias respuestas según los resultados mencionados en la literatura y datos propios.

d.- Transferencia al medio productivo: normalmente los resultados de la investigación realizada en las Universidades o en los centros especializados no llegan fácilmente a los destinatarios directos. Estos procesos de transferencia requieren de mecanismos adecuados que deben ser estudiados y analizados en cada caso en particular para determinar las estrategias correctas en cada situación.

Durante el desarrollo del presente proyecto se plantean una serie de acciones tales como difusión, capacitación, etc. tratando de involucrar a los destinatarios directos (los productores) en cada una de las actividades estipuladas.

e.- Transferencia al sistema educativo: la actualización de los contenidos en las currículas de los establecimientos educativos es una permanente preocupación tanto para los docentes como para los alumnos quienes reclaman por un acercamiento continuo entre la realidad y los conceptos en estudio.

Las actividades de formación de recursos humanos previstas tanto a nivel de docentes como de los propios alumnos, permite una actualización de los conceptos a partir de los resultados de la investigación a la vez que una participación directa de ellos en la generación del conocimiento a partir de la práctica concreta.

RELEVANCIA Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La situación productiva del área rural de la Provincia de Buenos Aires ha experimentado notorias modificaciones en los últimos años.

Los sucesivos cambios en la estructura de los establecimientos provocan la necesidad de una permanente actualización tecnológica que transforme a las unidades productivas en más eficientes tanto desde el punto de vista técnico como en su gestión económica.

La apertura de la economía brinda muchas oportunidades comerciales pero también entraña numerosas asechanzas en la medida que nuestros productos no garanticen calidad y competitividad.

La calidad de un producto requiere no solo de tecnologías modernas sino que también exige que las mismas sean limpias y este requisito está íntimamente ligado a la concepción que todo proceso tecnológico debe ir necesariamente acompañada de un adecuado tratamiento de los residuos que en su transcurso se generen.

El concepto de desarrollo sustentable cada vez más presente a la hora de la toma de decisiones estratégicas sobre políticas de fomento a implementarse por los organismos crediticios nacionales e internacionales exige un tratamiento adecuado sobre los recursos no renovables.

En este sentido, el uso abusivo de dichos recursos en particular los combustibles fósiles, el suelo y los cursos de agua está produciendo un grado de deterioro de tal significación que ha despertado la alarma del mundo científico y ha sensibilizado fuertemente a la opinión pública.

Ya no es concebible pensar en procesos productivos que no reúnan las características planteadas. En particular la obtención de nuevos mercados europeos y el desarrollo de la producción orgánica con una fuerte valorización de los procesos de reciclaje de la materia orgánica y la eliminación de agroquímicos requiere de la implementación de prácticas conservacionistas que incorporen dichos conceptos.

Es así que deben considerarse en este planteo amplio, situaciones de diferente significación:



- a.- El concepto global.
- b.- El desafío de la integración a través de los mercados regionales.
- c.- El marco nacional.
- d.- La estructura productiva de la región y la situación de su aparato económico.
- e.- El contexto socioeconómico de la zona.

a.- La globalización de la economía y la tendencia hacia mercados concentrados requiere de la obtención de productos competitivos y con altos índices de calidad.

Esto lleva necesariamente a la optimización de los procesos productivos y la incorporación de tecnologías eficientes, en las cuales los procesos y los productos generados produzcan el menor impacto sobre el hombre y el medio ambiente.

La necesidad de competir requiere determinar adecuadamente el perfil más favorable para la colocación de los productos, los que necesariamente deben tener el mayor valor agregado posible a los efectos de mejorar el saldo comercial del país.

b.- El proceso de integración regional a través del Mercosur y otros mecanismos a generarse, constituye un inmenso desafío a los productores de nuestro país ya que si bien incorpora al mercado a un número de consumidores muy significativo, por el otro pone en situación de competencia a los productos nacionales en cuanto a calidad y precio. Esto requiere una actualización tecnológica permanente y la implementación urgente de todas las normas de calidad incluidas las ambientales a los efectos de dar respuesta a las exigencias cada vez mayores de los consumidores.

c.- En el ámbito de nuestro país, el proceso de reformas económicas y el retiro del Estado de las funciones regulatorias y de promoción, ha producido una profunda reestructuración del aparato productivo. Esto se manifiesta a través de una notable concentración del capital productivo y la desaparición de numerosos establecimientos de niveles micro, pequeños y medianos.

Por otro lado se están estableciendo formas de comercialización en donde se producen integraciones horizontales y verticales que tienden a concentrar aun más la producción dejando fuera de competencia a aquellos productores de poco poder económico y que actúan aisladamente al margen de asociaciones o formas integrativas.

En este contexto, se está registrando una fuerte expulsión de mano de obra, la que al no estar capacitada en otras habilidades ingresa en un proceso de alejamiento cada vez más definitivo del mercado de trabajo.

Las alternativas que surgen como viables para revalorizar las empresas de pequeño porte, de las que existen importantes antecedentes en el mundo como revitalizadora de las economías y como las más eficaces generadoras de empleo en el corto plazo, pasan por mecanismos de integración horizontal y vertical, asociaciones por especialidades y capacitación permanente de sus miembros.

d.- La región en análisis constituye un ejemplo típico de un sector de la pampa húmeda con una fuerte tradición en producciones primarias, especialmente tambo, en donde se está originando una acelerada transición de explotaciones de carácter familiar a empresas de mediano a gran porte.

Esta transformación origina una reestructuración del sistema productivo requiriendo de iniciativas creativas que permitan que la misma no produzca efectos indeseables, especialmente en lo que se refiere a las consecuencias sociales.

e.- Este proceso está ocasionando una acelerada migración de población, especialmente de los más jóvenes, hacia las ciudades en busca de fuentes de trabajo. En particular, los que emigran, son en general los que han accedido a mayores niveles en el proceso de formación educativa con lo que se produce un doble fenómeno de empobrecimiento.

Revertir este fenómeno implica generar condiciones de empleo, confort y calidad de vida que permitan la permanencia y asentamiento, especialmente de los más jóvenes.



Por última, la ubicación física del emprendimiento, la Escuela Inchausti es de gran significación.

La misma se inserta en una región de alto potencial productivo formada por los partidos de 9 de Julio, 25 de Mayo, Bolívar, Carlos Casares, Pehuajó, Gral. Alvear, Saladillo, Bragado, Alberti, Chivilcoy, Suipacha, Mercedes, Gral. Viamonte y Roque Pérez, con una superficie total de 31.631 km², zona sobre la cual tiene una gran influencia.

La misma posee un campo con 4725 ha en donde se realiza la explotación de cultivos agrícolas, hortícolas, frutales, tambo, ganadería, avicultura, cunicultura y apicultura.

Posee convenios con las siguientes Instituciones:

- Dirección General de Escuelas de la Prov. de Buenos Aires para capacitación sobre Ley Federal de Educación.
- CREA (Consortios Regionales de Experimentación Agropecuaria) para el desarrollo de un tambo demostrativo para la región.
- INTA - Ministerio de Trabajo para el dictado de cursos de capacitación en: tambo, maquinarias agrícolas y horticultura.
- Cooperativa agrícola - ganadera, para el desarrollo de la zona y la región.
- INTA (Regional Bs.As. Norte) para el dictado de cursos de capacitación en forma conjunta y trabajos integrados con las unidades INTA 9 de Julio y 25 de Mayo sobre pérdidas de cosecha, producción de verdes, producción de pasturas y labranza conservacionista.
- INTA (experimental Pergamino), Cooperativa 25 de Mayo y Productores Grupo Cambio Rural.

IMPACTO SOBRE LA SITUACIÓN DE REFERENCIA EN CASO DE ALCANZARSE LOS OBJETIVOS PROPUESTOS

VINCULACION CON EL MEDIO SOCIO - PRODUCTIVO

La descripción realizada de la sede del emprendimiento indica con claridad la fuerte conexión existente entre dicha Institución y el medio.

A la multiplicidad de actividades de extensión y asesoramiento que realiza con los destinatarios directos de esta acción se suma el hecho de que en la composición de su alumnado existe una fuerte presencia de hijos de productores de las zonas aledañas lo que refuerza el efecto multiplicador de la experiencia.

CAPACIDAD DE AUTOSUSTENTACIÓN DEL PROYECTO LUEGO DEL FINANCIAMIENTO

Concluido el desarrollo del Proyecto, se habrá generado un paquete tecnológico con una fuerte actividad de capacitación y recursos humanos de distintos niveles que constituirán en sí mismo una unidad autónoma desde el punto de vista técnico.

La puesta en funcionamiento del digestor, la puesta a punto del motogenerador, las experiencias de campo con el uso del efluente como fertilizante y la capacitación de los actores a través de acciones formales y no formales, garantizan la continuidad de la acción en forma independiente.

CAPACIDAD DE REPRODUCCIÓN EN OTROS ÁMBITOS

La similitud de problemáticas de toda la zona productora de la Pampa Húmeda, permitirá la realización de múltiples actividades de naturaleza similar.

La conjunción de zona productora más establecimiento educacional reconocido o productor representativo de la zona, representa un escenario óptimo para la gestión de este tipo de actividades de transferencia.



IMPACTO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

Dada la naturaleza del proyecto en donde uno de los objetivos apunta al mejoramiento del medio ambiente, el impacto que el mismo generará será de carácter netamente favorable.

La disminución de los niveles de contaminación producidos por los residuos de los tambos implica evitar la degradación de los cursos y las napas acuíferas, por otra parte, el efluente del digester al poder ser utilizado como fertilizante natural, contribuirá a mejorar las condiciones de productividad de los suelos, y a la preservación de los recursos naturales .

TRANSFERENCIAS FORMALES O NO FORMALES DE CONOCIMIENTOS

a.- Actividades de transferencia formal incluidas en el Proyecto:

Incorporación de conocimiento a las currículas de distintas asignaturas de la escuela como son las del: Biología; Zootecnia y Producción Animal, entre otras.

Cursos de formación para docentes que dictarán las asignaturas antes mencionadas sobre: digestión anaeróbica y producción de biogás a partir de distintos residuos agroindustriales.

b.- Actividades de transferencia no formal incluidas en el proyecto:

Programa de difusión destinado a productores sobre conceptos básicos de saneamiento y digestión anaeróbica. Jornadas de difusión a realizar con los productores sobre nociones básicas de operación del digester y el uso del biogás obtenido.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto en sí contó con dos :líneas de trabajo:

LÍNEA I: CONSTRUCCIÓN DEL DIGESTOR

- Etapa 1: Evaluación del recurso (estiércol) a procesar.

Se determinó el rango de material recolectable en la zona de la pista de ordeño y zonas aledañas.

La medición se efectuaron según un muestreo en diferentes días y turnos de ordeño.

Mediante ensayos de laboratorio, se determinó las características del material: sólidos totales, sólidos volátiles, pH, nitrógeno total, fósforo, materia orgánica, demanda química de oxígeno.

- Etapa 2: Relevamiento de la zona del tambo.

Evaluación de mejoras requeridas.

Selección del sitio para instalación del digester.

Necesidad de las obras complementarias.

- Etapa 3: Elaboración del proyecto a implementar.

Dimensionamiento y diseño del digester e instalaciones.

Elaboración de planos y cómputo de materiales.

Formulación del presupuesto y selección del contratista.

- Etapa 4: Construcción del digester y obras anexas.

Instalación del equipamiento accesorio.

Verificación y prueba de conductos.

Control de hermeticidad.



Figura N° 1 - Digestor con campana tipo Hindú, construido en la Escuela Inchausti, durante la ejecución del Proyecto.



- Etapa 5: Carga del digestor y período de prueba.
- Etapa 6: Puesta en régimen del digestor.

Operación sistemática de monitoreo de parámetros.

- Etapa 7: Adaptación y operación de un motogenerador alimentado en forma dual: gasoil - biogás.
- Etapa 8: Implementación de ensayos piloto en parcelas utilizando el efluente del digestor como fertilizante (inicio de la actividad).
- Etapa 9: Elaboración de conclusiones e informe final.

LÍNEA 2: ACTIVIDADES DE FORMACIÓN

- Etapa 1: Formulación de una propuesta conjunta para la implementación de los contenidos en los diseños curriculares de las asignaturas de la escuela Inchausti:
- Etapa 2: Implementación de la aplicación de los nuevos contenidos curriculares.
- Etapa 3: Elaboración y desarrollo de una experiencia de laboratorio de digestión anaeróbica, utilizando estiércol de distintos animales como materia prima.
- Etapa 4: Formación y puesta en práctica de actividades de difusión destinadas a productores ,sobre conceptos básicos de saneamiento y digestión anaeróbica.
- Etapa 5: Organización y realización de una “jornada de campo” destinada a productores sobre nociones básicas de operación del digestor.
- Etapa 6: Dictado de un curso formativo sobre el biogás y sus aplicaciones destinado a docentes primarios y secundarios del área de influencia. Elaboración de vídeo y materiales.



METAS ALCANZADAS

En el presente Proyecto se alcanzaron los siguientes objetivos planteados:

- Construcción del digestor anaeróbico.
- Adaptación de un motogenerador.
- Actividades de formación: incorporación de contenidos curriculares, cursos de capacitación; elaboración del vídeo y libro de texto.

CONCLUSIONES

Al finalizar este Proyecto se generó un paquete tecnológico con una fuerte actividad de capacitación y recursos humanos de distintos niveles que constituirán una unidad autónoma desde el punto de vista técnico.

La puesta en funcionamiento del digestor y del motogenerador, las experiencias de campo con el uso del efluente como fertilizante y la capacitación de los actores a través de acciones formales y no formales, garantizan la continuidad del tratamiento de los efluentes del tambo.

Por otra parte, la similitud de problemáticas de la zona de la Pampa Húmeda, permitirá la realización de actividades de naturaleza similar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FAO - CHINA : "Curso de capacitación en biogás" - 4º Parte
2. TAFFORD D.A. et al "Methane Production form Waste Organic Matter".CRC Press,Boca Ratón,FL,1980,pp 113-116.
3. WALSH et al."Handbook on Biogas Utilization"Georgia Institute Techology, Atlanta, GA, 1988.
4. EMCON Associate"Methane Generation and Recovery from Landfills"Ann Arbor Science Pub., Ann Arbor, MI, 1980, pp 97-117.
5. DIAZ R. et al (1988) - "El biogás como complemento energético para el desarrollo rural"- VIº Congreso Latinoamericano y IIIº Iberoamericano de Energía Solar. Cartagena, Colombia
6. DIAZ R. et al.- "Aprovechamiento energético de los residuos agropecuarios" - Jornadas sobre Investigaciones en Ciencias de la Ingeniería Química y Química Aplicada". - 1988
7. ROLANDO A. et al - "BIOGAS: un combustible no convencional. Evaluación de su uso en motores" Congreso Internacional de Ingeniería Rural - III Congreso Argentino de Ingeniería Rural - Morón - 11 al 15 de julio de 1994
8. ROLANDO A. et al. - "Uso de un digestor piloto para producir biogás en el laboratorio (Transferencia de un trabajo de investigación -)" - XX Congreso Argentino de Química - Organizado por la Asociación Química Argentina - Realizado en Córdoba 14 al 18 de noviembre de 1994.
9. MAZZOTTA F. et al - "Usos del Biogás en Motores de Combustión Interna: informe del estado de avance" - 1º Congreso Internacional y 3º Nacional del uso racional de la energía - Bs. As. - 1988
10. REINKE - SAEZ - "Uso de Biogás en Motores de Combustión Interna"