

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO RURAL “EL MÁCARO”**

**LOS BIODIGESTORES COMO ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA EN
EL ÁREA AGROPECUARIA DEL INSTITUTO PEDAGOGICO RURAL “EL
MÁCARO” PARA EL DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE.**

**Autor: Aníbal Rafael Seijas Prieto
Fecha: Abril de 2011**

RESUMEN

El propósito de la presente investigación es analizar a los Biodigestores como Estrategia para la enseñanza, en el área agropecuaria del IPREM, dentro del marco de la sustentabilidad del medio rural e igualmente establecer la vinculación entre las prácticas educativas a nivel superior que se desarrollan en el Instituto Pedagógico Rural El Mácaro, y el cumplimiento de su misión institucional, la cual tiene como objetivos: (1) Caracterizar los elementos teóricos conceptuales de los Biodigestores como herramienta para el desarrollo rural sustentable; (2) Analizar el Diseño Curricular actual del IPREM en el área agropecuaria, en base a la adopción de los contenidos del Biodigestor, para su enseñanza en el medio rural; (3) Reconocer los beneficios del Biodigestor en la promoción y práctica del desarrollo sustentable del medio rural. Metodológicamente, esta investigación se ubica en la modalidad de estudio monográfico, con el cual se indagó y profundizó el conocimiento del tema abordado, permitiendo dar respuestas a los objetivos planteados. De tal forma que los aportes del estudio son producto de la búsqueda sistemática y continua del problema planteado. Para la recolección de los datos, se acudió a las fichas resumen, mixta y para el análisis se acudió al método hermenéutico. Entre las conclusiones se pueden destacar: El análisis del Diseño Curricular actual del IPREM en el área agropecuaria, en base a la adopción de los contenidos del Biodigestor, para su enseñanza en el medio rural; condujo a evidenciar la pertinencia de introducir esta tecnología cuyo aprovechamiento, sobre todo en las zonas rurales, se muestra coherente con la condición de sostenibilidad del desarrollo, al considerarse una herramienta innovadora de desarrollo y de cooperación que favorece las actividades económico-productivas y comerciales en el medio

rural, que a la vez concilian con la conservación y restauración de los recursos naturales y del medio ambiente.

Descriptor: Biodigestores, Desarrollo Sustentable.

ÍNDICE GENERAL

LISTA DE CUADROS.....	pp. iii
RESUMEN.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO	
I ELEMENTOS TEÓRICOS CONCEPTUALES DE LOS BIODIGESTORES COMO HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE.....	17
Conceptualización del Biodigestor.....	17
Proceso de biodigestion anaeróbica.....	23
Tipos de Biodigestores.....	28
Democratización de los Biodigestores.....	40
Conclusiones y recomendaciones.....	47
II ANALIZAR EL DISEÑO CURRICULAR ACTUAL DEL INSTITUTO PEDAGÓGICO RURAL “EL MÁCARO” EN EL ÁREA AGROPECUARIA, EN BASE A LA ADOPCION DE LOS CONTENIDOS DEL BIODIGESTOR, PARA SU ENSEÑANZA EN EL MEDIO RURAL.....	49
El Biodigestor en la Educación Rural.....	49
Misión social de la Educación Superior.....	58
Diseño curricular actual del IPREM.....	61
Papel de la Educación Superior en la integración del medio ambiente y el desarrollo.....	70
Conclusiones y recomendaciones.....	80
III BENEFICIOS DEL BIODIGESTOR EN LA PROMOCIÓN Y PRÁCTICA DEL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL MEDIO RURAL.....	85
Experiencias del Biodigestor en Latinoamérica.....	85
Conclusiones y Recomendaciones.....	111
IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	113

REFERENCIAS.....	122
Conclusiones y Recomendaciones.....	87
CONCLUSIONES.....	88
RECOMENDACIONES.....	90
REFERENCIAS.....	91

INTRODUCCIÓN

El papel esencial de la educación en las estrategias para el desarrollo global rural, consiste en desarrollar los recursos humanos que deben movilizar, combinar y orientar todos los factores productivos y, finalmente, distribuir los beneficios en la sociedad. Ese papel lo desempeñan las instituciones especialmente creadas para enseñar lo que se sabe de educación rural, descubrir lo que no se sabe y difundir los resultados a todos los participantes, especialmente a las comunidades rurales. Van Crowder et al (citado por Maguire y Atchoarena, 2005), dando cuenta de las preocupaciones manifestadas en mesas redondas sobre la educación agrícola y rural a nivel mundial, indican que:

Un análisis de estas cuestiones muestra claramente que las universidades, colegios universitarios y escuelas agrícolas y rurales afrontan retos importantes en el siglo XXI. Afrontar estos desafíos requerirá nuevas estrategias educacionales, liderazgo innovador y reformas institucionales que tomen en cuenta las tendencias en curso y los factores que influyen sobre el desarrollo agrícola y rural (p. 357).

La educación superior en general y la rural en particular, tienen sus problemas. Estos son bien conocidos, pues durante la última década han sido puestos a consideración del mundo académico, los responsables de la formulación de políticas educativas, con el propósito de crear una base para la comprensión y punto de referencia para medir la mejoría. Mucho de los problemas más descarnados se pueden encontrar en los países en desarrollo, pero problemas semejantes se manifiestan también en diversos grados en los países más desarrollados.

Al respecto, Maguire y Atchoarena, (2005) afirman, que la lista de problemas relacionados con la educación rural presenta un panorama sombrío especialmente para los países como los de América Latina, quienes según el Instituto de Desarrollo Económico (IDE), estos países se encuentran en situación de crisis, con actividades de investigación inadecuadamente financiadas y de mérito cuestionable; mencionando entre los indicadores de esa situación crítica “el deterioro de las instalaciones, inadecuada dotación de personal e insuficiente equipamiento científico. Siete años después, el panorama de la educación superior no parece haber mejorado” (p. 360).

Asimismo, en una publicación reciente del Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (IESALC citado por González, 2009) se destacan las siguientes como las principales tendencias, entre otras, que en la actualidad definen los escenarios de la educación superior:

A los cambios que han ocurrido desde una perspectiva histórica (...), habría que agregar los que se han sumado como expresión del nuevo periodo en el que nos encontramos, tales como el impacto tremendo que tienen las nuevas tecnologías que

redefinen los espacios de aprendizaje; el desarrollo de nuevas áreas de conocimiento de base interdisciplinaria que empiezan a verse como sustitutivas de las tradicionales conformaciones curriculares y de la oferta de carreras actual; la contracción severa de los recursos financieros provistos por los gobiernos, con una mezcla de mecanismos de evaluación, rendición de cuentas, aparatos de acreditación que valoran el desempeño de instituciones, programas y personas; la importancia que está adquiriendo la internacionalización de los procesos de aprendizaje y de conocimiento, la aparición de redes y asociaciones académicas, la movilidad de estudiantes y los nuevos procesos de transferencia de conocimientos y tecnologías.

Durante los últimos años y, de manera aun más intensa en el presente, la globalización y la sociedad del conocimiento implican en sí mismas para la educación la emergencia de un nuevo paradigma cognitivo, pedagógico y didáctico; una nueva concepción del conocimiento y del papel de la educación se hace presente. El conocimiento en su valor intrínseco y per se ya no forma parte de los imaginarios hoy prevalecientes. La educación, por su parte, tanto en general como en el nivel superior; la investigación universitaria está subrogada a los intereses rectores del conocimiento, con ello, se produce, una tendencia diferente se abre paso. Es en este umbral de transformaciones donde tiene lugar el actual proceso de disolución de la universidad: "Pureza y razón ilustrada por un lado, performatividad y razón económica por el otro: la universidad se ve a sí misma en ambos campos a la vez. Asume la nueva postura de la performatividad, al mismo tiempo que se niega a desinvertir en la vieja postura del desinterés." González (2009).

Traer a colación lo anterior tiene básicamente la finalidad de indicar el hecho de que, bajo cualquier perspectiva que se quiera mirar, en la actualidad la educación superior afronta una situación estructural de transformaciones, la cual está caracterizada por una tensión medular que define la emergencia de nuevas perspectivas para la educación superior pública.

Las instituciones de educación superior necesitan efectivamente programas académicos bien diseñados y una misión clara. Sin embargo, lo que es más importante para que tengan éxito es un personal docente altamente calificado, estudiantes comprometidos y bien preparados, así como suficientes recursos. A pesar de notables excepciones, la mayoría de las instituciones de educación superior en los países en desarrollo adolecen de severas deficiencias en cada una de estas áreas (World Bank, citado en Maguire y Atchoarena, ob. cit.).

González (2009) señala un nuevo paradigma cognitivo y pedagógico: innovación, flexibilidad, inter y transdisciplinariedad, transversalidad curricular, gestión del conocimiento y creación de bases y redes de información, virtualización de la enseñanza/aprendizaje, redefinición del papel de la función docente.

Para Seijas (2009), el docente rural debe conocer por medio de la investigación los diferentes escenarios rurales del país para que de esta manera puedan abordar, durante su desempeño docente, las problemáticas que afectan estos escenarios y, en consecuencia se apliquen las metodologías adecuadas, de tal manera que se contribuya relevante y eficazmente a la formación de las competencias de sus estudiantes, por medio de un aprendizaje significativo para toda la vida, que a su vez conducirán al desarrollo sustentable.

Sobre el impulso para el desarrollo rural y consecuentemente, para los tipos de oportunidades de educación que se necesitan, Bently y Mbithi (citados por Maguire y Atchoarena, 2005) consideran que se debe provenir de la misma población. Para que esto suceda, las personas deben desarrollar nuevas ideas acerca de sí mismos y el mundo que las rodea, nuevas actitudes y una nueva esperanza en el futuro. Este tipo de transformación de la persona es, en esencia, aquello en lo que consiste el desarrollo rural. En contraste con la noción convencional que equipara educación con escolarización, la educación debe equipararse con el

aprendizaje como un proceso a lo largo de toda la vida, que incluye una gran variedad de experiencias. Sin embargo, pasar de una perspectiva estrechamente escolar de la educación a esta perspectiva más amplia de a lo largo de toda la vida exige un cambio en el foco de atención que es muy difícil de lograr para quien quiera cuyo pensamiento haya sido condicionado por programas de educación formal muy tradicionales; por lo que en el mundo real actual, si se quiere que un marco de políticas para la educación en el marco del desarrollo rural sustentable tenga éxito, debe ser multidisciplinar, incluir a personas y conocimientos que presuponen las ciencias sociales, la economía y ahora la antropología cultural, así como las ciencias agrícolas, la nutrición y los recursos naturales.

En este contexto, se quiere significar dentro de las Universidades nacionales transformadoras y vinculadas a la formación de recursos humanos en el medio rural, la consideración de una de las más importantes a la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, que tiene entre sus núcleos al Instituto Pedagógico Rural “El Mácaro” (IPREM), adscrito a la UPEL, que se encuentra ubicado en la ciudad de Turmero, en el estado Aragua y cuya evolución histórica está asociada desde sus inicios como Escuela Normal Rural “El Mácaro” en el año 1938, hasta convertirse en 1988 en Instituto Pedagógico con la formación de docentes para el área rural. El cambio más significativo y elocuente de la Upel-Iprem, es probablemente la actualización de su currículo y la redefinición del perfil de competencias de sus egresados, orientadas a satisfacer las necesidades de la educación rural promoviendo el desarrollo sustentable, con un vínculo más visible entre la institución y la comunidad rural, entre la institución y su entorno, reconociendo su necesidad de mantener su pertinencia en un entorno cambiante, con una perspectiva mucho más amplia, trascendiendo sus alcances más allá de la educación, y haciendo referencias específicas al doble sentido de su misión como formadoras de educadores rurales: La formación integral de estos que les permita poseer una actitud crítica positiva

y abierta a las posibilidades de cambio y de superación permanente y, un profesional competente para contribuir con el desarrollo integral rural.

Se reconoce pues la importancia de las instituciones formadores de educadores rurales, en cuanto a que éstas pueden promover una agricultura sostenible y asumir el liderazgo en la implementación del proceso de desarrollo rural; pueden difundir importantes mensajes del mundo agrícola al sistema de educación en los niveles primario y secundario, así como en la educación de adultos. Pueden satisfacer el deseo de las comunidades rurales en particular y de la sociedad en general por el aprendizaje a lo largo de toda la vida. Ser la voz de la razón y de la información factual en los debates acerca de cuestiones relativas a la calidad y seguridad alimentaria real o aparente. Puede equiparar a los profesores del sistema de educación rural con los conocimientos y competencias necesarias para que llegue el mensaje del mundo rural a las personas matriculadas en ese sistema. Pueden ser un recurso precioso para los responsables de la formulación de políticas.

También son elemento visible impulsor para lograr la educación secundaria no selectiva para el desarrollo rural, si puede contribuir a formular argumentos claros y lógicos, y sustentarlos con datos incuestionables, pero no puede hacerlo sin una visión de las necesidades del desarrollo rural y si no implementa los cambios organizacionales necesarios para ser eficaz. Sobre todo, ella puede aportar importante contribución para lograr el objetivo del desarrollo rural, la reducción de la pobreza y la seguridad alimentaria.

Lo anterior remarca una visión para las instituciones formadores de educadores rurales en el marco de la nueva ruralidad y el desarrollo sustentable; sobre lo cual el Ministerio de educación y Deportes República Bolivariana de Venezuela (2004), ha destacado que el proceso educativo está estrictamente vinculado al trabajo con el fin de armonizar la educación con las actividades productivas propias del desarrollo local, regional y nacional a través de la orientación a los escolares, formándolos(as) en, por y

para el trabajo creador y productivo con una visión humanista que les permita satisfacer sus necesidades básicas, contribuir al desarrollo nacional y a su formación permanente.

Aunado a esta visión de la educación, en relación con el aspecto de la nueva ruralidad, se considera fundamental: Articular el sistema educativo y el sistema de producción de bienes y servicios, con pertinencia social de manera que la formación contribuya a elevar la eficiencia productiva con incorporación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. Integrar todos estos componentes educativos y sociales a través de las unidades territoriales educación-producción, incorporadas como escuelas productivas al gran programa nacional todas las manos a la siembra (Ministerio de Educación, ob. cit.).

Se habla de la Escuela Productiva, como proyecto que articulado a otros organismos gubernamentales y no gubernamentales, apoye procesos, facilite recursos y fortalezca la práctica productiva escolar, con la filosofía de “aprender haciendo y enseñar produciendo”. El propósito es desarrollar un sistema de acción pedagógica, que permita incorporar los diversos sectores de la sociedad rural y urbana a la función educativa a objeto de impulsar la Seguridad Alimentaria, como política de Estado desde las Escuelas Productivas y la agricultura urbana y periurbana del Estado que tienen participación en las políticas agroalimentarias.

El desafío más importante, para las instituciones como el IPREM, es pasar a una misión orientada a producir educadores con niveles de excelencia en su área de especialidad quienes a su vez están comprometidos con la formación de los futuros bachilleres con un fuerte compromiso con el desarrollo sustentable de su comunidad.

El marco de estas reformas, alude además del conocimiento técnico y la pertinencia socioeconómica, el creciente reconocimiento de competencias esenciales, donde la organización del currículo es influida por una tendencia hacia los esfuerzos para desarrollar enfoques multidisciplinares de la

enseñanza, lo que sugiere la necesidad y posibilidad de agregar nuevos programas al currículo a fin de satisfacer nuevas necesidades; lo cual además, contiene implícito el esfuerzo de la comunidad de profesores sobre su formación permanente y la producción de investigaciones, necesarios para su proceso intelectual y práctico profesional, y su capacidad de sistematizar sus experiencias en este sentido hacia el diseño de estos programas bajo concepciones metodológicas y nuevas tecnologías con creatividad y pertinencia con las situaciones que el mundo rural exige.

En este marco, y tomando en consideración el tipo de sociedad actual que se caracteriza por una gran capacidad científico-técnica, así como por la aplicación de esta capacidad al proceso productivo, la generación constante y cada vez más rápida de nuevos conocimientos y su difusión en el conjunto de la sociedad constituyen actualmente la base sobre la que se asienta la competitividad internacional y, la concepción del desarrollo sustentable. En tal sentido, la educación para el desarrollo sustentable debe preparar a las generaciones futuras para hacer frente a los problemas que plantean los progresos de la ciencia y la tecnología y para determinar qué aplicaciones serán beneficiosas y cuáles pueden ser nocivas. Asimismo, debe propiciar formar ciudadanas y ciudadanos críticos y capaces de examinar la naturaleza de la ciencia y la tecnología como actividades humanas encaminadas al desarrollo individual y colectivo.

La educación superior tiene una meta que alcanzar en cuanto a la formación de profesionales preparados para responder a las necesidades del mercado de trabajo, pero debe también contribuir a la formación integral de las nuevas generaciones, respondiendo a sus aspiraciones de acceso al conocimiento avanzado, individual y colectivo y garantizando, no tanto su posterior empleo profesional, como una permanente igualdad de oportunidades para desenvolverse en la vida (Urzúa, De Puelles y Torreblanca, 1995).

De este modo la vinculación entre los aportes de la Educación superior desde la educación rural y un desarrollo económico sustentable, es un elemento de primer orden para lograr el progreso y la efectividad de las labores que se ejecuten en diversas áreas, en función de elevar los niveles de calidad de vida en estas comunidades, y su repercusión en los ámbitos, socioeconómicos y ambiental a nivel mundial. Sobre esto es oportuno citar al IICA (2004), cuando destaca como fundamental el crear y desarrollar soluciones basadas en la capacidad de integrar recursos, actores, actividades e instituciones, que respondan a la naturaleza multisectorial del desarrollo sostenible de los territorios, en el marco de una estrategia nacional. El producto y el medio de este proceso, es la construcción de una nueva institucionalidad, que fortalezca las estrategias de desarrollo rural, dotándolas de instrumentos apropiados, para dinamizar la práctica y la cooperación entre las instituciones y los actores sociales. Asimismo, Lacki (2000), agrega como necesidad el proporcionar “una formación más funcional e instrumental, con contenidos adecuados a las reales necesidades de las comunidades rurales, contenidos que pueden utilizar y aplicar en la solución de los problemas que enfrentan en la vida cotidiana” (p.2).

Dentro de estas ideas expuestas y con el objeto de definir el campo investigativo, la estructura curricular del Instituto Pedagógico Rural “El Mácaro” “como instituto de educación superior promotor de un desarrollo sustentable” está actualmente organizada en torno a Componentes de Formación, uno de los cuales es el de Formación Especializada donde se agrupan las cátedras: Educación para el Trabajo, Ciencias Industriales, Comercio y Agropecuaria.

Específicamente, para el área agropecuaria se aborda la oportunidad, que en el marco de la transformación del currículo, la redefinición del perfil del egresado, y, de la existencia de una descontextualización entre lo que se imparte y lo que se desea promover en las áreas rurales, de la consideración, estudio e inclusión oportuna en los programas de curso que la componen, de

contenidos adecuados a las necesidades de las comunidades rurales, sobre aplicaciones que incluyan variedad de experiencias para una formación más funcional e instrumental enfocado en el paradigma cognitivo y pedagógico que señala González (ob. cit.).

Una formación que se sustente en la base de los progresos de la ciencia y la tecnología, inserta en los procesos de globalización, con consideración a los determinantes de la crisis económico y social que se vive, cuyo propósito es describir las oportunidades que existen para lograr el crecimiento económico y la equidad social, como punto de partida para superar la pobreza que aqueja a un extenso sector de la población y que se constituye en el factor crucial para avanzar en el marco del desarrollo sostenible; sobre lo cual se pone especial énfasis en el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales competitivos y en la urgencia por lograr consensos y compromisos entre las fuerzas sociales.

Es sobre estas bases, que se definen siete grandes proyectos estratégicos de la Agenda Venezuela, en concordancia con los siete pilares del Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación (2007-2013): la inserción inteligente en la globalización; equilibrios macro-económicos con equidad; competitividad con equidad; transformación de la educación y el conocimiento; reforma del Estado; calidad de vida y solidaridad social y; conservación del ambiente y ordenación del territorio.

Los dos últimos proyectos y sus vinculaciones con los demás son de particular importancia en el presente contexto, pues dan respuesta a las inquietudes a nivel mundial y Nacional en torno a las vinculaciones que deben existir entre el desarrollo y el ambiente. Así pues, en el Convenio sobre la Biodiversidad Biológica se exhorta a los países a encontrar cauces y medios para preservar la variedad de especies vivientes y velar por el equitativo beneficio del aprovechamiento de la diversidad biológica. La Agenda 21 explica que la población, el consumo y la tecnología son las principales fuerzas determinantes del cambio ecológico. Deja claramente

sentada la necesidad de reducir en ciertos lugares del mundo las modalidades de consumo ineficaces y con elevado desperdicio, fomentando simultáneamente en otras zonas un desarrollo más intenso y sostenible. Se proponen políticas y programas para la consecución de un equilibrio duradero entre el consumo, la población y la capacidad de sustento de la tierra. Asimismo, describe técnicas y tecnologías que han de fomentarse para la satisfacción de las necesidades humanas, combinadas con una cuidadosa gestión de los recursos naturales.

Dentro de las técnicas y tecnologías desarrolladas bajo las consideraciones anteriores, se tienen los biodigestores rurales, desarrollados como modelos tecnológicos sin efectos nocivos para el entorno y que favorecen el desarrollo sostenible. Según Taylhardat (2006), los distintos modelos de biodigestores diseñados son capaces de presentar como ventajas además del hecho de eliminar la contaminación del ambiente, el generar energía eléctrica, energía para cocinar (gas metano) y producir abono orgánico (sólidos y líquidos).

Por su parte Martí (2008), señala que el acceso a fuentes de energía moderna en áreas rurales se ha convertido en un prerrequisito para la ejecución de medidas llevadas a cabo en pos de la disminución de los niveles de pobreza. Muchos programas y proyectos, con el soporte de organizaciones de cooperación internacional, trabajaron y trabajan en esta relación de “Energía – Pobreza” con el uso de tecnologías alternativas en búsqueda de posibilitar el acceso a fuentes confiables de energía a hogares rurales. Esta tecnología se ajusta al trabajo ejecutado por las cuatro líneas de acción del Componente Acceso a Servicios Energéticos.: energía para iluminación y uso doméstico, energía para cocinar, energía para infraestructura social y energía para usos productivos. La propuesta de modelos de biodigestores deben estar orientados a las necesidades y peculiaridades geográficas de las distintas poblaciones rurales a los cuales se dirijan y su construcción de bajo costo. Se considera que el biodigestor es:

Un sistema natural que aprovecha la digestión anaerobia (en ausencia de oxígeno) de las bacterias que ya habitan en el estiércol, para transformar éste en biogás y fertilizante. El biogás puede ser empleado como combustible en las cocinas, calefacción o iluminación, y en grandes instalaciones se puede utilizar para alimentar un motor que genere electricidad. El fertilizante, llamado biol, inicialmente se ha considerado un producto secundario, pero actualmente se está tratando con la misma importancia, o mayor, que el biogás, ya que provee a las familias de un fertilizante natural que mejora fuertemente el rendimiento de las cosechas (p. 15).

De acuerdo a lo planteado, se cree pertinente analizar la realidad educativa rural en Venezuela y las implicaciones sociales de la nueva realidad mundial, para saber si la implementación de modelos tecnológicos como los biodigestores son viables para propiciar un desarrollo sustentable, en nuestra dinámica nacional y; con base a esto, estudiar el diseño curricular actual del IPREM en el área agropecuaria, para identificar, en función a sus objetivos institucionales y contenidos curriculares, la oportunidad de considerar los Biodigestores como herramienta para la enseñanza en el medio rural dentro del marco de la sustentabilidad.

De este modo, se plantea la siguiente interrogante: ¿Los Biodigestores como herramienta para la enseñanza en el área agropecuaria del IPREM contribuirían al desarrollo sostenible del área rural?

Es precisamente sobre este planteamiento que trata la presente investigación cuyo propósito es analizar los Biodigestores como herramienta para la enseñanza, en el área agropecuaria del IPREM, dentro del marco de la sustentabilidad del medio rural, la cual tiene como objetivos: (1) Caracterizar los elementos teóricos conceptuales de los Biodigestores como herramienta para el desarrollo rural sustentable; (2) Analizar el Diseño Curricular actual del IPREM en el área agropecuaria, en base a la adopción de los contenidos del Biodigestor, para su enseñanza en el medio rural; (3) Reconocer los beneficios del Biodigestor en la promoción y práctica del desarrollo sustentable del medio rural.

La importancia de la presente investigación se basa en la necesidad de establecer la vinculación entre las prácticas educativas a nivel superior que se desarrollan en el Instituto Pedagógico Rural El Mácaro, en el área agropecuaria, y el cumplimiento de su misión institucional, enfocada a la formación de recursos humanos para el desarrollo de las áreas rurales. Esto contribuye con los lineamientos que se han establecidos en el marco de la reforma curricular y la consecuente actualización de los componentes curriculares, dejando ver su pertinencia con las prácticas pedagógicas actuales.

La investigación requiere establecer las ventajas en la incorporación de los biodigestores, en la Educación Superior para la enseñanza en el medio rural que contribuya al desarrollo sustentable. De allí, los resultados que se esperan con este estudio, proporcionará aportes significativos para el avance en la consecución de la nueva visión en la especialidad de Educación Rural según los lineamientos que orientan el proceso que se lleva a cabo sobre la transformación y modernización del currículo para la formación docente de pregrado de la UPEL-IPREM, en los cuales se destacan el lograr una mayor pertinencia social de la educación superior en los distintos ámbitos territoriales, construyendo en el futuro docente un perfil que conjuga ejes transversales como el de comunidad-ambiente-diversidad-tecnología, entre otras, por medio de un aprendizaje significativo. El análisis de los documentos implicados constituye, de manera conjunta, un compromiso expreso con la cultura de la calidad y con las políticas que sustentan a la universidad.

A nivel institucional la investigación, el producto de esta labor investigativa, representa una guía para la toma de decisiones en cuanto a la reorganización en el pensum de estudio de la especialidad de educación rural, así como también en la consecución de la nueva visión de la ruralidad a partir del marco de la sustentabilidad que se promulga en el nuevo perfil profesional de los egresados. De tal forma que el IPREM se muestra abierto

a este cambio, debido a las dificultades que pueden estar motivadas por la desvinculación de su diseño curricular, y las tendencias socioeconómicas actuales.

La investigación basada en la realidad rural y la educación en el marco de las tendencias sobre el desarrollo socioeconómico actual, posibilita la consideración de técnicas y tecnologías competitivas, con énfasis en el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad de vida con base a consensos y compromisos entre las fuerzas sociales, como estrategias de instrucción basada en este caso en la experiencia con los biodigestores, tanto a nivel práctico como a nivel académico, utilizadas en beneficio del desarrollo de las comunidades rurales y el ambiente.

Tales beneficios, desde la perspectiva pedagógica, se puede decir que el basamento principal de un modelo educativo bajo estas características de estudio, podría abarcar desde la producción primaria, pasando por una visión pedagógica tomando en cuenta el aprendizaje significativo de los docentes, estudiantes y población rural en general, hasta formar una estructura fundamentada, para la enseñanza, en áreas de producción significativa, llevadas a un contexto real, y en donde, dentro de las comunidades rurales, también se considere la formación de los docentes, para la orientación, y realización pertinente de diversos tipos de proyectos donde se combinen variables que implican una educación para el desarrollo sustentable del medio rural para ayudarla a reflexionar, comprender y actuar: hacia una educación para toda la vida, la apropiación tecnológica, la protección del ambiente, la productividad y la mejora de la calidad de vida.

Se considera además, que el presente estudio se convierte en un punto de partida para otras investigaciones, que contribuyan con un nuevo tejido curricular, que logre la actualización, la discusión de contenidos y el aporte de conocimientos innovadores en la Educación Superior vinculada a la formación de recursos humanos para las comunidades rurales.

Desde la perspectiva metodológica, esta investigación se ubica en la modalidad de estudio monográfico, con el cual se indagó y profundizó el conocimiento del tema abordado, permitiendo dar respuestas a los objetivos planteados. De tal forma que los aportes del estudio son producto de la búsqueda sistemática y continua del problema planteado para estimular el proceso de transformación del currículo en el área agropecuaria del IPREM, adscrito a la UPEL, acorde con el desarrollo sustentable en las áreas rurales, haciendo énfasis en el interés por la biotecnología en materia de biodigestores planteada en búsqueda de reforzar las competencias del futuro docente rural hacia el desarrollo de actividades pedagógicas innovadoras, flexibles, inter y transdisciplinarias, con transversalidad curricular, gestión del conocimiento, entre otras, que permitan su vinculación con el accionar en demandas claras y concretas identificadas en poblaciones rurales pobres para una mejor calidad de vida.

De acuerdo al Manual de Trabajos de Grado de la UPEL (2006), los estudios monográficos “se aborda un tema o problema con sustento en los procesos de acopio de información, organización, análisis crítico y reflexivo, interpretación y síntesis de referencias y otros insumos pertinentes al tema seleccionado” (p. 18).

Con base a lo expresado en el párrafo anterior, para la recolección de los datos, se acudió a la observación documental, con la cual se hizo uso de técnicas e instrumentos para la revisión de documentos y textos referentes a la temática abordada. Explica Balestrini (2001) que la técnica de observación documental o bibliográfica se apoya en los distintos tipos de notas de contenido, información general, resúmenes, paráfrasis, comentarios o confrontaciones, entrevistas personales con expertos en la temática, también en las técnicas de citas, pie de páginas y en la bibliografía final del trabajo de investigación.

De acuerdo a la técnica, el producto de la lectura rigurosa, selección y acopio de información pertinente al estudio, proveniente del arqueado en

bibliotecas, trabajos de grado, informes, revistas, centros de documentación, Internet, se registró en fichas con citas de contenido textual, de resumen, mixta y comentario personal, así como en la elaboración de Folder (fichas electrónicas). Para Ariemma, (2006), la elaboración de fichas implica “un procedimiento que permite almacenar información obtenida de diversos autores, en formatos pequeños de fácil ubicación y manejo” (p. 56).

Para el análisis de la información recopilada, se acudió a la técnica básica de análisis en la investigación documental, que consiste en el análisis del contenido de documentos con la cual se trata de hallar el significado o valor del documento, que constituye la unidad de análisis, originando una descripción sustancial del mismo; para ello, se elaboraron hojas de codificación, que contienen las categorías, las unidades de análisis y las frases claves. De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2006) “estas hojas contienen las categorías y los codificadores, se anotan en ellas cada vez que una unidad entra en una categoría o subcategoría” (p. 305).

Para la obtención de toda la información mediante la revisión documental, se siguió un procedimiento contentivo de etapas operativas, fundamentales y necesarias para llegar al fin mismo, estas etapas a su vez, se pueden caracterizar por un conjunto de procedimientos. En este sentido, dentro de la investigación se describen las siguientes: (1) Búsqueda de información (localización física), en la cual se revisó la documentación y construyó un inventario de las fuentes vinculadas a la problemática mediante la técnica del fichaje; (2) selección de la información, en la que se clasificó el material recopilado y valoró su pertinencia con el tema abordado, tomando en cuenta los objetivos planteados; (3) registro de la información mediante fichas con citas de contenido y; (4) análisis de la información, en la cual se realizó el análisis de contenido para extraer la información relevante expresada por los distintos autores y teorías consultadas, haciendo comparaciones de ésta con los objetivos de la investigación.

Para la presentación del informe monográfico, éste se organizó utilizando la estructuración de la información en tres (3) partes:

Parte I. Contentiva de la introducción, en la cual se expone la problemática, el contexto de la investigación, sus objetivos y la justificación de la misma.

Parte II. Expresa la conformación teórica del estudio, conformándose ésta en tres (3) capítulos de acuerdo a los objetivos planteados.

Parte III. En esta parte se expresan las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio, además de las referencias bibliográficas consultadas y los anexos.

CAPÍTULO I

ELEMENTOS TEÓRICOS CONCEPTUALES DE LOS BIODIGESTORES COMO HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE

Conceptualización del Biodigestor

En la actualidad, la contaminación ambiental constituye una de las preocupaciones a nivel mundial más importante; en este sentido por ejemplo,

la basura debe ser depositada adecuadamente para evitar que la misma se constituya en foco de infección y de enfermedades a la población además del mal olor que genera al ambiente.

Sobre lo anterior, Taylhardat (2006) explica que son muchos los problemas ambientales existentes actualmente, provenientes de la disposición y acumulación de grandes cantidades de desechos y residuos provenientes de la actividad agrícola y el crecimiento de la población, cuyo volumen excede la capacidad de los sistemas de tratamiento actualmente en uso, traducándose en una situación problemática que afecta a numerosas comunidades en toda Venezuela. Los rellenos sanitarios (botes o vertederos) están colapsados, agotándose el espacio disponible para la disposición y tratamiento de la basura, lo que ha llevado a la búsqueda y desarrollo de nuevas áreas para ejercer este tratamiento, el análisis de los impactos ambientales y los efectos sociales que se presentan; surgiendo la conveniencia de plantear alternativas que “permitan una gerencia más moderna hacia esos desechos, aplicando tecnologías de estabilización basadas en procesos biológicos que son más ecológicos” (p. 13).

En congruencia con el autor antes mencionado, Sogari, Reuss y Busso, (2002) afirman que los residuos existentes en la basura, pueden ser usados como materia prima de donde extraer energía; para ello se requiere de un biodigestor; el cual es definido como un sistema generador de biogás, siendo una instalación cuyo funcionamiento provee de energía. Así los excrementos de los animales y restos orgánicos agrícolas proveen de energía mediante un proceso de transformación química con ayuda del proceso de Bio-conversión como técnica portadora de energía.

Con el propósito de profundizar en la conceptualización del Biodigestor, se examinaron las opiniones de varios autores quienes aportaron sus definiciones al respecto, los cuales se presentan en el cuadro 1; en el cual, de acuerdo a las coincidencias entre los planteamientos expresados, se puede decir que los biodigestores constituyen una tecnología cuyo

aprovechamiento, sobre todo en las zonas rurales, se muestra coherente con la condición de sostenibilidad del desarrollo, al considerarse una herramienta innovadora de desarrollo y de cooperación que favorece las actividades económico-productivas y comerciales en el medio rural, con aprovechamiento de energías que a la vez concilian ese derecho al desarrollo, con la conservación y restauración de los recursos naturales y del medio ambiente ampliamente presentes en el medio rural y base fundamental para el desarrollo de sus actividades económicas, principalmente, la agricultura.

Cuadro 1
Conceptualización de los Biodigestores

Categoría	Unidades de Análisis	Frases Claves
Biodigestor Tecnología descontaminante	<p>Taylhardat (2006) alternativa para una gerencia más moderna hacia los desechos, tecnología de estabilización basadas en procesos biológicos que son más ecológicos.</p> <p>Sogari, Reuss y Busso, (2002) sistema generador de biogás, siendo una instalación cuyo funcionamiento provee de energía; donde los excrementos de los animales y restos orgánicos agrícolas proveen de energía mediante un proceso de transformación química con ayuda del proceso de Bio-conversión como técnica portadora de energía.</p> <p>Huerta, D. (2010) Sistema sencillo de conseguir solventar la problemática energética-ambiental, así como realizar un adecuado manejo de los residuos tanto</p>	<p>Tecnología alternativa</p> <p>Tratamiento de desechos</p> <p>Sistema (Proceso biológico-ecológico)</p> <p>Sistema Natural Generador de energía (Proceso de bio-conversión)</p> <p>Dispositivo descontaminador</p>

	<p>humanos como animales.</p> <p>Moreno, Romero y Márquez (2007) dispositivo de descontaminación de aguas residuales agropecuarias, promueve el reciclaje de nutrientes y facilita el aprovechamiento de energías limpias. Su instalación debe atender los requerimientos propios de cada finca.</p> <p>Martí (2008) sistema natural que aprovecha la digestión anaerobia (en ausencia de oxígeno) de las bacterias que ya habitan en el estiércol, para transformar éste en biogás y fertilizante.</p>	<p>Aprovechamiento de energías limpias</p> <p>Atiende a requerimientos propios (adaptable a las necesidades)</p>
<p>Biodigestor para acceder al mundo sustentable</p>	<p>Gropelli y Granpaoli, (2007) tecnología socialmente apropiada que funciona y puede ser adoptada, construida y mantenida por las propias comunidades que la necesitan para cubrir sus necesidades y mejorar sus condiciones de vida.</p> <p>Martí (2008) tecnologías biodigestivas sobre el ambiente, la productividad y la mejora de la calidad de vida en las zonas rurales.</p> <p>Guevara (1996) tecnología que puede beneficiar a la familia campesina tanto por la producción de gas como por la obtención de fertilizantes para uso agrícola.</p>	<p>Tecnología social</p> <p>Satisface necesidades sociales</p> <p>Tecnología biodigestiva (ambiente, Productividad, Mejora de calidad de vida</p> <p>Tecnología que beneficia poblaciones rurales.</p>

Nota: Elaborado por Seijas, (2010)

De acuerdo a las definiciones aportadas por los autores consultados, se infiere que los sistemas de biodigestores promueven el saneamiento de efluentes orgánicos contaminantes por medio de un proceso natural de descomposición de la materia orgánica, que permite la producción de gas, la elaboración de abono orgánico, así como de energía eléctrica; reconociéndose como una tecnología social cuya funcionalidad en el medio rural, es apropiada al desarrollo sustentable, por su capacidad para satisfacer las necesidades básicas de energía y sostenibilidad a largo plazo, permitiendo un mejoramiento significativo de la calidad de vida y la generación de nuevas actividades económicas-productivas especialmente en el medio rural.

Se puede decir que el biodigestor es un ejemplo de tecnología socialmente apropiada que funciona y puede ser adoptada, construida y mantenida por las propias comunidades que la necesitan para cubrir sus necesidades y mejorar sus condiciones de vida (Gropelli y Granpaoli, 2007)

Moreno, Romero y Márquez (2007) explican que el uso del biodigestor como dispositivo de descontaminación de aguas residuales agropecuarias, promueve el reciclaje de nutrientes y facilita el aprovechamiento de energías limpias. Su estructura y contenido permite capacitar al usuario en las herramientas necesarias para realizar los cálculos y la instalación bajo los requerimientos propios de cada finca (p. 1).

Sobre lo anterior, Guevara (1996) amplía en cuanto al diseño de los digestores, que éstos deben responder tanto al lugar como el grado de aplicación y a la finalidad de la tecnología. Conociendo la región, la localidad, y el lugar donde va a estar ubicada la planta, y en función al material de carga que se dispone y que se va a tratar, o de acuerdo a las necesidades de producción, se seleccionará el sistema de digestión más adecuado, de acuerdo a una secuencia o flujo que permitirá tener una idea clara del tamaño y forma del biodigestor necesitado.

El conocimiento sobre la construcción de sistemas de biogás ha tenido un uso práctico en zonas rurales, donde existe materia prima para ponerlo en funcionamiento. De esta manera, el conjunto de excremento animal puede ser aprovechado y el resto puede ser usado como abono; constituyéndose en un medio para contribuir al resguardo del ambiente además de generar productividad; por ello, se considera que este sistema es una tecnología socialmente apropiada, lo cual se adecúa al concepto de la sustentabilidad.

El camino hacia la sustentabilidad se construye hoy en pequeños pueblos y ciudades, donde el horizonte todavía es visible. “Donde todavía se conserva la cultura del trabajo, del amor propio, del respeto hacia el ambiente

común, del valor de lo que producimos con nuestras propias manos” (Groppelli, citado por Gronda, 2001).

Son variadas las experiencias que señalan la oportunidad de estas tecnologías biodigestivas sobre el ambiente, la productividad y la mejora de la calidad de vida en las zonas rurales, un ejemplo de ello, es señalado por Martí (2008), cuando explica que en Bolivia, se llevan a cabo programas de Desarrollo Agropecuario Sostenible con el objetivo de aumentar el número de personas que puedan acceder a energía moderna para satisfacer sus necesidades básicas de energía y sostenibilidad a largo plazo, permitiendo un mejoramiento significativo de la calidad de vida y la generación de nuevas actividades económicas. Dentro de este marco, se contemplan cuatro líneas de acción: energía para iluminación y uso doméstico, energía para cocinar, energía para infraestructura social y energía para usos productivos. En este sentido, y en el marco de la oferta de la línea energía para usos productivos, es que se desarrollan actividades de cooperación en la tecnología de biodigestores.

Como sistema natural los biodigestores aprovechan la digestión anaerobia (en ausencia de oxígeno) de las bacterias que ya habitan en el estiércol, para transformar éste en biogás y fertilizante. El biogás puede ser empleado como combustible en las cocinas, calefacción o iluminación, y en grandes instalaciones se puede utilizar para alimentar un motor que genere electricidad. El fertilizante, llamado biol, inicialmente se ha considerado un producto secundario, pero actualmente se está tratando con la misma importancia, o mayor, que el biogás, ya que provee a las familias de un fertilizante natural que mejora fuertemente el rendimiento de las cosechas (Martí, ob. cit.).

Es importante señalar que aun cuando los biodigestores han sido desarrollados y están ampliamente implementados en países del sureste asiático, y Europa, y que han demostrado que la descontaminación es una realidad; en América se están desarrollando algunas experiencias en países

como Cuba, Colombia, Brasil, Costa Rica, Honduras y Bolivia, por ejemplo en la forma de biodigestores familiares de bajo costo (Guevara, 1996; Martí, 2008, p. 15).

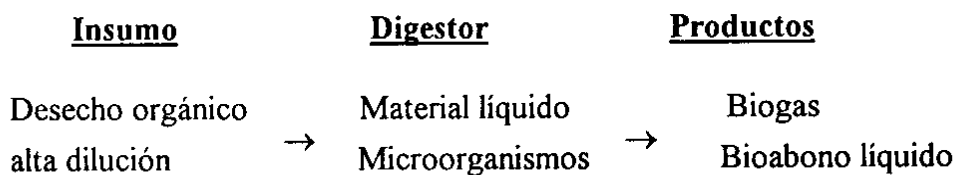
En Venezuela, asevera Taylhardat (2006), coincidiendo con Guevara (1996), que dada la abundancia de recursos energéticos, tanto de hidráulicos como de fósiles, se puede pensar el que no tenga relevancia el uso de formas alternas de energía como la utilización de Biogas, sin embargo, para el área rural y las zonas alejadas, donde existe una gran superficie que no tiene acceso a la electrificación por los altos costos de las redes y equipos eléctricos, si tiene mucha importancia; así lo han entendido los organismos oficiales como las de la Energía Eléctrica, el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) y la Universidad Central de Venezuela (UCV), dándoles relevancia a la cooperación para aunar esfuerzos y recursos para realizar investigaciones tendientes al mejor conocimiento de los Biodigestores, así como una mayor difusión técnica para lograr su implementación popular y rápida.

Proceso de Biodigestión Anaeróbica

La biodigestión anaeróbica es un proceso natural de descomposición de la materia orgánica, que permite la formación de gases inflamables, desodorización y elaboración de una materia rica en elementos nutritivos para las plantas en forma de abono orgánico (Taylhardat, 2006).

Guevara (1996), propone el siguiente esquema del proceso de biodigestión:

Esquema del Proceso



Tiempo de Retención

Nota: Tomado de Jacome (citado por Guevara, 1996).

Figura 1. Esquema del Proceso de Biodigestión para tratar residuos orgánicos

La digestión para degradar los residuos orgánicos y/o producir biogás es un proceso microbiano, por lo que se necesita condiciones ambientales propicias y un manejo adecuado para que funcione eficientemente el sistema, desde que se carga el digestor hasta la producción del gas y salida del efluente. Existen muchos procesos para tratar los diversos residuos orgánicos, los cuales dependen de las condiciones de diseño del sistema, como de los propios digestores y del modo del sistema, así como de los propios digestores y del modo de presentación de los substratos a ser fermentados. En este sentido, los procesos pueden ser clasificados según Guevara (1996):

1. Por la forma de alimentación y pueden ser:

1.1. Fermentación continua. Cuando la fermentación en el digestores un proceso ininterrumpido, el efluente que descarga es igual al material que entra, la producción de gas es uniforme en el tiempo, este proceso se aplica en zonas con ricas materias residuales y digestor de tamaño grande (mayor de 15m³) y mediano (entre 6.3 y 15m³).

La característica más importante es la alta dilución de la carga, de 3 a 5 veces agua/excretas y además su manejo es relativamente fácil, pues lo que se hace es un manejo hidráulico del sistema, que puede llegar a no requerir mano de obra en la operación si las condiciones topográficas son favorables.

El digestor se carga diaria o interdiariamente adicionando nuevas cantidades de lodos frescos.

1.2. Fermentación semicontinua. La primera carga que se produce, consta de gran cantidad de materiales, cuando va disminuyendo gradualmente el rendimiento del gas se agregan nuevas materias primas y se descarga el efluente regularmente en la misma cantidad.

El sustrato a degradar ocupa un volumen en el digestor (80%), mientras que el resto del volumen (20%) es reservado para realizar cargas continuas diarias o intermedias, a medida que va disminuyendo el rendimiento del gas. Esta operación reúne las ventajas y desventajas del Batch, pero en el caso del bioabono, por la adición continua de materia rica en nutrientes, incrementa aún más su calidad.

Una forma de operación podría ser: se incorpora al digestor una carga batch de pasto o restos de cosecha y la carga continua es con excretas de porcinos o humanos. Debido a que el suministro de lodos frescos no es constante el proceso se hace bastante largo, por esta razón en la práctica se acelera mediante la utilización y control de factores favorables.

1.3. Fermentación por lotes. Los digestores se cargan con material en un solo lote, cuando el rendimiento de gas decae a un bajo nivel, después de un período de fermentación, se vacían los digestores por completo y se alimenta de nuevo. También se conoce como operación Batch, todo adentro todo afuera.

El material de carga se caracteriza por una alta concentración de sólidos, el cual debe ser adecuadamente inoculado, sobre todo cuando se fermentan materiales vegetales. Las ventajas operativas están en que el proceso una vez iniciado llega al final sin contratiempos, necesitando mano de obra solo al momento de la carga y descarga. La desventaja es que al tratarse de manejo de sólidos sobre todo cuando son grandes volúmenes requiere mecanizarlo, no obstante hay gran producción de gas por unidad de volumen y un bioabono de buena calidad.

2. Por la temperatura. Es de suma importancia puesto que la temperatura determina la formación de gas en un tiempo determinado, a menor temperatura mayor tiempo de retención, pudiendo inhibir la formación de gas.

2.1. Fermentación termofílica. Necesita una temperatura de 51-55°C, se caracteriza por una digestión rápida, alto rendimiento de gas y un corto tiempo de retención, tiene buenas características de desinfección.

2.2. Fermentación mesofílica. La temperatura va de 28 – 35°C, la descomposición de la carga es más lenta que el anterior con menos consumo de energía.

2.3. Fermentación a temperatura ambiente. La producción de gas varía de una estación a otra dependiendo de la temperatura atmosférica, tiene la ventaja de que sus estructuras son simples y de baja inversión.

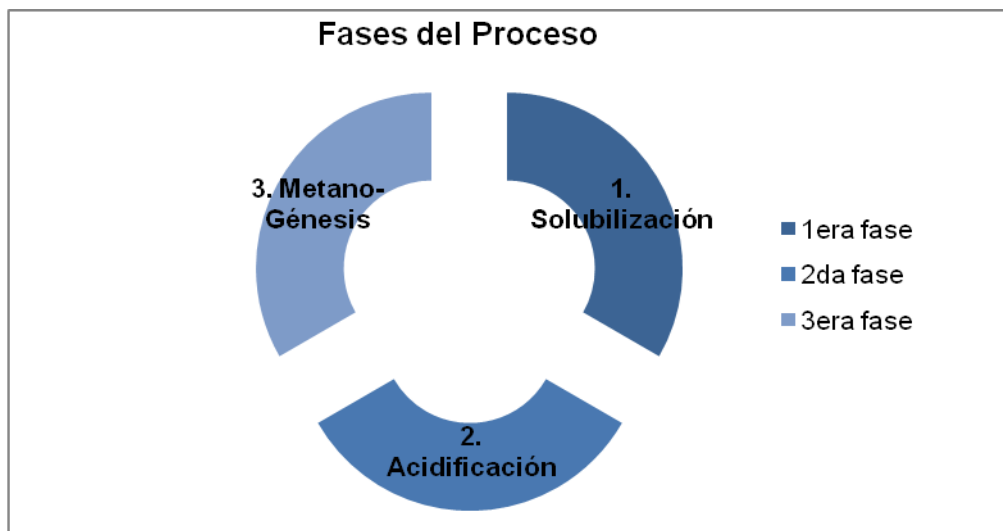
3. Por el número de etapas. Pueden ser:

3.1. Fermentación en una sola etapa. Cuando la digestión se realiza en un solo depósito de fermentación, su estructura es simple, fácil operación y bajo costo, se usa mucho en las zonas rurales.

3.2. Fermentación en dos ó más etapas. La digestión ocurre en dos ó más depósitos de fermentación. El material de la carga primero se degrada y produce gas en la primera etapa; luego el efluente de la primera etapa sufre un nuevo proceso de digestión en la segunda etapa. Con este principio se pueden construir digestores de 3 ó 4 etapas.

Los digestores de etapas múltiples se caracterizan por un largo período de retención, buena descomposición de la materia orgánica y una alta inversión.

En correspondencia con el esquema del gráfico 1, Taylhardat (ob. cit.), señala que el proceso de la biodigestión anaeróbica es una fermentación microbiológica, que se lleva a cabo en tres fases, la siguiente figura aporta los elementos, los cuales se desprenden de cada una de las fases:



Nota: Fuente tomada de Taylhardat, (2006). Elaborado por el Autor.

Figura 2. Fases del Proceso de la Biodigestión Anaeróbica.

De acuerdo al gráfico 2, las fases del proceso de la biodigestión anaeróbica contemplan en sus fases lo siguiente:

1. La solubilización. La materia es atacada por un grupo de bacterias, que se encargan de descomponer los compuestos complejos que conforman la materia orgánica.

2. La Acidificación. El proceso es continuado por otro de microorganismos que, utilizando compuestos simples dejados por los anteriores, los convierte en ácidos orgánicos, entre los cuales el ácido láctico es el de mayor importancia.

3. La Metano-Génesis. La tercera fase, realizada por otro grupo de bacterias, genera el producto combustible conocido como biogás, que consiste en una mezcla con aproximadamente 70% metano y 30% de CO_2 .

Este proceso de biodigestión se realiza a base de muchos materiales de origen orgánico (insumos), rindiendo su mayor eficiencia con las excretas de cerdos, vacunos y aves, entre otras; los restos de cosechas y el pasto también son susceptibles de uso; de acuerdo a Chará y Pedraza (citados por Moreno, Romero y Márquez, 2007) durante el proceso de la biodigestión “los

compuestos son desdoblados dejando los nutrientes en formas simples asimilables por las plantas” (p. 4), esto es conocido como el bioabono.

En relación al tiempo de retención, Martí (2008) señala que es necesario estimar un tiempo de retención según la temperatura a la que se trabaje. El tiempo de retención es la duración del proceso de digestión anaerobia, es el tiempo que requieren las bacterias para digerir el lodo y producir biogás. Este tiempo, por tanto, dependerá de la temperatura de la región donde se vaya a instalar el biodigestor. Así, a menores temperaturas se requiere un mayor tiempo de retención que será necesario para que las bacterias que tendrán menor actividad, tengan tiempo de digerir el lodo y de producir biogás. Este autor brinda un cuadro con los tiempos de retención según las características de la región y la temperatura.

Cuadro 2.

Tiempo de Retención según Región y la Temperatura

Región característica	Temperatura (°C)	Tiempo de Retención (días)
Trópico	30	20
Valle	20	30
Altiplano	10	60

Nota: Tomado de Martí (2008).

Aumentar el tiempo de retención implica un mayor volumen del biodigestor y por tanto un mayor coste en materiales. El cuadro 3, ofrece información al respecto.

Cuadro 3.

Tiempo de retención según temperatura para mejor fertilizante

Región característica	Temperatura (°C)	Tiempo de Retención (días)
Trópico	30	25
Valle	20	37
Altiplano	10	75

Nota: Tomado de Martí (2008).

Los digestores son las estructuras que se utilizan para el proceso de la biodigestión, y está constituida por un recipiente hermético, rectangular o cilíndrico, que puede construirse de concreto y otros materiales como el polietileno “que permite la sustitución de la estructura metálica, reduciendo atractivamente los costos” (Moreno, Romero y Márquez, ob. cit.).

El proceso de la biodigestión anaeróbica de los desechos o efluentes es más eficiente por el aumento de temperaturas en digestores de elevada eficiencia, conocidos como “reactores” (Taylhardat, ob. cit.). El incremento de temperaturas en estos reactores genera gas combustible, que puede ser utilizado en la granja para motores de combustión, a fin de generar electricidad, bombear agua, entre otras.

Tipos de Biodigestores

La base fundamental para que se cumpla la digestión anaeróbica es la de mantener la suficiente cantidad de lodos activados dentro del reactor, para que al entrar en contacto con el material de carga, las bacterias que existan en ellos puedan ayudar a la fermentación y degradación de la materia orgánica. Dependiendo de la forma de contacto entre el material o sustrato fermentante y la población bacteriana dentro del reactor, se definen dos tipos de estos digestores: el de mezcla completa y reactores de filtro anaeróbico, lechos expandidos y fluidificados y las unidades UASB (Guevara, ob. cit.)

Es de destacar que entre estos tipos, el que ha tenido más éxito en el medio rural es el digestor con filtro anaeróbico donde el agua residual al entrar en el digestor se le hace pasar a través de una cama de soporte de material poroso inerte, que contiene gravas, rocas, carbón activado, ladrillos triturados, sepiolita, conchas marinas, o multitud de materiales plásticos como anillos PVC o de poliuretano (espuma); silicatos: saponita, mantmorillonita, entre otros.

El filtro anaeróbico tiene la característica de aumentar el tiempo de residencia de los microorganismos en su interior, por estar formado por una matriz que posee mayor superficie de contacto, donde se fijan las bacterias metanogénicas.

Guevara aporta además una clasificación de los digestores rurales (ob. cit. p. 28), en el siguiente cuadro se ofrece esta información:

Cuadro 4.

Clasificación de los Biodigestores Rurales

Clasificación	Características	Diseños
Almacenamiento	Según la forma de almacenamiento del gas	<ul style="list-style-type: none"> - Cúpula Fija - Cúpula Móvil - Con depósito flotante o presión constante - Con gasómetro de caucho o material plástico en forma de bolsa
Geometría	Según la forma geométrica de su construcción	<ul style="list-style-type: none"> - Cámara vertical cilíndrica - Cámara esférica - Cámara ovalada - Cámara rectangular - Cámara cuadrada.
Materiales	Los materiales utilizados para su construcción	Pueden ser construidos en: <ul style="list-style-type: none"> - Ladrillo - Mampostería - Hormigón armado - Plástico
Posición	Posición respecto a la superficie terrestre	Pueden ser: <ul style="list-style-type: none"> - Superficiales - Semienterrados - Subterráneos

Nota: Tomado de Guevara (1996)

El diseño de biodigestores, debe responder tanto al lugar como al grado de aplicación y a la finalidad de la tecnología. Conociendo la región, localidad y, el lugar donde va a estar ubicada la planta, y en función al material de carga que se dispone y que se va a tratar, o de acuerdo a las necesidades de producción, se seleccionará el sistema de digestión más adecuado, de

acuerdo a una secuencia o flujo que permita tener una idea clara del tamaño y la forma del digestor necesitado.

El diseño abarca una serie de actividades, que van desde una etapa preliminar hasta el cálculo de materiales y gráfica. Esta información se considera de gran utilidad dado que representa información esencial en la elaboración de los Proyectos que desde la escuela, los docentes pueden emprender con las comunidades rurales, en la como por ejemplo un PPP para el diseño de un biodigestor, el cual puede ser destinado para beneficio de la enseñanza y productividad de la escuela rural, y/o bien para la sustentabilidad de las familias de la comunidad. En tal sentido, Guevara (1996) y la Universidad Central de Venezuela (en Taylhardat, 2006) sugieren la siguiente secuencia de actividades:

1. Recolección de información de la zona en estudio, información socio-económica y del clima parfa hacer uso del sistema. Este punto abarca recolectar información referida a:

- La ubicación política de la zona, sus caracterísiticas geográficas, las condiciones climáticas de la región.

- Medios de vida de los habitantes, tipología familiar, los servcios públicos, las condiciones de vivienda, entre otros que existan en el lugar de instalación.

- Los servicios sanitarios, condiciones sanitarias generales de la localidad, el abastecimiento de agua, la disposición de basuras, excretas, etc.

- Demografía y catastro; o en su defecto número de personas que se beneficiarán.

- Sobre, el suelo y subsuelo, la información referente a las características y calidad del terreno, la altura de la mesa de agua.

- Sobre las descargas y dónde y cómo se descargarán las aguas servidas

- Sobre la producción agrícola y pecuaria más importante de la zona y que tenga relación con el diseño.

Toda esta información es indicativa, ya que depende del objetivo de la tecnología y de su ubicación.

2. Precisar el objetivo, el régimen de operación y selección del tipo de digestor más factible de realizar en la zona en estudio.

Para esta secuencia de actividades, es conveniente relacionar el objetivo y el régimen de operación, con los recursos técnicos, económicos y de materiales con que se cuenta.

3. Especificaciones para el diseño de Biodigestores; esto incluye:

- Cálculos de la cámara de fermentación
- Alternativas de la materia prima a utilizar, demanda, tipo, etc.
- Filtros anaeróbicos, para el medio rural
- Volúmen de la cámara de carga y descarga
- Gasómetro (conveniente su uso como complemento en el sistema del biodigestión)
- Requerimientos de materiales de construcción (infraestructuras)
- Cómputos métricos de las instalaciones, espesor de pisos, número de columnas, altura, diámetro de la cámara de fermentación, entre otros.
- Representación métrica y dimensiones del modelo seleccionado (planos).

Modelos de Biodigestores Rurales.

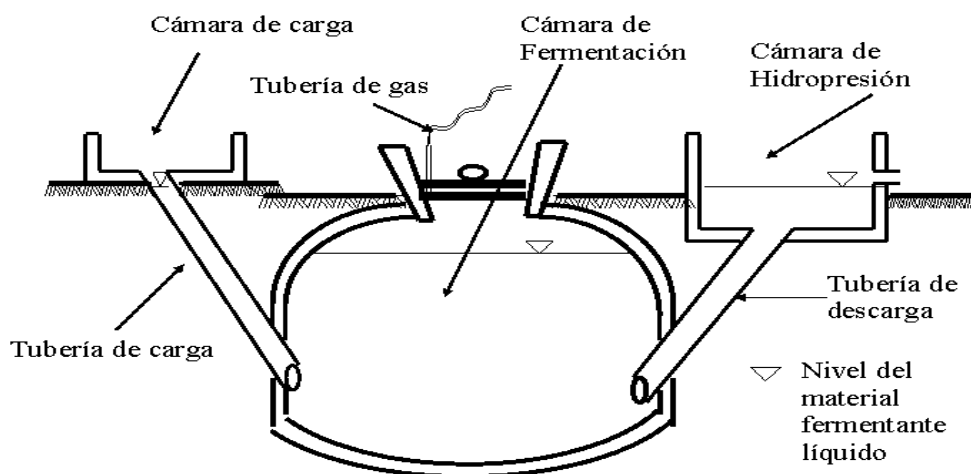
En cuanto a los modelos de biodigestores, los autores consultados coinciden en señalar que existen muchos modelos, entre los más populares están el modelo Chino, el Indio o Hindú, los plásticos, el Olade-Guatemala (el clásico y el difundido por la UCV).

En este marco, Taylhardat (2006), explica que la tecnología de biodigestores es ampliamente utilizada en China, India y Brasil, sitios en donde se pone énfasis en el producto energético que genera el proceso (combustible) y en el producto degradado que queda (líquido o semisólido),

por tener características fertilizantes. En cuanto a los tipos más comunes de biodigestores, este autor señala lo siguiente:

Los digestores sin acumulación de biomasa son los digestores de "Flujo Directo" verticales u horizontales y los denominados "Digestores Continuos Rurales" como los modelos Chino, Indio, Plásticos, Xochicalli y Rectangulares. Estos digestores sin acumulación de biomasa pueden utilizarse perfectamente en efluentes con un elevado contenido de sólidos, como excretas o efluentes semisólidos provenientes de cosechas o procesamientos agroindustriales, el mezclado del material fermentado puede lograrse por agitación mecánica, sencilla o con mayor agregado tecnológico que puede incluir también bombeo e inyección de gas (p. 2).

El digestor modelo Chino, es una de los biodigestores más utilizados en el medio rural, en estas estructuras se utilizan basicamente materiales pétreos para su construcción (bloques de arcilla o concreto, arena, cemento, aditivos hidrófagos y agua). Su construcción es asequible a cualquier personal que sepa de construcción después de un corto entrenamiento y existe la posibilidad de estandarizar en tablas los valores de los cálculos para varios dimensionamientos lo que permite la difusión, extensión y aprovechamiento de la tecnología. En la figura 3 se muestra el modelo de biodigestor chino. Seguidamente, en la figura 4, se observa el avance constructivo de este modelo.



Nota: Tomado de Taylhardat (2006).

Figura 3. Vista Esquemática del Biodigestor “Modelo Chino”



Figura 4. Avance Constructivo del Biodigestor Modelo Chino.

En cuanto a los biodigestores rurales para residuos sólidos, Taylhardat (ob. cit.) afirma que el modelo rural más clásico en América es el denominado “Olade Guatemala”; estos biodigestores son de operación discontinua; se diseñan bajo un sistema “digestor + gasómetro” dado que el material de carga es sólido. Se caracteriza en su concepción original por tener una relación Diámetro/Altura “D/H” de la estructura que le da una geometría esbelta ($D=1/3 H$), esto debido a que se le incorpora una “boca de visita” que es una tapa metálica sujeta a un marco empotrado en la pared mediante pernos, para facilitar la labor de carga-descarga (p. 10).

La experiencia desde la Facultad de Agronomía de la UCV de evaluar el OLADE en el Caribe apreciaron que la boca de visita ocasionaba problemas de fuga y que la acción corrosiva agresiva de las excretas ocasionaban la oxidación de tornillos, tuercas, entre otras, por lo que decidieron eliminar la

boca de visita en un planteamiento geométrico en la relación D/H; lograr construir estas estructuras con la abertura en la parte superior utilizando las medidas pertinentes. La vida útil de estas estructuras es larga, estimada en más de veinte años.

Los modelos de operación discontinua utilizan principalmente desechos sólidos orgánicos, a los cuales se somete en el interior de la estructura a una saturación completa; se les denominan Modelos Batch. Se caracterizan por generar biogás y abono sólido (saturado); la forma de ejecutar la operación en sí, es cargar el digestor con el desecho, inioculándolo con excretas de bovino o porcino o con el lodo resultante de un proceso fermentativo anterior, especialmente si este es de restos vegetales, los niveles de inculo deberán ser una proporción entre el 10-25% del volúmen de la estructura, siendo los mayores valores los correspondientes al usar desechos vegetales o excretas de aves. La siguiente figura muestra el Biodigestor Batch “Olade Guatemala”



Figura 5. Modelo Biodigestor Bach “Olade Guatemala” y su almacenador “Gasometro”

Por otra parte, Moreno, Romero y Márquez (2007), propone una comparación de los modelos chino, hindú y plásticos, tomando en cuenta variables relacionadas con: el costo, construcción, personal para su construcción, mantenimiento y transporte; a continuación se ofrece el cuadro comparativo:

Cuadro 5

Comparación de los Biodigestores Chino, Hindú y Plásticos

Aspectos	Biodigestor Placa Fija (Chino)	Biodigestor Placa Móvil (Hindú)	Biodigestor Plástico
Económico	Alto costo por materiales de construcción y mano de obra especializada. Alto riesgo por fisuras, que incide en los costos	Alta inversión por cúpulas metálicas y materiales de construcción. Alto costo en transporte y colocación de la cúpula.	Baja inversión inicial, porque se puede usar material de reciclaje. La inv. Inicial representa sólo 70% de placa fija.
Cosntrucción	Requiere mano de obra especializada. Se construye en el sitio.	Mano de obra especializada en construcción y metalúrgica. La cúpula se construye en talleres y se ensambla en el sitio.	lo pueden instalar cualquier persona que se capacite. Se construye y ensambla en el lugar donde funcionará
Personal para la construcción	Albañil experto y sus ayudantes	Dependen de la capacidad se requieren más de 2 personas, sobre todo en la colocación de la cúpula metálica.	Se requieren solo 2 personas
Mantenimiento	Solo por técnicos especializados	Solo por técnicos especializados.	Cualquiera que conozca la técnica
Transporte	Se requiere transportar materiales para construcción como arena, bloques, cemento, cabillas	Se requiere de grúa para transporte e instalación de la cúpula.	El conjunto de materiales y accesorios, pueden ser transportados en una caja, con facilidad

Nota: Fuente Tomada de Moreno, Romero y Márquez (2007).

Los autores al hacer la comparación entre los modelos, de acuerdo al cuadro, destacan al biodigestor plástico de flujo continuo, como el más conveniente por acarrear una baja inversión, al sustituir la estructura metálica por materiales más flexibles y económicos como el polietileno; y puede ser construido por cualquier persona con un entrenamiento corto respecto a la técnica.

Estos biodigestores plásticos, consisten en un dispositivo hermético construido básicamente por una bolsa de polietileno tubular doble, donde se vierte material orgánica (animal o vegetal y de origen doméstico); el cual brinda servicio ambiental, dismuniendo la carga contaminante de las aguas residuales y eliminando malos olores, convirtiéndolos a través de la biodigestión anaeróbica, en gas combustible que puede ser empleado en la cocción de alimentos, calefacción o reemplazo de combustible en motores. Contiene aproximadamente 66% de metano (CH_4) y 33% de bióxido de carbono (CO_2) y se llama biogás (Moreno, Romero y Márquez, ob. cit., p. 3). En la siguiente figura se muestra una imagen del biodigestor modelo Plástico.



Nota: Imagen tomada de Biosfera.org. Fuente: Bonfils (2006). *Proyecto Biogás*.

Figura 6. Biodigestor Modelo Plástico.

Por su parte, Martí (2008) en relación a los biodigestores plásticos, éste le da una denominación de modelo familiar para los asentamientos campesinos; los cuales se han desarrollado en varios países latinoamericanos como en Bolivia, en tal sentido señala que:

Los biodigestores familiares de bajo costo han sido desarrollados y están ampliamente implementados en países del sureste asiático, pero en América Latina, solo países como Cuba, Colombia y Brasil tienen desarrollada esta tecnología. Estos modelos de biodigestores familiares, construidos a partir de mangas de polietileno tubular, se caracterizan por su bajo costo, fácil instalación y mantenimiento, así como por requerir sólo de materiales locales para su construcción. Por ello se consideran una “tecnología apropiada” (p. 15).

El autor antes mencionado explica que son tres los límites básicos de los biodigestores: la disponibilidad de agua para hacer la mezcla con el estiércol que será introducida en el biodigestor, la cantidad de ganado que posea la familia (tres vacas son suficientes) y la apropiación de la tecnología por parte de la familia. Este modelo de biodigestor consiste en aprovechar el polietileno tubular (de color negro en este caso) empleado en su color natural transparente en carpas solares, para disponer de una cámara de varios metros cúbicos herméticamente aislada. Este hermetismo es esencial para que se produzcan las reacciones biológicas anaeróbicas. La siguiente figura ofrece una fotografía del biodigestor familiar.



Nota: Fuente tomada de Martí, (2008)

Figura 7. Modelo de Biodigestor “Familiar”

Estos sistemas adaptados para altiplano han de ser ubicados en ‘cunas’ enterradas para aprovechar la inercia térmica del suelo, o bien dos paredes gruesas de adobe en caso que no se pueda cavar. Además se les encierra a los biodigestores en un invernadero de un sola agua, soportado sobre las paredes laterales de adobe de 40 cm de grosor. Estos tapiales de adobe laterales acumularán el calor del efecto invernadero, de manera que en las noches de helada mantendrán al biodigestor, aún en funcionamiento, por su gran inercia térmica. En el caso de biodigestores de trópico o valle, el invernadero es innecesario y de hecho, hay que proteger el biodigestor de los rayos directos del sol.

Los costos en materiales de un biodigestor pueden variar de 135 dólares para el trópico a 220 dólares para el altiplano, ya que en la altura tienen mayores dimensiones y requieren de carpa solar.

El autor citado presenta tres modelos de biodigestores familiares para tres regiones con temperaturas diferenciadas, que se pueden identificar de forma general para países andinos por Identificación de ecorregiones según temperatura ambiente y altura (ver cuadro 6).

Cuadro 6

Identificación de eco-regiones según temperatura ambiente y altura

Región	Temperatura ambiente	Temperatura de Trabajo	Altura sobre el nivel del mar
Altiplano	-12 a 20°C	6-10°C <i>(con invernadero)</i>	2900-4500
Valle	5 a 30	15-20°C	1800-2900
Trópico	13 a 38°C	25-30°C	0-1800

Nota: Fuente Tomada de Martí (2008).

En cada lugar del mundo se puede plantear una tabla diferente a la anterior, ya que puede darse regiones con noches de helada en invierno por

debajo de los 2000 metros de altura sobre el nivel del mar. En cada caso es importante la temperatura ambiente y la temperatura con la que se va a trabajar.

Estos modelos de biodigestores propuestos son 'conservadores' en cuanto a su funcionamiento en un amplio rango de temperaturas, y han de responder en todos los casos. Como criterio básico para un biodigestor familiar se ha considerado, según Martí (ob. cit., p. 45):

- Producción de biogás para 4-5 horas diarias de consumo en cocina
- Producción mejorada de fertilizante

- Para producir biogás para 4-5 horas de cocina es necesaria una carga de 20 kg de estiércol fresco al día mezclados con 60 litros de agua. La producción mejorada de fertilizante se establece porque se han considerado tiempos de retención amplios para que los biodigestores funcionen bien en el abanico de temperaturas en el que han sido diseñados.

- Además, de los diseños de biodigestores para saneamiento básico de baños para una familia tipo, en cada ecorregión.

Estos diseños deben considerar mayores tiempos de retención (normalmente el doble de lo considerado para estiércol animal), para tener una mayor depuración de las aguas negras. Es necesario reducir la cantidad de agua de descarga de los baños, de 5 a 3 litros (introduciendo una botella de 2 litros llena de agua en el depósito de descarga). El biogás generado se puede emplear para una ducha de agua caliente por 30 minutos al día.

Considerando lo anterior, el diseño de biodigestores para saneamiento básico de los baños, para una familia tipo formada por dos adultos y cuatro niños, sería:

- Familia: 2 adultos y 4 niños
- Carga diaria: 1.4 kg de heces y 15.6 litros de agua de descarga del baño
- Producción de biogás diario: 75 (0.5 horas ducha de agua caliente)
- Producción de fertilizante restringido diario: 17 litros

La tecnología de los biodigestores familiares de bajo costo permite seguir desarrollando y mejorando el sistema. Esto no está cerrado, nunca lo ha estado, es una tecnología que se puede y se debe, adaptar a las diferentes situaciones y ecorregiones rurales, usos, y disponibilidades de material.

Democratización de los Biodigestores. Sostenibilidad del Desarrollo Rural.

Todos los países de las Américas demandan avances en el desarrollo de sus sociedades; pero no de cualquier desarrollo. La realidad económica, social y ecológica, principalmente, y el aumento de la conciencia internacional en estas dimensiones del desarrollo y los avances conceptuales y de la institucionalidad confieren cada vez más un carácter definido de desarrollo: satisfacción de las necesidades y de los derechos de las generaciones presentes y futuras sin poner en peligro los elementos ecosistémicos sustentadores de la vida en la Tierra.

El reto para la sociedad en su conjunto es encontrar el necesario balance que significa mejorar la calidad y el nivel de vida de los habitantes dentro de los límites impuestos por los ecosistemas locales, regionales y globales. Así, el desarrollo rural sostenible materializado en la construcción de una Nueva Ruralidad demanda la formulación de alternativas innovadoras de desarrollo y de cooperación internacional que favorezcan las actividades económico-productivas y comerciales en el medio rural suficientes para financiar sin endeudamiento extremo, el desarrollo nacional y local, y a la vez conciliar ese derecho al desarrollo, con la conservación y restauración de los recursos naturales y del medio ambiente ampliamente presentes en el medio rural y base fundamental para el desarrollo de sus actividades económicas, principalmente, la agricultura (IICA, 2004).

Si bien el medio rural presenta desequilibrios importantes y urgentes de solucionar, a la vez dispone de un notable contingente de capital físico, natural, cultural, humano y social. Mediante un enfoque de desarrollo sostenible, acompañado de iniciativas novedosas, se generan soluciones viables aprovechando las oportunidades extraordinarias de dicho capital y del entorno local, nacional e internacional.

En este sentido, el Instituto Interamericana de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2004) refiere que la organización social, el conocimiento y la tecnología dentro de un marco de Desarrollo Sostenible, facilitarán el tránsito al desarrollo rural centrado en el ser humano. Lo anterior implica el empoderamiento de los actores sociales y económicos del medio rural para acceder a los espacios y mecanismos de formulación de políticas de desarrollo para las regiones rurales, que persigan un mejoramiento en la distribución del ingreso nacional y la superación de la pobreza.

El empoderamiento o Empowerment significa potenciación o empoderamiento que es el hecho de delegar poder y autoridad a los subordinados y de conferirles el sentimiento de que son dueños de su propio trabajo (Robbins, 2000).

En el contexto de la ayuda al desarrollo económico y social, el empoderamiento hace referencia a la necesidad de que las personas objeto de la acción de desarrollo se fortalezcan en su capacidad de controlar su propia vida. Sólo se logra un cambio significativo en el desarrollo de las sociedades si se cuestionan directamente los patrones de poder existentes. Una definición positiva concibe este término como el poder de hacer, de ser capaz, así como de sentirse con mayor control de las situaciones. Según este enfoque, el individuo tiene un rol activo y puede actuar en cualquier programa de cooperación gracias a la actitud crítica que ha desarrollado. Esta noción rompe con la idea de que el individuo es un ser pasivo de la cooperación y pasa a convertirse en un actor legítimo.

Esta acepción contextualizada del empoderamiento, actualmente se equipara al término de democratización concebida con el proceso político en el que se garantizan los derechos humanos y justicia social a un grupo marginado de la sociedad; en tanto a lograr la mayor participación de los ciudadanos, otorgando para ello poder desde la perspectiva de la legitimidad; es decir, requiere un determinado grado de consenso respecto a los valores fundamentales que sostienen, en el caso específico sobre la democratización de la tecnología del biodigestor; visto de esta forma, se requiere de la formación de los actores del proceso productivo y la educación se considera clave en la gerencia de este proceso, pero en el marco de un nuevo paradigma cognitivo y pedagógico, que según González (2009) implica: innovación, flexibilidad, inter y transdisciplinariedad, transversalidad curricular, gestión del conocimiento y creación de bases y redes de información, virtualización de la enseñanza/aprendizaje, redefinición del papel de la función docente.

Sobre esto vale resaltar a Viñas (2003) cuando afirma que en las zonas rurales latinoamericanas, las respuestas educativas y tecnológicas parecen concentrarse principalmente en dos sentidos; en el de proporcionar una alfabetización más consistente con las nuevas exigencias del proceso de transición socioeconómica y en el de constituir un instrumento de preparación para la emigración a las zonas urbanas o a otras zonas rurales de mejor desarrollo.

La democratización de los biodigestores, sostiene Martí (2008) “se produce cuando la transferencia tecnológica sucede de campesino a campesino” (p. 22). Explica el autor que, la sostenibilidad de un proyecto de biodigestores pasa por democratizar la tecnología. Esto es, hacer que el conocimiento de la instalación y mantenimiento de un biodigestor no dependa de técnicos profesionales, y se convierta en conocimiento transmitido de campesino a campesino, de cada familia. La capacitación de personal técnico especializado y profesional puede ayudar al inicio del proyecto, pero

no es sostenible a largo plazo, porque los profesionales capacitados que viven del trabajo con esta tecnología, en cuanto no hay demanda durante unos meses, éstos abandonarán y se dedicarán a otra actividad laboral.

El mayor interés está en formar al personal local, en las ideas básicas de manejo e instalación, quizás no tan técnicos, pero que puedan instalar un biodigestor. De esta manera ellos no abandonan su trabajo anterior, y harán biodigestores a petición de sus vecinos, cobrando un jornal a la familia beneficiaria. Esto puede significar un ingreso monetario extra, pero nunca un abandono de sus actividades laborales anteriores.

Para esto, es necesario divulgar “modelos” de biodigestores, y se disponga de las dimensiones y medidas “comunes” de biodigestores que satisfagan las necesidades.

De esta manera, la transferencia tecnológica en cuanto a adquisición de materiales, instalación y manejo de un biodigestor, se puede lograr la democratización de la tecnología. Introduciendo el sistema de microcrédito directo entre familias, escuelas o comunidades y financiadoras se asegura la sostenibilidad a largo plazo.

Cabe agregar, la importancia de la divulgación y diseminación de esta tecnología, sobre lo cual una de las experiencias que se ha visto más acertada es a través de biodigestores demostrativos. Esto es, instalar biodigestores por región, en una granja municipal si hay interés de las autoridades, en granjas o centros educacionales “modelo” que existan o en familias interesadas, de forma que los vecinos vean su funcionamiento, manejo y beneficios. Esta estrategia no es agresiva y se da a conocer una tecnología nueva, de modo que las familias tendrán información y criterios propios para decidir la conveniencia de introducir o no, un biodigestor en sus viviendas y manejo agropecuario.

La difusión y diseminación, genera un apoyo mutuo entre las familias de una comunidad, en cuanto a trabajo, dudas y transmisión de conocimiento.

La participación en toda la instalación de un biodigestor ayuda a la apropiación y entendimiento de la tecnología.

En todo este proceso, también se observa la importancia de la cooperación financiera de organismos públicos y privados por medio de procesos de gestión que pueden gestarse a través del vínculo escuela-comunidad con los conocidos “proyectos productivos pedagógicos PPP” (Seijas, 2009), considerándose la autogestión y cogestión necesaria de generar con cada nuevo proyecto. Sobre esto Martí (ob. cit.) destaca que en caso de existir subvenciones monetarias para adquirir los materiales, ya sea por parte de ONGs, municipios o cualquier otro tipo de ayuda, nunca ha de ser total y –por tanto- hay que hacer partícipe a la familia en los costos. Es importante que la familia no solo ponga parte de la mano de obra para la construcción de la “cuna”, sino que además aporte dinero. De esta forma las familias que decidan instalar un biodigestor, lo harán en un grado muy importante de apropiación de la tecnología, además que obliga a la institución o promotor a tener una responsabilidad y dar garantía en los materiales empleados, y en el funcionamiento del sistema. De otro modo, tanto la apropiación de la tecnología por parte de la familia así como el compromiso del buen hacer del instalador, pueden ser menores.

Aunado a los aspectos de importancia del proceso de democratización de esta tecnología, vale señalar otro de gran relevancia, como lo es la pertinencia de ésta con el término de agroecología, que le coloca como una de las técnicas que ha demostrado validez para generar procesos participativos de transformación social y sustentabilidad.

La Agroecología es el manejo ecológico de los recursos naturales a través de formas de acción social colectiva que presentan alternativas al actual modelo de manejo industrial de los recursos naturales mediante propuestas, surgidas de su potencial endógeno, que pretenden un desarrollo alternativo desde los ámbitos de la producción y la circulación alternativa de sus productos, intentando establecer formas de producción y consumo que

contribuyan a encarar la crisis ecológica y social, y con ello a enfrentarse al neoliberalismo y a la globalización económica (López y Guzmán, 2008, p. 2).

Esta metodología se ha desarrollado desde los años '70 principalmente en Latinoamérica, ligada a procesos de transformación social y de recuperación y validación del manejo tradicional de los recursos naturales; y como respuesta a las primeras manifestaciones de la crisis ecológica en el campo. Dichos procesos han sido emprendidos, principalmente, por comunidades campesinas e indígenas apoyadas por técnicos e investigadores en un contexto de “diálogo de saberes”; siguiendo distintas formas de intervención y articulando diversas técnicas provenientes de otras tantas metodologías.

Es así como, en el marco del desarrollo rural sustentable, con apoyo en las metodologías de la agroecología (como la investigación acción participativa IAP, el diagnóstico rural participativo, entre otras), las escuelas rurales por medio de sus docentes, como profesionales egresados de las instituciones de educación superior, competentes investigadores, promotores sociales e innovadores, pueden apoyar a las comunidades rurales hacia la democratización tecnológica del biodigestor para generar procesos participativos de transformación social y sustentabilidad. Sobre esto López y Guzmán (ob. cit.) refieren:

En concreto, la Agroecología bebe de los conceptos y métodos de la Educación Popular a partir de autores como P. Freire u O. Jara; y de adaptaciones metodológicas más específicas de esta misma escuela, como serían la Investigación-Acción Participante (IAP)... A su vez, también bebe de los esfuerzos de conceptualización y sistematización de metodologías de Desarrollo Rural Sustentable como el Diagnóstico Rural Participativo (p. 2).

Conclusiones y Recomendaciones

El biodigestor es una tecnología socialmente apropiada que funciona y puede ser adoptada, construida y mantenida por las propias comunidades rurales que la necesitan para cubrir sus necesidades y mejorar sus condiciones de vida.

El proceso de la biodigestión anaeróbica es una fermentación microbiológica, que se lleva a cabo en tres fases: Solubilización-acidificación-metionogénesis. Como insumo utiliza muchos materiales de

origen orgánico, rindiendo su mayor eficiencia con las excretas de cerdos, vacunos y aves, entre otras; los restos de cosechas y el pasto también son susceptibles de uso; estos compuestos son desdoblados dejando los nutrientes en formas simples asimilables por las plantas” esto es conocido como el bioabono.

El tiempo de retención es la duración del proceso de digestión anaerobia, el tiempo que requieren las bacterias para digerir el lodo y producir biogás. Este dependerá de la temperatura de la región donde se vaya a instalar el biodigestor. El incremento de temperaturas genera gas combustible, que puede ser utilizado en la granja para motores de combustión, a fin de generar electricidad, bombear agua, entre otras.

Esta tecnología está apenas siendo utilizada en Latinoamérica en el mejoramiento de las condiciones sanitarias de poblaciones rurales, la preservación del medio ambiente y la producción de gas, e Bolivia, Chile, Argentina y Venezuela son ejemplo de algunas experiencias desarrolladas.

Los modelos más comunes son: el Chino, Hindú y los modelos plásticos, estos últimos son considerados más convenientes por su fácil construcción y bajos costos, así como su pertinencia para las regiones latinoamericanas, donde se ha demostrado su utilidad en regiones con temperaturas diferenciadas, características de los países andinos.

Las condiciones climáticas tropicales, favorecen grandemente para la implementación de esta tecnología, debido a que a mayor temperatura, se produce una mayor degradación de la materia orgánica y disminuye el tamaño de las estructuras que requiere el sistema.

A pesar de que la construcción de los biodigestores es sencilla, se deben tomar precauciones para evitar daños por la fuga o sobre presión de los gases producidos.

El gas metano obtenido en el proceso de fermentación es de alto poder calorífico, por lo cual es de gran utilidad para satisfacer los requerimientos de energía a nivel doméstico y a nivel de la unidad de producción.

Se considera que la familia campesina se podría beneficiar con esta tecnología tanto, por la producción de gas, como por la obtención de fertilizantes, para uso agrícola. En tal sentido, dentro del reto para la sociedad de encontrar el necesario balance que significa mejorar la calidad y el nivel de vida de los habitantes dentro de los límites impuestos por los ecosistemas locales, regionales y globales, es decir en el marco del desarrollo rural sostenible, se vislumbra la tecnología del biodigestor dentro las alternativas innovadoras de desarrollo y de cooperación que favorezcan las actividades económico-productivas y comerciales en el medio rural, que a la vez permita conciliar ese derecho al desarrollo, con la conservación y restauración de los recursos naturales y del medio ambiente ampliamente presentes en el medio rural y base fundamental para el desarrollo de sus actividades económicas-productivas.

De allí que se observe la necesidad de empoderamiento de los habitantes de las comunidades rurales sobre esta tecnología, por medio de cooperación tanto educativa como financiera, para su apropiación y democratización, que en correspondencia con las metodologías propias de la agroecología, se generen procesos participativos que contribuirán a la transformación social y sustentabilidad del medio rural.

CAPÍTULO II

ANALIZAR EL DISEÑO CURRICULAR ACTUAL DEL IPREM EN EL ÁREA AGROPECUARIA, EN BASE A LA ADOPCIÓN DE LOS CONTENIDOS DEL BIODIGESTOR, PARA SU ENSEÑANZA EN EL MEDIO RURAL

El Biodigestor en la Educación Rural

En el marco de la realidad que vive la sociedad, donde la calidad del ambiente; y la consideración de la biodiversidad como factor ecológico y económico de primer orden son instrumentos de primer orden para lograr el desarrollo sostenible del país, entendido como la satisfacción de las necesidades fundamentales de toda la población, mediante el uso racional y el mejoramiento de los recursos naturales, de forma tal que la generación actual y las futuras puedan disfrutarlos manteniendo su capacidad reproductiva como medio para procurar la calidad de vida y la supervivencia de la Humanidad sobre el Planeta; y partiendo del que los productores tienen en su unidad de producción los medios para mejorar su nivel de vida y el medio ambiente al utilizar e integrar tecnologías accesibles y de bajo costo, fáciles de explotar, como la del biodigestor, dando como resultado un mejor ambiente y desarrollo de la familia; se considera que las instituciones de educación superior han de formar profesionales, y particularmente las que forman docentes de educación rural, los cuales juegan un papel importante en guiar y capacitar a esos usuarios.

En la escuela rural, durante las clases prácticas se desarrollan actividades propias para las zonas rurales. Las mismas se llevan a cabo en secciones didácticas-productivas ubicadas en el predio de la misma. Igualmente, las escuelas donde se cría ganado y cerdo, se encuentran diariamente mayor cantidad de aportes orgánicos que contribuyen a la contaminación ambiental, siendo muy oportuna la construcción de los sistemas de biodigestores. Para su construcción se requiere como datos el número de animales con que se cuenta, el porcentaje de consumo, la energía distribuida según el uso y la cantidad de gas que se requerirá para cubrir las demandas de la escuela (Shulz, citado por Sogari, Reuss y Busso, 2002, ob. cit).

Para desarrollar el tema de la enseñanza de los Biodigestores en el medio rural, se considera oportuno hacer una conceptualización de la

educación rural en el marco del desarrollo sustentable; en la cual se hace hincapié en la transformación de la educación superior, donde entre sus retos se perfila una nueva formación del recurso humano como líderes promotores del cambio social; esta concepción formativa está dirigida por las universidades.

En Venezuela, al igual que en otros países del mundo, el sector rural constituye una preocupación inevitable en el propósito de mejorar la calidad de vida. Este complejo desafío es abordado por el conjunto de instituciones que tienen presencia en el mundo rural, tales como organismos gubernamentales, e instituciones sociales, entre ellas las Universidades nacionales, que tienen un papel preponderante en el desarrollo de conocimientos basados en la investigación en áreas rurales, o en el trabajo socio-comunitario en ellas. Entre estas instituciones están aquellas dedicadas a la formación a nivel de educación básica rural. Este recurso humano que aborda la realidad rural egresa de Universidades como el IPREM, lo que constituye una escuela para la vida de muchos, con repercusiones realmente significativas en la población escolar que se desarrolla en nuestros campos (Seijas, 2009).

Sin embargo, autores como Pacheco (1999) indica que las características actuales de la educación en el ámbito rural en conjunto colocan a los jóvenes rurales en desventaja ante los cambios en el mercado de trabajo en virtud de que la cobertura educativa es insuficiente. Aun cuando se ha avanzado en la expansión de los servicios educativos, la organización de la escuela rural básica presenta deficiencias en cuanto al acceso, carencia de infraestructura adecuada y carencia de medios didácticos.

Por su parte, Viñas (2003), haciendo referencia a las transformaciones que se señalan para la educación rural, señala que los programas y problemas de la educación agrícola y rural en América Latina deberían ser ofrecidos de acuerdo con nuevas políticas de acción a favor de ese sector

poblacional. Los actuales sistemas educativos en el sector rural representan y reflejan la dependencia económica, social, política y cultural de ciertos grupos minoritarios poderosos. En lugar de esto, deberían estar basados en el concepto integral del hombre, en el desarrollo y en el papel de la educación en los cambios sociales. En tal sentido, se debe proyectar una educación rural con base a políticas educacionales tendientes a:

1. Crear condiciones favorables para conseguir ese desarrollo integral;
2. Estimular a los campesinos y agricultores para que adquieran actitudes críticas, creativas, y de hermandad no ruralizantes;
3. Recabar la participación activa del sector rural en el diagnóstico de sus condiciones y para que tomen parte en la planificación, realización y evaluación de los procesos educativos en sus diferentes áreas y niveles.

Sin pasar por alto el impacto de las nuevas tecnologías, las cuales han abierto una amplia gama de posibilidades no solo desde el punto de vista de la formación, sino además del acceso a la información del habitante del campo.

En correspondencia con estos requerimientos de la educación rural, se hace necesaria la formación de profesionales universitarios, con perfiles adecuados a estas exigencias; particularmente en el caso que nos concierne, se debe formar docentes rurales con perfiles ajustados a los efectos de la globalización y la modernidad sobre las diversas realidades rurales, y el rol que ha cumplido la Educación Rural ante estos cambios.

Sobre esto Yasushi Kikushi (citado por Winter y Hernández, 2005) señala que el impacto de los fenómenos de la globalización tiene efectos importantes para los procesos educativos que se dan en los diversos ámbitos rurales en la actualidad. Un hecho significativo que ha sido abordado por las ciencias antropológicas en América Latina, se refiere al impacto de los fenómenos globalizadores sobre las culturas locales y las identidades de las poblaciones rurales. Las consecuencias de estos fenómenos se expresan en movimientos reivindicativos de sus culturas y patrimonios

locales a nivel de los campesinos criollos, y de movimientos de reetnificación de los campesinos indígenas en la región latinoamericana. La experiencia de los países de la región demuestra que la irrupción de la modernización en la agricultura y su reorientación capitalista, la presencia cada vez más creciente y hegemónica de una agroindustria, ha provocado un desplazamiento de los sectores campesinos de las mejores tierras agrícolas y su exclusión de los sistemas agroalimentarios mundializados. A esta situación se suma una Educación Rural que no ha sido capaz de responder ante las nuevas necesidades y problemas de los sectores campesinos en un mundo rural globalizado, contribuyendo a cerrar las posibilidades de un camino que conduzca a un desarrollo social pertinente a nivel de cada población rural, y que sea armónico con los contextos culturales y medioambientales locales, para mejorar sustantivamente la calidad de vida de estos sectores sociales.

El sistema educativo, a pesar de los intentos de renovación propiciado por la Reforma Educacional, sigue apegado a los esquemas tradicionales caracterizados por lo rígido, vertical, jerárquico y impositivo. Estos rasgos evidentemente, imposibilitan para poder responder con eficiencia ante la velocidad y complejidad de los cambios en el mundo rural, el excesivo volumen de informaciones y ante las nuevas tecnologías cada vez más sofisticadas para lograr una mayor competitividad. La educación rural ha sido incapaz de comprender las nuevas realidades rurales e incorporarlas a su currículum, a fin de capacitar a los educandos ante los requerimientos de la nueva ruralidad. Se puede afirmar que la educación rural está “haciendo agua” ante los embates de la globalización. A esto se suma el hecho que la dinámica de la globalización y el funcionamiento interno del sistema educativo no permite crear espacios de reflexión para poder enmendar rumbos hacia una educación renovadora y comprometida con los procesos de endodesarrollo de las poblaciones locales (Winter y Hernández, ob. cit.).

En consecuencia, es tarea común de las instituciones de educación superior, las escuelas rurales, organismos oficiales, organizaciones comunitarias, entre otras, el deber de orientar hacia una renovación de la educación formal, para conectarla con las nuevas realidades rurales, con sus problemas y proyectos de desarrollo que tengan una pertinencia a cada realidad local. Se trata de construir proyectos educativos con el concurso activo de todos los agentes sociales que intervienen en una comunidad. Para esto, es fundamental revisar y redefinir el nuevo rol del docente rural, como un animador, orientador, promotor y coordinador de todas las acciones conducentes al desarrollo social y humano de las poblaciones locales. Con esto, la escuela deberá transformarse en el centro de discusión y promoción de todas las acciones y proyectos que se generen en cada localidad, en pro de un desarrollo sustentable en lo sociocultural.

Una condición necesaria para la empresa que se propone al docente rural pasa por una renovación a fondo de los contenidos curriculares, tanto de su formación profesional como de su desempeño en la escuela rural, que incorpore los elementos principales de la cultura local y las problemáticas de su población, lo que destaca la importancia de plantear un esquema de Educación- Investigación. Esta investigación debe estar a cargo de los centros académicos pertinentes, para retroalimentar los procesos de renovación educativa. Las líneas de investigación deben orientarse hacia las culturas locales y los cambios en el agro, y hacia los procesos educativos en relación al diseño y ejecución de currículum pertinente, prácticas pedagógicas, nuevos agentes educativos y estilos de aprendizaje. Asimismo, se deben potenciar espacios para lograr un intercambio de experiencias pedagógicas que permita elevar la calidad de la educación rural.

El perfil del profesor rural y sus roles frente a la gran empresa de renovación de la Educación Rural debe considerarlo como un líder y un articulador de los diversos agentes y proyectos que se gestan adentro y afuera de las comunidades rurales para un desarrollo local. Este profesor

debe ser capaz de imaginarse los escenarios futuros de la comunidad y concebir el tipo de enseñanza pertinente en términos reales y útiles, para apoyar a las poblaciones locales en sus intentos de endodesarrollo en un contexto global. Debe apoyar las actividades productivas novedosas, y replicar en la escuela los proyectos comunitarios exitosos, a fin de que las nuevas generaciones se involucren en los nuevos procesos productivos.

El perfil del profesor rural se concibe como un docente no apegado a la rutina que impone el sistema educativo, más bien explorando nuevos caminos pedagógicos, creando nuevas actividades educativas, evaluando los resultados de su procesos enseñanza-aprendizaje, y reconsiderando sus objetivos y metas propuestos inicialmente. Sus cursos deben tener una alta dosis de curiosidad y originalidad, apoyar las iniciativas innovadoras, fomentar un ambiente de cooperación recíproca sin desconocer las individualidades, incentivar la apertura de la mente, alentar la confianza en sí mismo, e inculcar valores humanos que posibiliten a los educandos poder desarrollarse como personas diferentes pero integrados bajo un principio de respeto de la diversidad.

Estas transformaciones requeridas, desde la educación superior que forma docentes rurales, para lograr la renovación de la educación rural; han sido reconocidas en la estructura curricular del Instituto Pedagógico Rural “El Mácaro” objeto de este estudio, siendo este un instituto de educación superior promotor de un desarrollo sustentable, está actualmente en un proceso de transformación y modernización del Currículo del pregrado de esta institución, se llevó a cabo un diagnóstico del currículo de Educación Rural y se estableció un conjunto de exigencias a la propuesta de formación de formadores en escuelas técnicas agropecuarias para adaptarlos a las nuevas tecnologías y favorecer su desempeño profesional; con base a la conceptualización de Educación Rural en Venezuela, entendida como: “Parte de un subsistema de la Educación Técnica, incentiva el manejo de las

herramientas tecnológicas y propone incorporarlas al proceso de formación del docente rural mediante talleres de actualización” (p. 12).

Es en este marco de las reformas al currículo, la redefinición del perfil del egresado, y, de la existencia de una descontextualización entre lo que se imparte y lo que se desea promover en las áreas rurales, que se considera de total pertinencia el estudio e inclusión oportuna, en los programas de las asignaturas que la componen, de contenidos adecuados a las necesidades de las comunidades rurales, sobre aplicaciones que incluyan variedad de experiencias con tecnologías socio-económicas alternativas, como la de los biodigestores, para una formación más funcional e instrumental enfocado en el paradigma cognitivo y pedagógico que señala González (2009).

Una formación que se sustente en la base de los progresos de la ciencia y la tecnología, inserta en los procesos de globalización, con consideración a los determinantes de la crisis económico y social que se vive, cuyo propósito es describir las oportunidades que existen para lograr el crecimiento económico y la equidad social, como punto de partida para superar la pobreza que aqueja a un extenso sector de la población y que se constituye en el factor crucial para avanzar en el marco del desarrollo sostenible; sobre lo cual se pone especial énfasis en el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales competitivos y en la urgencia por lograr consensos y compromisos entre las fuerzas sociales.

Lo anterior coincide con los siete grandes proyectos estratégicos de la Agenda Venezuela, en concordancia con los siete pilares del Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación (2007-2013): la inserción inteligente en la globalización; equilibrios macro-económicos con equidad; competitividad con equidad; transformación de la educación y el conocimiento; reforma del Estado; calidad de vida y solidaridad social y; conservación del ambiente y ordenación del territorio.

Los dos últimos proyectos y sus vinculaciones con los demás son de particular importancia en el presente contexto, pues dan respuesta a las

inquietudes a nivel mundial y Nacional en torno a las vinculaciones que deben existir entre el desarrollo y el ambiente. Así pues, en el Convenio sobre la Biodiversidad Biológica se exhorta a los países a encontrar cauces y medios para preservar la variedad de especies vivientes y velar por el equitativo beneficio del aprovechamiento de la diversidad biológica.

Por su parte, la Agenda 21 explica que la población, el consumo y la tecnología son las principales fuerzas determinantes del cambio ecológico. Deja claramente sentada la necesidad de reducir en ciertos lugares del mundo las modalidades de consumo ineficaces y con elevado desperdicio, fomentando simultáneamente en otras zonas un desarrollo más intenso y sostenible. Se proponen políticas y programas para la consecución de un equilibrio duradero entre el consumo, la población y la capacidad de sustento de la tierra. Asimismo, describe técnicas y tecnologías que han de fomentarse para la satisfacción de las necesidades humanas, combinadas con una cuidadosa gestión de los recursos naturales.

Dentro de las técnicas y tecnologías desarrolladas bajo las consideraciones anteriores, se tienen los biodigestores rurales, desarrollados como modelos tecnológicos sin efectos nocivos para el entorno y que favorecen el desarrollo sostenible. Según Taylhardat (2006), los distintos modelos de biodigestores diseñados son capaces de presentar como ventajas además del hecho de eliminar la contaminación del ambiente, el generar energía eléctrica, energía para cocinar (gas metano) y producir abono orgánico (sólidos y líquidos).

Es precisamente bajo estos preceptos que autores como Guevara (1996), IICA (2000) y Taylhardat (2006), entre otros, coinciden en señalar la necesidad de que las instituciones de educación superior y de investigación de nuestros países (Latinoamericanos y del Caribe), especialmente las relacionadas con el sector agropecuario y agroindustrial, propicien la generación de conocimientos sobre la biodigestión, así como para el diseño y construcción de biodigestores anaeróbicos, como alternativa de desarrollo

sostenible de las comunidades rurales; y además ser centros de investigación difusores y extensionistas de esta tecnología.

Por su parte, el Ministerio de Educación y Deportes República Bolivariana de Venezuela (2004), considera fundamental, a nivel del currículo de educación básica, entre otras:

- Desarrollar un currículo abierto, flexible, coherente, con una visión compartida que atienda a las necesidades e intereses del sector rural, que permita la integración de la escuela, la familia y la comunidad a través del fortalecimiento de los valores necesarios para la formación del ciudadano activo.

- Implementar en las escuelas rurales la prosecución escolar como una alternativa para mejorar la calidad de vida de los miembros de la comunidad.

- Transformar los núcleos escolares rurales en unidades pedagógicas productivas, con incorporación de las nuevas tecnologías.

- Integrar todos estos componentes educativos y sociales a través de las unidades territoriales: educación-producción, incorporadas como escuelas productivas al gran programa nacional todas las manos a la siembra.

Es de resaltar que a nivel de los Planes de la Nación, como en el IX Plan, la Agenda 21 y el de la Agenda de Venezuela del actual proceso revolucionario que lleva en nuestro país, se señalan como aspectos esenciales a la estrategia de apoyo a las políticas de desarrollo: el soporte a la estrategia agroalimentaria; el cuidado de la relación del comercio internacional con la calidad del ambiente; y la consideración de la biodiversidad como factor ecológico y económico. Para el logro de estos propósitos, en el Informe presentado por el Gobierno de Venezuela ante la Comisión de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas (1997), se establecieron tres principios rectores referidos a la participación nacional e internacional en las inversiones, la participación comunitaria y la acción rectora, promotora y facilitadora del Estado (ejerciendo su función educadora por ejemplo), incluyendo la definición y aplicación de reglas de juego en torno

a la ocupación del espacio, el uso de los recursos y la relación tecnología productiva-ambiente.

La Misión Social de la Educación Superior

Hace una década, la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior de la UNESCO (CMES 1998) atribuyó a la educación superior una especial condición institucional y cultural en la sociedad: “poder opinar sobre los problemas éticos, culturales y sociales, con total autonomía y plena responsabilidad, por estar provistos de una especie de autoridad intelectual que la sociedad necesita para ayudarla a reflexionar, comprender y actuar.”

Evidentemente, en lo anterior está contenida la perspectiva de que la universidad es el lugar donde el desarrollo del pensamiento reclama la mayor amplitud posible, con base en la heurística de la reflexión crítica, la honestidad intelectual y el compromiso con la construcción de un mundo mejor, plural, democrático, respetuoso de las diferencias culturales, étnicas, de género y de toda otra índole.

De igual manera, se solicita a la educación superior “utilizar su capacidad intelectual y prestigio moral para defender y difundir activamente valores universalmente aceptados, y en particular la paz, la justicia, la libertad, la igualdad y la solidaridad.” La vinculación de la universidad con el desarrollo estratégico nacional y con el fortalecimiento a profundidad y en todas sus dimensiones de la institucionalidad democrática.

La universidad pública es una institución inscrita en la sociedad y con una participación sustantiva en ella. La relación de la universidad con la sociedad nunca se produce como si se tratase de una relación de exterioridad. Por la naturaleza de su propia identidad institucional, las actividades de la universidad nunca pueden estar situadas al margen de la sociedad ni de las realidades que cada coyuntura histórica establece.

Además de poner todos sus recursos a disposición de las soluciones que los problemas del país requieren, de igual manera la universidad contribuye a construir una visión de país, de sociedad y de mundo. En esto consiste la más esencial de las características que definen su labor pedagógica y su proyección institucional en la sociedad. En esto consiste lo fundamental.

En este marco, González (2009), resalta un nuevo paradigma cognitivo y pedagógico: innovación, flexibilidad, inter y transdisciplinariedad, transversalidad curricular, gestión del conocimiento y creación de bases y redes de información, virtualización de la enseñanza/aprendizaje, redefinición del papel de la función docente.

Tal paradigma tiene sus bases en, según una publicación reciente del Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (IESALC citado por González, 2009) en las principales tendencias, que entre otras, en la actualidad definen los escenarios de la educación superior:

A los cambios que han ocurrido desde una perspectiva histórica (...), habría que agregar los que se han sumado como expresión del nuevo periodo en el que nos encontramos, tales como el impacto tremendo que tienen las nuevas tecnologías que redefinen los espacios de aprendizaje; el desarrollo de nuevas áreas de conocimiento de base interdisciplinaria que empiezan a verse como sustitutivas de las tradicionales conformaciones curriculares y de la oferta de carreras actual; la contracción severa de los recursos financieros provistos por los gobiernos, con una mezcla de mecanismos de evaluación, rendición de cuentas, aparatos de acreditación que valoran el desempeño de instituciones, programas y personas; la importancia que está adquiriendo la internacionalización de los procesos de aprendizaje y de conocimiento, la aparición de redes y asociaciones académicas, la movilidad de estudiantes y los nuevos procesos de transferencia de conocimientos y tecnologías.

Este nuevo paradigma exige una reestructuración de las relaciones con la sociedad y con el mundo del trabajo: desarrollo de una mayor interacción

con los agentes externos y con los contextos de la vida económica y productiva; replanteamiento de la misión de la educación superior.

La necesidad de contar con sistemas nacionales de ciencia y tecnología bien estructurados, articulados en triangulación dinámica con las universidades y con las diversas entidades del sistema productivo. Podría decirse que en alguna medida esta necesidad busca atender la iniciativa de la Estrategia Siglo XXI.

Igualmente, el fortalecimiento de la relación universidad/sociedad, mediante la generación de políticas institucionales y de la apertura de espacios múltiples de interacción, a través de la investigación, la acción social.

Los procesos del desarrollo y de la organización de la sociedad adoptan también una nueva racionalidad y nuevas regulaciones, con base en los esquemas y dinámicas de la sociedad del conocimiento y de la economía globalitaria de libre mercado. La educación superior pública se ve inscrita con ello en una compleja red de desafíos que reclaman acciones inmediatas y que ponen en perspectiva de análisis crítico la pertinencia del quehacer académico institucional, de la misma manera que la forma en que debe llevarse a cabo el cumplimiento de los compromisos institucionales con la sociedad y con las necesidades del desarrollo nacional.

Traer a colación lo anterior tiene básicamente la finalidad de indicar el hecho de que, bajo cualquier perspectiva que se quiera mirar, en la actualidad la educación superior afronta una situación estructural de transformaciones, la cual está caracterizada por una tensión medular que define la emergencia de nuevas perspectivas para la educación superior pública.

Las instituciones y, en particular las educativas, son formaciones sociales y culturales complejas en su multiplicidad de instancias,

dimensiones y registros. Sus identidades son el resultado de procesos de interrelaciones, oposiciones y transformaciones de fuerzas sociales y no de una identidad vacía o tautológica de la institución “consigo misma”.

Diseño Curricular Actual del IPREM en el Área Agropecuaria, en el Marco de un Desarrollo Sustentable del Medio Rural.

El Instituto Pedagógico Rural “El Mácaro” (IPREM), adscrito a la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) se encuentra ubicado en la ciudad de Turmero, en el estado Aragua y su evolución histórica está asociada desde sus inicios como Escuela Normal Rural “El Mácaro” en el año 1938, hasta convertirse en 1988 en Instituto Pedagógico con la formación de docentes para el área rural.

El objetivo del programa de Educación Rural, como lo establece UPEL (1999) es:

Liderizar la formación de un profesional que garantice el desarrollo de la población en el sector rural y la incorporación de estas áreas al desarrollo productivo de nuestro país”. (s/n). Definiendo en el programa de la especialidad que el egresado de la misma “estará capacitado para desempeñar los roles de investigador, orientador, promotor social, y específicamente facilitador en Educación Básica de acuerdo a las características del sector rural (s/n).

Asimismo, el objetivo general del IPREM, es “formar, capacitar, perfeccionar y actualizar los recursos humanos especializados para el ejercicio de la docencia, en el contexto de una estructura curricular sincronizada con la demanda del Estado, del entorno social y económico de la Universidad” (UPEL-IPREM, 2009).

Ambas definiciones, evidencian que para lograr los fines de la educación rural, se requiere que la estructura curricular esté en armonía con el entorno y las políticas del estado. En la IPREM, la estructura curricular se organiza en torno a Componentes de Formación, uno de los cuales es el de

Formación Especializada donde se agrupan las cátedras: Educación para el Trabajo, Ciencias Industriales, Comercio y Agropecuaria. La revisión de tales programas evidenció, especialmente los de la cátedra de agropecuaria, una fuerte inspiración agronómica centrando sus contenidos al conocimiento de aspectos teóricos del cultivo de diferentes rubros agrícolas y de la cría de diversas especies de corral y pastoreo, sin embargo, no abordan la manera como estos se pueden vincular en el área rural de manera productiva y en el marco de las nuevas corrientes derivadas del modelo de la sustentabilidad y el desarrollo endógeno (Seijas, 2009).

Lo expresado por Seijas, coincide con la UPEL (2008), la cual, con base al diagnóstico que se realizara al currículo de Educación Rural, encontró un conjunto de exigencias a la propuesta de formación de formadores en escuelas técnicas agropecuarias para adaptarlos a las nuevas tecnologías y favorecer su desempeño profesional, de tal forma que se ajustara a la actual conceptualización de la Educación Rural en Venezuela, entendida como: “Parte de un subsistema de la Educación Técnica, incentiva el manejo de las herramientas tecnológicas y propone incorporarlas al proceso de formación del docente rural mediante talleres de actualización” (p. 12).

El diagnóstico arrojó, entre otras, las siguientes características que definen el actual currículo de Educación Rural:

- El problema principal en Educación Rural es mirar hacia dónde va dirigida y a quién está enfocada según la dinámica que se desea impartir.
- La Educación Rural no entra en correspondencia con la realidad que se está viviendo en el país.
- El diagnóstico del contexto y las necesidades educativas no son congruentes con la especialidad, no están contextualizados con la realidad actual que se evidencia en las aulas de clases.

Con base a estas necesidades, se reconocieron exigencias actuales necesarias para la transformación y modernización del currículo en el área de educación rural, destacando, entre otras, la contextualización de la

Educación Rural, principios que rigen las especialidades de la UPEL- IPR “El Mácaro” y las especialidades que aquí existen; la especificidad en cuanto al perfil de competencias de la especialidad de Educación Rural; el docente en Educación Rural debe estar preparado para satisfacer las necesidades del empleador que es el estado.

Asimismo, se revisaron los tópicos considerados de mayor relevancia, destacándose, entre otros el Modelo productivo, debe tomar en cuenta el perfil; en consecuencia, se debe crear dentro de los ejes otros que ayuden al desarrollo integral; buscar la realidad de lo que se estable para la Educación Rural enfocándose en el perfil pre establecido; revalorizar el sentido de pertenencia; así como también la Seguridad alimentaria e inquietud de la población. Todo esto condujo a considerar un conjunto de adecuaciones dentro del plan de Educación Rural, que permitiera adquirir los conocimientos básicos de lo rural en Venezuela.

Con base a esto y a los principio de la ruralidad, se planteó la inclusión de ejes transversales, al perfil específico de la especialidad rural del Instituto Pedagógico Rural “El Mácaro” (UPEL, 2008), tales como: Investigación; Identidad Nacional; Pedagogía y Didáctica; Comunidad, Ambiente; Diversidad y Gerencia; en el siguiente cuadro se ofrece una explicación de estos ejes transversales propuestos.

Cuadro 7

Ejes Transversales: Investigación; Identidad Nacional; Pedagogía y Didáctica; Comunidad, Ambiente; Diversidad y Gerencia; del Perfil Específico de la Especialidad Rural del IPREM.

Ejes Transversales	Perfil Genérico	Aportes para el Perfil Específico
--------------------	-----------------	-----------------------------------

<p>Investigación</p>	<p>Posee actitud de búsqueda permanente para investigar la realidad socioeducativa de manera transdisciplinaria haciendo uso de metodologías y técnicas inherentes a la elaboración de proyectos dirigidos a solventar problemáticas de impacto educativo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se deben apoyar los métodos investigativos para fomentar habilidades en la elaboración y ejecución de planes de acción. - Sentido de pertinencia con la comunidad (prácticas educativas in situ – instituciones rurales) - El impacto de la investigación debe ser diseccionado en lo social, político y económico. - Conocimientos de los fundamentos epistémicos y filosóficos que rigen las diferentes metodologías y técnicas. - Es necesario conocer los diferentes escenarios rurales del país para que de esta manera puedan abordar las problemáticas que afectan estos escenarios y, en consecuencia se apliquen las metodologías adecuadas.
<p>Identidad Nacional</p>	<p>Conoce el patrimonio histórico, cultural y social del país, con el fin de generar acciones para su valoración y defensa; desarrollando el sentido de pertinencia y el compromiso de la profesión docente con la identidad nacional</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Demuestre sentido de pertinencia con el entorno local y regional. - Identificación, reconocimiento y conocimiento específico del área geográfica hacia donde está dirigida la Educación Rural. - Fomentar y fortalecer los valores locales y regionales propios de los escenarios del país.

Continuación Cuadro 7

<p>Pedagogía y Didáctica</p>	<p>Construye conocimientos pedagógicos mediante la integración de la teoría y la práctica, en la planificación, mediación y evaluación de los procesos de enseñanza y aprendizaje, valorando el pensamiento crítico y reflexivo en el quehacer docente</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Maneja máquinas, herramientas, equipos e instrumentos inherentes al trabajo en el sector rural (sub áreas industrial, comercial y agropecuario) - Elabora medios didácticos para el mejoramiento continuo de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Educación Rural. - Realiza prácticas en instituciones de contexto rural partiendo de la conceptualización. - Debe tener las herramientas para articular e integrar a los estudiantes con necesidades educativas especiales. - Conocimiento de los modos propios de enseñanza de la cultura rural.
<p>Comunidad</p>	<p>Demuestra conciencia cívica y compromiso para la transformación de la realidad socioeducativa, emprendiendo en colectivo proyectos comunitarios que coadyuven a la participación ciudadana y al desarrollo endógeno</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Demuestra el compromiso de apoyar a las comunidades rurales para la transformación de la realidad socioeducativa través de la educación para el trabajo y desarrollo productivo. - Asume los valores y preocupaciones mundiales de los problemas ecológicos. - Desarrolla el sentido de pertenencia y pertinencia de la realidad rural. - Estimula la cooperación en la comunidad para afianzar el desarrollo económico. - Se integra a la comunidad y se compromete a conocer las necesidades de esos espacios para promover proyectos productivos, sociales y educativos acorde a las exigencias del sistema educativo venezolano.
<p>Ambiente</p>	<p>Asume una cosmovisión ecológica expresada en conocimiento, habilidades y valores para la construcción de sociedades sostenibles y sustentables a través de su acción pedagógica</p>	

Cuadro 7 (Continuación).

Diversidad	Expresa conocimiento y valoración positiva hacia la diversidad sociocultural, multiétnica, pluricultural, plurilingüe, así como también de las capacidades diferenciales para generar la integración social a través de la acción educativa	<ul style="list-style-type: none"> - Propiciar el mejoramiento de la calidad de vida - Aplicar estrategias ecológicas y metodológicas en la ejecución de actividades agropecuarias. - Estimula el mantenimiento del equilibrio entre el ecosistema y la actividad de producción de la comunidad rural.
Gerencia	Gestiona procesos socioeducativos a nivel aúlico, institucional y comunitario, considerando acciones que favorezcan la autogestión y la capacidad de organización colectiva, proyectando la escuela como centro del quehacer local, regional nacional, latinoamericano y mundial	<ul style="list-style-type: none"> - Administra recursos humanos y materiales relativos al contexto rural. - Demuestra habilidades para la gestión comunitaria (calidad de vida) - Establece alianzas estratégicas con los sectores productivos de las diferentes zonas rurales.

Nota: Fuente Tomada de Seijas (2009)

El perfil son las distintas características que los egresados deben poseer, traducidas éstas en habilidades y destrezas; en este sentido, la propuesta en el perfil del egresado del IPREM, pretende su adecuación en cuanto a la pertinencia y calidad de la educación como elementos interdependientes que originan el desarrollo integral rural. Destaca la promoción de una formación profesional y académica e integral en el marco de un nuevo paradigma cognitivo-pedagógico, que potencie el sentido de pertenencia para considerar la concepción de la ruralidad en las distintas especialidades de la UPEL IPREM. Destacándose la reconocida importancia a los ejes de investigación-comunidad-gerencia-ambiente y diversidad, en un claro esfuerzo hacia la formación de un docente rural investigador innovador, promotor social, trabajador social, extensionista agrícola, facilitador, instructor comunitario, dirigente, cuadro operativo, maestro rural, asesor, capacitador, animador rural, promotor cultural, agente de cambio, profesionalista comprometido y organizador de la comunidad rural.

La consecución de tales competencias propuestas en el perfil, lleva consigo la necesaria evaluación y organización del currículo influida por una tendencia hacia el desarrollo de enfoques multidisciplinarios de la enseñanza, lo que sugiere la consideración e inclusión de nuevos programas al currículo a fin de satisfacer las nuevas necesidades; lo cual además, contiene implícito el esfuerzo de la comunidad de profesores sobre su formación permanente y la producción de investigaciones, ineludibles para su proceso intelectual y práctica profesional, y su capacidad de sistematizar sus experiencias en este sentido hacia el diseño de estos programas bajo concepciones metodológicas y nuevas tecnologías con creatividad y pertinencia con las situaciones que el mundo rural exige.

De este modo la vinculación entre los aportes de la Educación superior desde la educación rural y un desarrollo económico sustentable, es un elemento de primer orden para lograr el progreso y la efectividad de las labores que se ejecuten en diversas áreas, en función de elevar los niveles de calidad de vida en las comunidades rurales, y su repercusión en los ámbitos, socioeconómicos y ambiental a nivel mundial. Sobre esto es oportuno citar al IICA (2004), cuando destaca como fundamental el crear y desarrollar soluciones basadas en la capacidad de integrar recursos, actores, actividades e instituciones, que respondan a la naturaleza multisectorial del desarrollo sostenible de los territorios, en el marco de una estrategia nacional. El producto y el medio de este proceso, es la construcción de una nueva institucionalidad, que fortalezca las estrategias de desarrollo rural, dotándolas de instrumentos apropiados, para dinamizar la práctica y la cooperación entre las instituciones y los actores sociales.

Asimismo, Lacki (2000), agrega como necesidad el proporcionar “una formación más funcional e instrumental, con contenidos adecuados a las reales necesidades de las comunidades rurales, contenidos que pueden utilizar y aplicar en la solución de los problemas que enfrentan en la vida cotidiana” (p.2).

En el marco de todas las consideraciones expresadas, en las cuales se fundamenta el proceso de transformación y modernización del currículo en el área de educación rural que transitan las universidades que forman profesionales del medio agrícola y rural, y específicamente el IPREM de Maracay, se concibe la enseñanza de tecnologías como la de los biodigestores, como herramienta para el desarrollo rural sustentable.

Una enseñanza que combine procesos de investigación con metodologías participativas en las que el estudiante como investigador pase a ser dinamizador de los procesos de Transición Agroecológica, al acompañar a la población rural en ellos, más que dirigirla. Propiciar la intervención mediante una combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas de investigación social y de tecnología agronómica, sumadas a otras herramientas participativas. A este respecto Gómez y González, (citados por López y Guzmán, 2008), afirman que este tipo de experiencias de acompañamiento a iniciativas agroecológicas han sido pocas hasta el momento, y en general han estado ligadas a grupos sociales relativamente singulares, que presentan altos grados de conciencia social y de organización interna o de persistencia de las formas campesinas de manejo de los recursos naturales, lo cual no es el caso mayoritario en el sector agrario.

De esta forma, se estaría contribuyendo relevante y eficazmente a la formación de las competencias de los estudiantes, por medio de un aprendizaje significativo; con contenidos teórico-prácticos que propicien la vinculación a la comunidad con su realidad local, con una herramienta que conecte los contenidos curriculares con las actividades productivas, para la mejora de la calidad de vida sin detrimento del ambiente, encontrando correspondencias entre contenidos y actividades, tal como lo ha señalado Seijas (2009) cuando cita a Morín (2001):

La educación, tiene que estar arraigada en el medio, tiene que ser flexible y viva, tiene que ser motivadora y crítica, debe ser impartida por gente plural, en ella deben tener lugar la

improvisación y la creación, tiene que ser una tarea *artesanal*, se tiene que alimentar, debe partir del entorno más inmediato para, en fases posteriores, poderlo ampliar y superar, tiene que fomentar la democracia participativa y otros valores, como la justicia, la honradez, la autoestima, la confianza, la responsabilidad, etc., tiene que derribar las barreras artificiales y limitadoras, se tiene que basar en la interdisciplinariedad y, sobre todo, en la complejidad (p. 73).

Se quiere así significar el papel primordial de la educación superior formadora de docentes rurales y de por supuesto de las escuelas rurales, con la sociedad y con las necesidades del desarrollo nacional, desarrollando una mayor interacción con los agentes externos y con los contextos de la vida económica y productiva; que en correspondencia con los principios de la Biodiversidad Biológica expresados en la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992) se conviertan en instrumentos para preservar la variedad de especies vivientes y velar por el equitativo beneficio del aprovechamiento de la diversidad biológica, con la amplia participación de todos los sectores.

Cabe agregar el Principio 21 que destaca el deber de movilizarse la creatividad, los ideales y el valor de los jóvenes del mundo para forjar una alianza mundial orientada a lograr el desarrollo sostenible y asegurar un mejor futuro para todos. Asimismo, el principio 22 que señala que las poblaciones indígenas y sus comunidades, así como otras comunidades locales, desempeñan un papel fundamental en la ordenación del medio ambiente y en el desarrollo debido a sus conocimientos y prácticas tradicionales. Los Estados deberían reconocer y apoyar debidamente su identidad, cultura e intereses y hacer posible su participación efectiva en el logro del desarrollo sostenible.

"La Agenda 21" (Declaración de Río, ob. cit.) explica que la población, el consumo y la tecnología son las principales fuerzas determinantes del cambio ecológico. Deja claramente sentada la necesidad de reducir en ciertos lugares del mundo las modalidades de consumo ineficaces y con

elevado desperdicio, fomentando simultáneamente en otras zonas un desarrollo más intenso y sostenible. Propone en consecuencia políticas y programas para la consecución de un equilibrio duradero entre el consumo, la población y la capacidad de sustento de la tierra; y describe algunas de las técnicas y tecnologías como la de la biodigestión que han de fomentarse para la satisfacción de las necesidades humanas, combinadas con una cuidadosa gestión de los recursos naturales.

De acuerdo a lo planteado, se requieren escuelas que derribe los muros aparentemente infranqueables entre ésta y la sociedad, hace falta una escuela para la vida y que, al mismo tiempo, sea vida en sí misma; necesitamos una escuela con docentes que enseñen a aprender; hace falta una educación en la que cada uno sea artífice de su propio crecimiento; hace falta una educación que fomente los valores de la democracia, la crítica y la participación; la identidad nacional, la biodiversidad y la hace falta una escuela colaborativa que nos comprometa a todos.

En este marco, la escuela rural, que exprimen al máximo sus potencialidades hace todo lo que acaba de decirse y probablemente mucho más. Por ello, el IPREM debe ser el ente educativo, por definición, responsable de generar conocimiento para desarrollar, en cuanto a la enseñanza y aprendizaje, nuevas técnicas de producción agroecológicas sustentables, que luego serán utilizadas desde las escuelas rurales para el proceso de apropiación tecnológica por parte de los habitantes rurales para su desarrollo sustentable.

Papel de la Educación Superior en la Integración del Medio Ambiente y el Desarrollo.

La escasez y dispersión de conocimientos sobre los recursos naturales renovables y sobre su relación con las tecnologías de producción constituye una seria dificultad para la planificación y la gestión de la conservación del ambiente, en muchas partes del mundo, incluyendo a Venezuela.

Consecuentemente, la investigación al respecto ha sido considerada como importante durante los últimos veinte años, como lo demuestran algunos logros altamente significativos señalados a continuación:

Desde la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro (1992) se penetra rotundamente en el desarrollo social, destacando los críticos problemas de los asentamientos y el hombre y sus diferencias entre unos grupos sociales y otros y la extrema inequidad que caracteriza el mundo de hoy, hechos considerados como ambientales y de importancia semejante al del deterioro de la capa de ozono, la desertificación, la contaminación, entre otros. Los principales resultados de esta conferencia se concretaron en la Declaración de Río, en los Convenios sobre Diversidad Biológica y sobre Cambio Climático, en los Principios sobre Bosques y en la Agenda 21. Este último instrumento consiste en un programa para el desarrollo sostenible.

Durante los años 80 se replantea el concepto de desarrollo y se profundiza en su sentido humano. A partir de 1990 el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), inicia la publicación de un informe sobre la dimensión humana del desarrollo como intento de medir y comprobar el desarrollo en su integralidad con ello se difunde el término desarrollo humano (Valdés, Chassagnes, Muester, 1999). Según este concepto el ser humano debe ser el destinatario del desarrollo, su bienestar debe ser el objetivo central de las políticas nacionales y las relaciones mundiales, el desarrollo humano es visto como el proceso mediante el cual se amplían las oportunidades de los individuos, las más importantes de las cuales son las de una vida saludable y prolongada, el acceso a la educación y el disfrute de un nivel de vida decente, otras entre las cuales se incluye la libertad política, la garantía de los derechos humanos, además del respeto a sí mismo (PNUD, 1992).

Los problemas ambientales que afectan al mundo contemporáneo, se originan en los sistemas de desarrollo que han asumido un grupo de países, teniendo como base patrones de producción y consumos irracionales así

como la existencia de políticas de dominación y explotación colonial y neocolonial que han dado por resultado el hambre y la pobreza que hoy azotan a la mayoría de la humanidad. Los actuales patrones de producción y consumo están causando una seria degradación del medio ambiente y conjuntamente una marginación social de grandes masas, el hombre sometido a pobreza extrema se convierte en depredador del medio ambiente.

Se consolida de esta forma la necesidad de un compromiso por preservar el ambiente natural y social del hombre. Es en la Cumbre de Río que el término desarrollo sostenible alcanza su verdadera dimensión y es aceptado por todos. El concepto desarrollo sostenible concibe el desarrollo como un proceso armónico, como mejora constante de todo y de todos, como garantía de que las actuales generaciones puedan satisfacer sus necesidades sin afectar a las futuras generaciones y puedan también disfrutar del medio ambiente y de los recursos que disponemos.

El resultado de este cambio de mentalidad a nivel mundial ha sido el creciente interés por la creación e implementación de instrumentos de planificación y control ambiental que faciliten la toma de decisiones lógicas y racionales y garanticen una eficiente gestión ambiental. En este sentido, en 1997, en la sesión especial de la Asamblea General denominada Río+5, se adoptó un "Programa para la Aplicación de la Agenda 21" y se identificaron los principales déficits en el camino hacia la sostenibilidad. Por su parte, la Cumbre de Johannesburgo 2002, estuvo orientada a lograr la concreción de las recomendaciones del Programa 21. Abordando nuevos retos y oportunidades; y reiterar el compromiso político y apoyo al desarrollo sustentable.

En la actualidad el gran desafío que enfrentan los gobiernos es el saber cómo diseñar y utilizar sistemas de gestión capaces de fomentar y conciliar los tres grandes objetivos que en teoría llevaría el desarrollo sustentable: el crecimiento económico, la equidad, la sustentabilidad ambiental (Valdes, Chassagnes, Muester, 1999).

En Venezuela, según el Informe Conservación y Desarrollo Sostenible en Venezuela (1992-2002), diversos asuntos ambientales y su integración con la educación adquieren rango constitucional al ser contemplados en la CRBV en más de treinta artículos, regulando derechos humanos inherentes al tema de la educación, donde se reafirma la transversalidad de la materia ambiental, así como los desastres naturales al prever los estados de excepción, calificando expresamente como tales las circunstancias de orden social, económico, político, natural o ecológico, que afecten gravemente la seguridad de la nación, de las instituciones y de los ciudadanos y la responsabilidad contractual del daño ambiental, entre otros.

Asimismo, en materia de ordenación del territorio, la CRBV en su artículo 128 dispone el desarrollo de una política de ordenación del territorio atendiendo a las realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, económicas y políticas, de acuerdo con las premisas del desarrollo sustentable, que incluya la información, consulta y participación ciudadana.

Además, en atención al Principio 22 de la Declaración de Río la participación de los pueblos indígenas, también adquiere rango constitucional y en la actualidad se dispone de la Ley de Demarcación de Hábitats y Pueblos Indígenas.

Sobre este principio 22, en el Informe sobre Desarrollo Humano para Mercosur (2009-2010), se presenta a los jóvenes como medios y fines del desarrollo. La noción de juventud no sólo se relaciona con el ciclo de vida comprendido entre 15 y 29 años, sino con un concepto socio-cultural que identifica rasgos específicos que van cambiando junto con los distintos contextos socio-históricos. Por tal motivo, a la presente generación se la ha denominado como “generación de la tecno-sociabilidad”.

Dentro de estas ideas esbozadas sobre los esfuerzos para lograr la integración del ambiente y el desarrollo y la importancia de la educación en este proceso, Urzúa, De Puelles y Torreblanca (1995), señala que desde la

Educación Superior, se insta al fortalecimiento de centros de investigación y docencia como el Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT), en la ciudad de Mérida; la existencia de la Ingeniería de Recursos Naturales como carrera a nivel de pre-grado en la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora (UNELLEZ) y la Universidad de Yacambú, que ofrece carreras similares; o las numerosas tesis de maestría en planificación del desarrollo, en gestión ambiental y en ingeniería ambiental que generan los postgrados vinculados a la materia ambiental que se dictan en las principales Universidades Nacionales.

Los cada vez más abundantes estudios de impacto ambiental que se realizan y la avalancha de dictámenes técnicos ligados al otorgamiento o negación de permisos para la ocupación de espacios y la afectación de recursos, van conformando un importante acervo de conocimientos, que empieza a demandar sistematización, publicación y difusión.

Se comienza a dar especial atención a la investigación sobre las relaciones economía-ambiente. Un primer gran esfuerzo a este respecto ha sido el trabajo titulado Ajuste estructural, ambiente y desarrollo sostenible. Caso Venezuela, realizado por el Centro de Estudios del Desarrollo de la Universidad Central (CENDES), con la colaboración del Harvard Institute for International Development (HIID) y bajo los auspicios del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) como parte de una investigación que cubre a catorce países. Los resúmenes de los resultados alcanzados en dichos países han sido publicados en Venezuela bajo el título Ajuste estructural, ambiente y desarrollo sostenible (citado en Urzúa, De Puelles y Torreblanca, ob. cit.).

La importancia de este esfuerzo internacional estriba en que ha permitido analizar sistemática y objetivamente los posibles impactos de la aplicación de las tesis neoliberales dominantes en el mundo, sobre la calidad del ambiente tanto natural como social, abriendo la posibilidad de rechazar

algunos aspectos específicos de esas tesis, la de proponer alternativas de acción y la de prepararse para minimizar los impactos negativos inevitables.

Es igualmente importante destacar la investigación titulada Una aproximación al establecimiento de indicadores de desarrollo sostenible para Venezuela (MARNR. Centro de Información y Estadísticas Ambientales. 1996.) Fueron analizados 351 de estos indicadores, de los cuales 121 se consideran pertinentes a la realidad nacional y pueden ser agrupados en 74, facilitando enormemente la calificación y seguimiento de impactos ambientales de todo tipo y, consecuentemente, la investigación, la planificación y la gestión ambiental.

Asimismo, deben señalarse los esfuerzos del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), por fomentar la investigación en ambiente y diversas áreas relacionadas, entre las cuales destacan recientemente el Programa de Agendas de Innovación, la Agenda de Agroambiente en Amazonas, la Agenda Guayana, la "Agenda de Salud en Fronteras" y la Agenda de Biodiversidad, actualmente en preparación, todas ellas elaboradas con una amplia participación de numerosos actores sociales.

Como puede verse, sobre la sostenibilidad, en el sentido de integración de la búsqueda de la calidad ambiental, con la equidad y la justicia social como criterios y valores, es preciso contemplar en los procesos de formación e investigación que den cabida a la búsqueda de soluciones y avances sobre estas cuestiones; las cuales aparecen reflejadas como prioridades en la planificación de los programas y actividades que se deben desarrollar para conseguir los objetivos de la "década de la educación para el desarrollo sostenible" promulgada por la ONU (2002) y gestionada por la UNESCO entre 2005-2014 (citados por Aznar y Ull, 2009), tales como: reducción de la pobreza, igualdad de sexos, promoción de la salud, protección del medio ambiente, transformación rural, derechos humanos, comprensión cultural y

paz, producción y consumo responsables, respeto a la diversidad cultural y acceso igualitario a las TIC.

En esta Declaración, la UNESCO caracteriza la sostenibilidad como una categoría sistémica compleja que incluye e interrelaciona los aspectos económicos, sociales, culturales y ambientales del desarrollo humano que se deben contemplar en los procesos de formación. El enfoque de la UNESCO es comprensivo e inclusivo, facilita la aplicación de metodologías sistémicas e interdisciplinarias, atiende a la comprensión de la complejidad de la realidad y conecta con las innovadoras tesis socioeducativas de formación de una ciudadanía responsable con propuestas de estructuración en diversos ejes (Imbernón, 2002): ciudadanía democrática; social; paritaria; intercultural; y ciudadanía ambiental.

Ante el reto de la sostenibilidad, la educación para el desarrollo sostenible, en cuanto teoría referida a la práctica, tiene su campo de acción en los ámbitos de la educación formal, no formal e informal, aplicando distintos tipos de racionalidad: la racionalidad teórica “Saber”, la racionalidad práctica “saber hacer” y la racionalidad ética “Saber Ser y Valorar” (Aznar, 2006).

En el ámbito universitario, la educación para la sostenibilidad como proceso continuo de producción cultural, dirigido a la formación de profesionales comprometidos con la búsqueda permanente de las mejores relaciones posibles entre la sociedad y el medio ambiente para la pervivencia de ambos, teniendo en cuenta los principios explícitos en los modelos éticos coherentes con un desarrollo humano ambiental y socialmente sostenible, tales como justicia, solidaridad, equidad, o el respeto a las diversidades tanto biológicas como culturales; incluye decisiones políticas de la institución que permitan generar los espacios necesarios para la participación democrática de los diversos estamentos internos en la definición de las estrategias institucionales, en el fomento de normas de convivencia que respondan a los objetivos y valores mencionados (Capdevila y Peña; Lozano; citados por

Aznar y Ull, ob. cit.) y en el compromiso docente para la incorporación de criterios sostenibles en los procesos de formación.

Todos los estudiantes universitarios en general y los relacionados con el ámbito agrícola y rural en particular, tendrían que formarse de acuerdo con criterios y valores relacionados con la sostenibilidad. La formación universitaria debería facilitar una comprensión central de la sostenibilidad, para transferir esta perspectiva en las futuras actividades profesionales de los titulados.

Asimismo, los diseños curriculares habrían de incluir contenidos – cognitivos, procedimentales y actitudinales–, metodologías y prácticas que preparasen explícitamente en las competencias sostenibilizadoras que se puedan especificar en el perfil de los títulos de las diferentes carreras. Implica la formación de profesionales que puedan vivenciar situaciones reales que propicien la reflexión sobre las dimensiones afectivas, estéticas y éticas de las relaciones interpersonales y con el medio natural y socio-cultural. Y requiere la realización de trabajos que faciliten el contacto con los problemas socio-ambientales en el propio escenario en el que ocurren; estas vivencias habrían de contemplar el análisis y la reflexión crítica sobre las alternativas de intervención en las relaciones entre la sociedad y el medio, orientando, propiciando y defendiendo un desarrollo humano ambiental y socialmente sostenible.

Si bien desde la óptica de una actuación integral la sostenibilización institucional tendría como finalidad la conformación de una Agenda 21 para la Universidad, en correspondencia con el desarrollo de las Agendas 21 locales, y coherentemente tendría que atender acciones a diferentes niveles, tales como: gestión; Formación; Investigación y Participación..La integración efectiva de estos diferentes niveles de actuación en las instituciones de educación superior depende de una amplia gama de factores ubicados en tres ámbitos amplios de concreción (Aznar, 2006):

1. **Ámbito macroscópico**, aquí son factores fundamentales el apoyo institucional y el desarrollo de políticas educativas orientadas a fomentar la educación para el desarrollo sostenible, lo cual comporta directrices básicas y una estructura de soporte de personal y de materiales (coordinadores, recursos, herramientas...) y apoyo al diseño y desarrollo de planes de ambientalización (sostenibilización) institucional. Estos factores se deberían dar a su vez en tres niveles: internacional, estatal y autonómico.

2. **Ámbito microscópico**: hace referencia a acciones desarrolladas en el nivel de centro o facultad; involucra a los centros y facultades que a través de comisiones pertinentes diseñan las nuevas titulaciones universitarias y establecen las competencias generales y específicas que tienen que desarrollar, entre las cuales están las competencias para la sostenibilidad; las innovaciones confluyen en un contexto desde el que desarrollar e implementar las competencias especificadas en las titulaciones de dicho centro o facultad.

3. **Ámbito estratégico**, este involucra al factor docente; hace referencia a la implicación de los equipos docentes en el diseño y aplicación de acciones relacionadas con la sostenibilización curricular. Requiere la disponibilidad de coordinadores bien formados y comprometidos con el proceso de aplicación de dichas acciones, y el compromiso de los profesores (Cotton et al., 2007); en cualquier innovación que se quiera introducir en la Universidad, el profesor es el eje central del proceso; es el motor del cambio. Ello requiere facilitar su labor mediante la disponibilidad de tiempos y espacios para configurar recursos y herramientas que contribuyan a la promoción de la sostenibilidad en sus materias específicas y propicien el intercambio de experiencias, sobre todo teniendo en cuenta que en este ámbito se otorga generalmente más relevancia a la actualización científica e investigadora que a la formación continua para la docencia (Tomás, 2001).

Lo anterior se explica desde el enfoque de una Universidad 21, en el cual la consecución de un desarrollo humano ambientalmente sostenible

presupone cambiar de forma significativa las pautas actuales de producción, consumo y comportamiento. Y estos cambios implican compartir la responsabilidad a escala mundial, comunitaria, regional, local y, por supuesto, personal. Asimismo, en el hecho de que la Universidad no es únicamente un espacio de formación; es también un lugar de experimentación de nuevas propuestas educativas, y una plataforma de difusión de cambios en las percepciones, actitudes y comportamientos hacia nuevas formas de vida más sostenibles (Aznar y Ull, 2009).

Conclusiones y Recomendaciones

Los biodigestores constituyen una tecnología cuyo aprovechamiento, sobre todo en las zonas rurales, se muestra coherente con la condición de sostenibilidad del desarrollo, al considerarse una herramienta innovadora de desarrollo y de cooperación que favorece las actividades económico-productivas y comerciales en el medio rural, con aprovechamiento de energías que a la vez concilian ese derecho al desarrollo, con la conservación y restauración de los recursos naturales y del medio ambiente ampliamente presentes en el medio rural y base fundamental para el desarrollo de sus actividades económicas, principalmente, la agricultura.

En Venezuela, instituciones como la Energía Eléctrica, el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) y la Universidad Central de Venezuela (UCV), le han dado relevancia a la cooperación para aunar esfuerzos y recursos para realizar investigaciones tendientes al mejor conocimiento de los Biodigestores, así como una mayor difusión técnica para lograr su implementación popular y rápida en las comunidades rurales.

Por su parte, en cuanto a las instituciones de Educación Superior que forma docentes rurales, tal como la IPREM, la cual resalta en su misión y objetivos la importancia de la estructura curricular para lograr los fines de la educación rural, el cual debe estar en armonía con el entorno y las políticas del estado; para lo cual emprende un proceso de reformas al currículo y, la redefinición del perfil del egresado, producto de la existencia de una descontextualización entre lo que se imparte y lo que se desea promover en las áreas rurales; estableciéndose la consideración, estudio e inclusión oportuna en los programas de las asignaturas que la componen, de contenidos adecuados a las necesidades de las comunidades rurales, sobre aplicaciones que incluyan variedad de experiencias para una formación mas funcional e instrumental enfocado en el paradigma cognitivo y pedagógico; en este sentido, se observa la pertinencia de concebir la enseñanza de

tecnologías como la de los biodigestores, como herramienta para el desarrollo rural sustentable.

Una enseñanza que combine procesos de investigación con metodologías participativas en las que el estudiante como investigador pase a ser dinamizador de los procesos de Transición Agroecológica, al acompañar a la población rural en ellos, más que dirigirla. Propiciar la intervención mediante una combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas de investigación social y de tecnología agronómica, sumadas a otras herramientas participativas.

Una formación que se sustente en la base de los progresos de la ciencia y la tecnología, inserta en los procesos de globalización, con consideración a los determinantes de la crisis económico y social que se vive, cuyo propósito es describir las oportunidades que existen para lograr el crecimiento económico y la equidad social, como punto de partida para superar la pobreza que aqueja a un extenso sector de la población y que se constituye en el factor crucial para avanzar en el marco del desarrollo sostenible; sobre lo cual se pone especial énfasis en el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales competitivos y en la urgencia por lograr consensos y compromisos entre las fuerzas sociales.

Lo anterior, se visualiza en la inminente vinculación entre los aportes de la Educación superior desde la educación rural y un desarrollo económico sustentable, siendo un elemento de primer orden para lograr el progreso y la efectividad de las labores que se ejecuten en diversas áreas, en función de elevar los niveles de calidad de vida en estas comunidades, y su repercusión en los ámbitos, socioeconómicos y ambiental a nivel mundial

En el análisis de tal vinculación desde el enfoque de una Universidad 21, fundamentada en los documentos referidos a los asuntos ambientales y su integración con la educación tanto a nivel mundial como la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo; la Declaración promulgada

por la ONU y gestionada por la UNESCO sobre la educación para el desarrollo sostenible; como a nivel nacional como la Constitución de la República de Venezuela, así como el informe sobre la Visión de la Sociedad Civil en la Implementación de la Agenda 21, para Venezuela, todas ellas perfilan la consecución de un desarrollo humano ambientalmente sostenible, que presupone cambiar de forma significativa las pautas actuales de producción, consumo y comportamiento; y que se deben contemplar en los procesos de formación. Estos cambios implican compartir la responsabilidad a escala mundial, comunitaria, regional, local y, por supuesto, personal. Asimismo, en el hecho de que la Universidad no es únicamente un espacio de formación; es también un lugar de experimentación de nuevas propuestas educativas, y una plataforma de difusión de cambios en las percepciones, actitudes y comportamientos hacia nuevas formas de vida más sostenibles.

De acuerdo a lo planteado se considera que las instituciones de educación superior y de investigaciones del país, especialmente las relacionadas con el sector agropecuario y rural, se propicien líneas de investigación, relacionadas con las tecnologías de apropiación social como la de los biodigestores como herramienta para el desarrollo sustentable en el medio rural.

Propiciar en sus docentes la actualización científica e investigadora para desarrollar competencias para la sostenibilidad, como innovaciones que confluyen en un contexto desde el que desarrollar e implementar las competencias especificadas en las titulaciones de dicho centro o facultad.

Asimismo, promover la sistematización de sus producciones producto de la actualización científica e investigadora sobre el tema de la agroecología; de tal forma que se favorezca el diseño de programas, para la enseñanza y aprendizaje, que incluyan contenidos –cognitivos, procedimentales y actitudinales–, metodologías y prácticas que preparen explícitamente en las competencias sostenibilizadoras en sus estudiantes, orientando,

propiciando y defendiendo un desarrollo humano ambiental y socialmente sostenible.

De esta forma, se contribuye con la formación de un profesional agrícola y rural, que se desempeñará competentemente durante su formación en la universidad y, posteriormente desde las escuelas rurales, actuando con innovación, flexibilidad, inter y transdisciplinariedad, transversalidad curricular, gestión del conocimiento, creación de bases y redes de información, virtualización de la enseñanza/aprendizaje, entre otras, lo cual favorecerá:

La formación de ciudadanas y ciudadanos críticos y capaces de examinar la naturaleza de la ciencia y la tecnología como actividades humanas encaminadas al desarrollo individual y colectivo.

La preparación a las generaciones futuras para hacer frente a los problemas que plantean los progresos de la ciencia y la tecnología y para determinar qué aplicaciones serán beneficiosas y cuáles pueden ser nocivas.

La dotación de instrumentos apropiados, para dinamizar la práctica y la cooperación entre las instituciones y los actores sociales.

Una formación más funcional e instrumental, con contenidos adecuados a las reales necesidades de las comunidades rurales, contenidos que pueden utilizar y aplicar en la solución de los problemas que enfrentan en la vida cotidiana.

El estudiante como docente rural se convierte en un dinamizador de los procesos de Transición Agroecológica, propiciando la intervención mediante una combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas de investigación social y de tecnología agronómica, sumadas a otras herramientas participativas; con las cuales podrá emprender investigaciones, así como la unión de fuerzas vivas: (escuela, comunidad, organismos oficiales y demás especialistas que se requieran) para:

Realizar investigaciones en cuanto al proceso y producción de biogás a partir de diferentes substratos.

Establecer plantas pilotos de experimentación sobre la digestión anaeróbica, para poder generar conocimientos sobre la fermentación metanogénica.

Evaluar el funcionamiento del sistema de tratamiento y producción de gas mediante la digestión anaeróbica para diversas condiciones, así como para diversos usos, lo que permitirá avanzar en el apropiado conocimiento de esta tecnología.

Realizar estudios más exhaustivos referentes al diseño de biodigestores, especialmente para zonas rurales apartadas de los centros urbanos.

Instalar digestores experimentales en diferentes regiones y países, para evaluar los diferentes parámetros que influyen en el proceso.

El estudio de posibles instalaciones de plantas de tratamiento y producción de biogás a partir de la descomposición anaeróbica de las aguas negras en zonas rurales del país, basados en un análisis económico de la zona y de los recursos a utilizar por entidades gubernamentales o particulares.

CAPÍTULO III

BENEFICIOS DEL BIODIGESTOR EN LA PROMOCIÓN Y PRÁCTICA DEL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL MEDIO RURAL.

Experiencias de Biodigestores en Latinoamérica

Llegar al hombre de campo y a su familia con la energía necesaria para que pueda disfrutar de una vida digna, haciendo uso de la misma mediante: iluminación, calefacción, conservación de alimentos, agua caliente, comunicaciones, resulta a veces muy difícil y en la mayoría de los casos casi imposible, debido a características topográficas y climáticas desfavorables de cada lugar, o bien por falta de rentabilidad económica de las líneas energéticas convencionales que pudieran existir en la zona.

Alternativamente existen otros tipos de energía que por su costo accesible y la disponibilidad de materia prima local, pueden dar a este tema una solución práctica y eficaz. El Biogás que se obtiene por fermentación de materia orgánica, ofrece grandes posibilidades a la pequeña familia e inclusive a los pequeños vecindarios típicos de la zona rural.

Emprender alternativas de esta naturaleza son factibles por medio de la educación rural en el marco del desarrollo sustentable; las instituciones educativas del nivel superior deben promover iniciativas de apropiación de estas tecnologías socialmente apropiadas por parte de las comunidades rurales; sus medios, principalmente su recurso humano, con acciones efectivas de gestión, formación, investigación y participación, para una actuación integral la sostenibilización institucional.

Las experiencias sobre biodigestores emprendidas por distintas Universidades o de éstas integradas en grupos de trabajo multidisciplinario, en Latinoamérica, dan cuenta de los beneficios que acarrearán tanto a escuelas educativas rurales, como a las familias de estas comunidades. Para reconocer los beneficios de los biodigestores, en para la promoción y práctica del desarrollo socioeconómico y ambiental sostenible y armónico de las áreas rurales, se encontraron un conjunto de experiencias, las cuales se señalan a continuación. Se destacan en tal sentido, la construcción e instalación de los distintos modelos de biodigestores, con sus metas y resultados logrados como aportes al desarrollo sustentable en áreas rurales.

En los aportes señalados como resultados de las experiencias encontradas, resaltan el que para llevarlas a cabo se combina la educación formal e informal de niños, jóvenes y adultos de todos los géneros como pobladores del sector rural para aportarle conocimientos teórico-prácticos adecuados a su realidad local los cuales son aplicables “en sus propios terrenos y transmitir los nuevos conocimientos a sus familias” (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2008).

Es de señalar también, que los proyectos de desarrollo sobre biodigestores que se mencionan, resaltan en sus resultados la capacitación técnica a facilitadores como dinamizadores del desarrollo y cambio; en este sentido, se aborda la responsabilidad directa de las instituciones, como la universitaria, de formar a los futuros educadores para hacer frente al desarrollo rural sostenible, por medio de metodologías que accedan a la capacitación comunitaria que los identifique con su entorno y posibilite su intervención efectiva en el proceso de transición de esta tecnología agroecológica para ejercer influencia en el desarrollo local sostenible.

Asimismo, se pueden observar en detalle los beneficios directos al área rural donde son aplicados, en este sentido, entre otros, se puede afirmar que el uso de los biodigestores son de gran interés ecológico, ya que por medio de ellos se disminuye la deforestación, la contaminación de los ríos y los

campos y se contribuye a proteger la salud pública y ambiental además de obtener productos como fertilizantes y biogás que pueden ser aprovechados por las comunidades rurales para la mejora de su calidad de vida.

Experiencia en Argentina

En el camino de hallar una solución al problema de la basura y simultáneamente producir energía limpia, dos puntos clave para acceder a un mundo sustentable, Groppelli para el año 1993 (citado por Gronda, 2001) instaló un biodigestor en la escuela rural de Los Cerrillos, que alimenta las hornallas de la cocina del comedor escolar. Otro tanto hizo en Alto Verde para 1995, donde el biodigestor instalado permite cocinar la comida para 400 chicos por día, ahorrando innumerables tubos de gas envasado y el consiguiente gasto de recursos económicos. Otro biodigestor, instalado en Monte Vera, empieza a utilizar por primera vez residuos urbanos recolectados en forma selectiva por los vecinos que separan la parte orgánica de la basura; el biogás usado para el criadero avícola, permitió ahorrar dinero antes destinado a comprar gas en garrafas.

Desde entonces más de veinte instalaciones demostrativas han sido colocadas en guarderías infantiles, hogares, centros comunitarios y comedores escolares en las provincias de Santa Fe, Buenos Aires, Córdoba y San Juan.

Para 1999, se construyó un biodigestor para procesar la basura orgánica de los 800 pobladores de Emilia, inaugurado en el año 2002, produciéndose biogás con destino a la elaboración de alimentos en la escuela agrotécnica de esa comuna típica del campo santafesino.

Groppelli (citado por Gronda, 2001) señala en su experiencia un ejemplo práctico de que la tecnología socialmente apropiada funciona y puede ser adoptada, construida y mantenida por las propias comunidades que la necesitan para cubrir sus necesidades y mejorar sus condiciones de

vida. ``Acabamos de entrar en el siglo de la escasez. Los que despilfarran irresponsablemente no podrán hacerlo por mucho más tiempo, como no podrán aferrarse a los actuales estilos de hiperconsumo insostenible. El camino hacia la sustentabilidad se construye hoy en pequeños pueblos y ciudades, donde el horizonte todavía es visible. Donde todavía se conserva la cultura del trabajo, del amor propio, del respeto hacia el ambiente común, del valor de lo que producimos con nuestras propias manos''. Destaca este autor la necesidad de motivar a más personas y comunidades para construir e instalar biodigestores e interesarse por la tecnología socialmente apropiada.

Otra experiencia lograda, es la de la Dirección de la Escuela Rómulo Giuffra quien se presentó a un concurso del PRISE (Ministerio de Educación) con un proyecto de Biomasa, realizado en forma conjunta (la directora y los profesionales del Departamento de Energías No Convencionales de la Dirección de Recursos Energéticos: Ing. Luis Enrique Cernuda, Ing. Aldo Enrique Giuliani e Ing. Carlos Alberto Serpa y demás técnicos), el cual fue seleccionado y obtuvo los fondos necesarios para la construcción de veinte (20) Biodigestores a ser instalados en las viviendas de la localidad de Las Chacras Departamento de Caucete Provincia de San Juan.

El principal objetivo de este proyecto fue el desarrollo comunitario rural de la localidad de Las Chacras Departamento Caucete, enclavada en la falda suroeste de la Sierra de La Huerta; con el propósito de establecer el afianzamiento humano en la localidad rural de referencia, que no cuenta con servicios. Este proyecto es dirigido a proporcionar a la misma abastecimiento de gas metano que les permita mejorar la calidad de vida, por medio de iluminación por farol incandescente y cocción de alimentos mediante la provisión de un anafe de una hornalla. Se pretende así evitar el éxodo de estos habitantes hacia los centros urbanos de la Provincia, con sus secuelas de incremento de la población marginal (villas miseria),

proporcionándoles los medios para que desarrollen una economía de autosostenimiento mediante un trabajo comunitario.

De acuerdo a un relevamiento de la zona la comunidad beneficiada por este emprendimiento es un agrupamiento humano aislado de 75 habitantes, insertado en el ambiente semidesértico sanjuanino, que está integrado por 19 viviendas, sede de Unión vecinal, Puesto Sanitario y escuela Rómulo Giuffra.

El sistema de generación instalado está formado por dos Biodigestores Discontinuos (tambores de 200 lts. De volumen) y un Gasómetro (tanques de asbesto-cemento) de 300 lts. De capacidad funcionando a una presión máxima de 40 grs./cm², controlada por un manómetro diferencial, que además de medir la presión sirve de válvula de seguridad. Los biodigestores son del tipo discontinuo, se cargan y descargan alternativamente cada 45 días. La materia orgánica que se utiliza es estiércol animal (caprino, ovino, equino), que se mezcla con una adecuada proporción de agua.

El biodigestor (tambor de 200 lts.) se llena con 90 lts. de estiércol y 90 lts de agua. El tanque inferior del gasómetro se llena con agua para producir el sello hidráulico que evita el escape de gas almacenado en la campana colectora.

Los veinte equipos de Generación de biogás fueron construidos en su totalidad por personal de la Dirección de Recursos Energéticos comisionado en el Obrador Central de la Provincia y luego transportados e instalados en cada casa. Las Obras de Infraestructura ejecutadas en la totalidad de Las Chacras fueron ejecutadas por seis (6) personas del lugar que fueron entrenadas por los profesionales de la Dirección.

Resulta importante destacar que la población recibió con beneplácito la nueva tecnología observándose buena predisposición a colaborar, a comprender el proceso y seguir las indicaciones dadas por los técnicos, los cuales han realizado charlas a los pobladores para interiorizarlos del manejo de los equipos y aprovechamiento del gas producido.

Entre los resultados obtenidos en función del modelo de Biodigestor desarrollado en el proyecto (modelo unifamiliar BD200), se señalan los siguientes parámetros:

- Una hornalla de 1.500 Kcalorías/hora abierta en máximo consume 230 lts. de biogas/hora (a una presión de 40 grs./cm²).
- Un farol con mantilla, incandescente de 250 bujías consume 80 lts. de biogas/hora (a una presión de 40 grs./cm²).
- Un (1) litro de agua hierve a los diez (10) minutos.
- Como beneficio residual se obtienen 50 Kg. de bioabono seco, por cada biodigestor.
- La campana del gasómetro recupera el volumen de gas al menos una vez al día, por lo que se puede utilizar al mediodía la cocina y en la noche cocina y farol.
- La producción de biogás es de 300 a 500 lts./día.
- El costo de materiales necesarios para la construcción del Sistema de Generación exclusivamente es del orden de Pesos Doscientos sesenta (\$260;00) Valor actualizado a junio de 2000.

En relación al impacto ambiental en Las Chacras, con el proyecto emprendido, se destaca el que tradicionalmente el combustible que siempre se ha usado para cocción y calefacción ha sido la leña de la zona, generando deforestación, pero debido a que son pocas las familias que habitan el lugar, sumado a que este es un paraje muy fértil, el impacto ambiental no ha sido muy notable como en otras localidades.

La leña es usada como materia prima para la calefacción y por los recursos económicos de la zona su reemplazo es imposible; sin embargo, hoy en día el biogás logró reemplazar a la cocción por combustión de madera, pero solo en períodos donde la temperatura propicia su funcionamiento, inclusive en invierno cuando no disponen del biodigestor, algunos consiguen garrafas de gas envasado y continúan usando la cocina a gas, por supuesto que los menos favorecidos no lo pueden comprar. El

biodigestor de las Chacras puede contener un máximo de 480 litros de biogás, y puede ser llenado completamente con un día muy cálido, por ello el biogás producido es usado mayoritariamente para cocción de alimentos y el sobrante para iluminación.

Cuando se instaló el último de los 20 digestores los habitantes transformaron su modo de vida, la comodidad había llegado y además como si esto fuera poco preservando el medio ambiente, mediante el uso de la biomasa como recurso energético limpio.

En ambos lugares (Las chacras y Ñacuñan) a pesar de encontrarse muy distantes, la reacción de los pobladores fue la misma adaptándose de forma inmediata a esta tecnología para su uso diario, difundiendo esta idea más en Mendoza que en San Juan debido a su mayor énfasis en su difusión.

Lo ideal es que la difusión llegue a todas las comunidades para que comprendan que el uso de ambos emprendimientos sería provechoso porque pueden complementarse mutuamente y lo que es mejor no acarrea costos adicionales mensuales sobre todo en comunidades carenciadas. La tecnología solar puede usarse hasta para calefaccionar una casa, cocinar, calentar agua (calefones solares) hay máquinas simples que usan al sol para obtener energía y refrigerar alimentos o ambientes, también, en cuanto a los Biodigestores existen muchas variantes; los hay para potabilizar agua o generar abono orgánico de gran calidad, por ello no es de extrañar que en la India existan 3 millones y en China 10 millones, eso nos lleva a la siguiente pregunta ¿Por qué no tener 1 millón en Argentina?

Por otra parte, vale citar a Huerga (2010) quien ofrece una secuencia de pasos a seguir en el desarrollo de la actividad de implementar el biogás en escuela rural en la Municipalidad de Venado Tuerto. Santa Fe. Argentina

A la actividad la denominó “Biodigestor como fuente alternativa de energía y tratamiento de desechos en escuelas rurales”. El propósito de la misma es implementar el biogás como forma alternativa de energía en escuela rural de la pampa húmeda; de forma de poder evaluar en conjunto

con los alumnos, docentes y personal del colegio, la adaptación de esta tecnología en establecimientos de este tipo, analizando ventajas y desventajas para su potencial expansión de la misma hacia otros colegios ubicados en diferentes partes del país.

A continuación se listan las fases o pasos, con el periodo de tiempo estimado, que contempla dicha actividad:

Año 1.

1. 1. Formulación del equipo de trabajo y lineamientos técnicos del proyecto: Se formará el equipo de trabajo integrado por INTA, equipo de trabajo especializado en energías renovables de municipio de la zona; y empresa privada (SAMPER). En conjunto se formularán la ingeniería básica del proyecto, seleccionando aquellos materiales que se adapten a las condiciones climáticas de la zona, a los requerimientos del proyecto, sean de bajo costo y puedan implementarse en diferentes regiones del país. También se realizará la elección del colegio en donde se instalará el biodigestor (notar que el personal del municipio involucrado tiene vasta experiencia en la aplicación de energías renovables en establecimientos rurales)

1.2. Reunión en escuela rural: El equipo de trabajo realizará jornadas de trabajo con el personal del colegio para consensuar las pautas de implementación del proyecto. También se realizará una charla informativa a los alumnos sobre las energías alternativas y el biogás como fuente renovable, haciendo especial hincapié en la separación de residuos y en el uso eficiente de la energía.

Año 2

2.1. Desarrollo y armado de biodigestor: El equipo de trabajo llevará a cabo el proyecto en la escuela rural seleccionada, realizando el armado, carga y puesta a punto del biodigestor. En reunión entre las partes se

definirán las responsabilidades de cada uno, de forma de no superponer actividades y poder trabajar en conjunto.

2.2. Seguimiento del sistema: Se realizará un seguimiento diario de la producción de biogás en función de la carga de residuos y la composición de la misma (heces de animales, restos de comida, residuos orgánicos, etc). Esta actividad la llevará a cabo personal de la escuela capacitado para tal fin. La empresa llevará a cabo el mantenimiento del biodigestor, y el equipo de trabajo el análisis de datos.

Año 3

3.1. Evaluación: En conjunto con el grupo de trabajo y la escuela, se realizará la evaluación del funcionamiento del biodigestor, la producción de biogás y la cantidad de desechos que fueron tratados por esta tecnología. Se comparará la misma con otras experiencias realizadas en otras partes del país.

3.2. Formulación de informe técnico: Se realizará el informe técnico que incluirá: datos técnicos del proyecto, análisis y evaluación por parte del equipo de trabajo, costos del proyecto, potencial reemplazo de fuentes fósiles de energía, etc. Este informe será difundido a través de jornadas en diferentes colegios de la zona.

3.3. Charla – Evaluación por parte del colegio: Maestros, personal y alumnos del colegio serán quienes determinen si es viable instalar este tipo de tecnologías en otros establecimientos, determinando sus principales ventajas y desventajas y cuáles son los aspectos en los que se debe mejorar para poder explotar al biogás como fuente alternativa de energía. Se colaborará para el armado de una jornada donde los alumnos comentarán la experiencia de implementar un biodigestor como fuente alternativa de energía.

3.4. Convenio: En caso de que el proyecto cumpla con los objetivos y se logre formar el equipo de trabajo, se firmará un convenio entre las partes,

como compromiso para poder desarrollar nuevas actividades en otros emprendimientos, utilizando la experiencia de este proyecto específico como prueba piloto para la generación de nuevas actividades.

Actividades Complementarias

- Pruebas de producción de biogás en una escala menor (mini-digestores) en el colegio.

- Pruebas de producción de biogás a escala laboratorio, de forma de medir el rendimiento real del sistema (condiciones ideales del sistema)

- Charlas en otros establecimientos durante el desarrollo de la experiencia.

Las actividades complementarias podrían desarrollarse siempre y cuando los recursos económicos alcancen para desarrollar las actividades anteriormente mencionadas.

Experiencias en Bolivia

Martí (2008), señala que en Bolivia, la Cooperación Técnica Alemana - GTZ lleva a cabo este Programa a través del Componente Acceso a Servicios Energéticos, el cual es parte del Programa de Desarrollo Agropecuario Sostenible (PROAGRO), con una duración de cinco años (Octubre de 2005 - 2010). El objetivo del Componente es aumentar el número de personas que puedan acceder a energía moderna para satisfacer sus necesidades básicas de energía y sostenibilidad a largo plazo, permitiendo un mejoramiento significativo de la calidad de vida y la generación de nuevas actividades económicas. Es así que más de 570 mil personas se benefician con el acceso a tecnologías modernas gracias a esta cooperación.

Dentro de este marco de acción, la oferta del Componente contempla cuatro líneas de acción: energía para iluminación y uso doméstico, energía

para cocinar, energía para infraestructura social y energía para usos productivos. En este sentido, y en el marco de la oferta de la línea energía para usos productivos, es que se desarrollan actividades de cooperación en la tecnología de biodigestores.

El Proyecto brinda no sólo apoyo financiero, sino también asesoramiento técnico y operativo a sus beneficiarios, al mismo tiempo que trabaja en temas relacionados a la gestión del conocimiento y el fortalecimiento de redes de actores privados y/o gubernamentales.

Dentro de este último, se trabaja directamente con demandas generadas en la gente, con una adaptación continua a sus necesidades y capacidades en el marco de la oferta, con una gran flexibilidad concentrándose en proyectos visibles y concretos.

Un ejemplo de esto ha sido la implementación del proyecto piloto en el año 2007 en una de las áreas más complicadas, como es la región de Palca del departamento de La Paz, la cual se encuentra a una altura de más de 4.200 metros sobre el nivel del mar. Posterior a los tres meses, la respuesta positiva de las familias y la adaptación de biodigestores en zonas de características extremas consolidaron su propuesta.

Conjuntamente con esta iniciativa, se ha continuado trabajando en más regiones con todo el apoyo del equipo. Cabe resaltar, que una de las herramientas exitosas, fue la organización de talleres de capacitación en la construcción de biodigestores familiares de bajo costo, con el concepto “democratizando la tecnología”. A principios del 2008 se consiguió que más de 200 técnicos de municipios, asociaciones, ONG’s y grupos sociales fueran capacitados. Gracias a la creciente demanda, tenemos previsto alcanzar a beneficiar a 1.000 familias para que introduzcan biodigestores hasta el año 2010.

Por otra parte, Campero (2006), señala sobre la implementación del proyecto: Biogas En Bolivia inserto en el Programa “Viviendas autoenergéticas” Una nueva forma de ver el futuro energético-ambiental del

país, en área rural. Proyecto que se inició en el año 2001 y en el cual se han construido unos 300 biodigestores que proveen biogás a familias rurales en el Altiplano y en el Valle en Bolivia.

Este proyecto se desarrolló en comunidades campesinas de Bolivia. Esta iniciativa ha servido de experiencia piloto de aplicar los biodigestores de polietileno tubular de bajo costo, fuera de ecoregiones tropicales a nivel internacional, y ha significado el principio de difusión de esta tecnología apropiada en Bolivia. Tanto la aceptación y participación de los campesinos como la viabilidad de estos sistemas fuera del trópico ha sido un éxito. Actualmente se instala sistemas de biodigestión anaerobia en Altiplano a 4000msnm y temperaturas por debajo de los 10 °C centígrados, con óptimos resultados. Las condiciones de vida en la zona del área rural y periurbana que el proyecto pretende afectar es eminentemente muy deprimida y se corre el peligro de:

- Continuar con la intoxicación de la población circundante en especial las mujeres y niños en la zona del proyecto, al realizar la cocina de alimentos, usando estiércol seco (Altiplano) o leña y otros (trópico y valles), generando humos y gases tóxicos.

- Un mayor deterioro del medio ambiente, por el uso irracional de los recursos naturales en este caso la poca leña existente en la zona, los pajonales, y los efectos sociales y ambientales que ello conlleva.

- Aumentar la inequidad del sector rural, por la falta de servicios básicos (saneamiento básico y energía).

- Continuar con la extrema pobreza y sus factores colindantes en la calidad de vida.

- Peligro de deforestación y por ende la pérdida de biodiversidad en la zona.

- Deterioro de la calidad de vida en la zona, debido fundamentalmente al sistema de recolección de recursos que tiende a ser muy exigente en

cuestión de tiempo y trabajo fundamentalmente de las mujeres y niños principalmente.

- No gozar de fuentes energéticas económicas y de fácil obtención para la cocción de alimentos y en algunos casos de iluminación

- Aumento de los costos erogados con el uso de las actuales fuentes energéticas.

- Alta contaminación al medio ambiente, generando GEI's a la atmósfera, y su efecto en el calentamiento global; también la contaminación de acuíferos superficiales y subterráneos.

Se puede afirmar que sin la implementación del proyecto, los aspectos anteriormente vistos - aquellos intangibles – como la salud, comodidad, seguridad y simplificación del trabajo se ven seriamente afectados y por tanto la calidad de vida seguirá en detrimento.

Los beneficios directos de la tecnología de biodigestión anaerobia, afirma Campero (ob. cit.) son:

- Producción energética económica, dando por resultado ahorros del efectivo.

- Mejora del sistema de cultivo reciclando el abono con biodigestores para producir el gas para cocinar y efluente para el biofertilizante

- Una reducción de la carga de trabajo física especialmente de las mujeres y los niños.

- Una reducción de la presión en los recursos naturales como leña y carbón vegetal, con mucha humedad en la zona.

- Todo esto haciendo uso de los residuos que causaría de otra manera la contaminación, especialmente en áreas urbanas.

- Coadyuvando a la salud de la población beneficiaria con la instalación de letrinas ecológicas conectadas a los sistemas de biodigestión.

- Mejorando la eficiencia energética de las cocinas tradicionales denominadas Q'onchas (en Valles), y Kíris (altiplano) respetando el tradicional uso de esta forma de cocinar, sobre todo en área rural.

La utilización de los biodigestores y letrinas conectadas en serie además de permitir la producción de biogás ofrece enormes ventajas para la transformación de desechos:

- Mejora la capacidad fertilizante del estiércol. Todos los nutrientes tales como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio así como los elementos menores son conservados en el efluente. En el caso del nitrógeno, buena parte del mismo, presente en el estiércol en forma de macromoléculas es convertido a formas más simples como amonio (NH_4^+), las cuales pueden ser aprovechadas directamente por la planta. Debe notarse que en los casos en que el estiércol es secado al medio ambiente, se pierde alrededor de un 50% del nitrógeno.

- El efluente es mucho menos oloroso, peligroso y contaminante que el afluente, siendo aun mucho más rentable económicamente, hablando el efluente al entrar en un mercado de productos orgánicos, que es la visión de sostenibilidad económica de estos sistemas.

- Control de patógenos. Aunque el nivel de destrucción de patógenos variará de acuerdo a factores como temperatura y tiempo de retención, se ha demostrado experimentalmente que alrededor del 85% de los patógenos no sobreviven el proceso de biodigestión.

- Producción de Biofertilizantes, producto de la biodigestión anaerobia. “Tecnologías En Desarrollo” está impulsando la utilización de biodigestores plásticos tubulares de flujo continuo, para la generación de biogás a partir del estiércol de los animales de granja, principalmente porcinos y bovinos. Se han utilizado diferentes tamaños de biodigestores, divididos en dos grupos denominados familiar e industrial respectivamente. La longitud de los biodigestores se establece de acuerdo a las necesidades de cada explotación pecuaria (Campero, ob. cit.).

Los biodigestores están diseñados para ser de bajo costo, tanto en su instalación como en sus materiales y repuestos, ya que va dirigido a comunidades rurales que carecen de medios económicos. Son materiales

que pueden ser encontrados en cualquier comercio especializado de las principales ciudades de Bolivia.

El grupo meta de “Tecnologías En Desarrollo, lo constituyen:

- Las familias campesinas con demandas insatisfechas en términos de servicios básicos, energía y condiciones inadecuadas para su productividad; y manejo de residuos (medio ambiente).

- La población rural y urbano marginal que puede beneficiarse de tecnologías apropiadas, al hacer un uso racional de la misma y maximizar el uso eficiente de recursos locales.

El trabajo con los grupos meta, se coordina con los Municipios y sindicatos, buscando una participación activa de estos niveles institucionales, y buscando que en el desarrollo de los diferentes proyectos se guarde coherencia con las políticas de desarrollo nacionales, regionales y municipales.

El proyecto ha generado la instalación de Biodigestores de bajo costo de tecnología intermedia, de manera pionera en Bolivia y en condiciones de valle, altiplano y trópico es en ese sentido que los resultados de este proyecto nos da la posibilidad de poder extrapolar los resultados obtenidos de la difusión y replica de esta tecnología, los resultados hasta ahora logrados por el proyecto son satisfactorios, actualmente se tiene instalados sistemas en diferentes eco-regiones.

El uso de nuevas tecnologías que logren mejorar la calidad de vida de la población rural ha sido siempre el fin de casi todas las instituciones de desarrollo, ahora nosotros podemos afirmar que es hora que logremos la aplicación de nuestra tecnología (Biodigestores y letrinas-duchas), adaptada a Bolivia y que sea para toda la nación, es así que vemos con muy buen agrado el poder difundir este esfuerzo logrado por “Tecnologías En Desarrollo” en las tres eco-regiones características de Bolivia, altiplano (4000msnm), Valles (2500msnm) y trópico (500msnm).

El proyecto plantea el manejo adecuado de los residuos humanos y animales, por medio de acciones sostenibles y acordes al equilibrio ecológico mejorará la calidad de vida de la población en la zona del proyecto. Los biodigestores contribuirán de manera considerable a mejorar las explotaciones en pequeña escala, facilitando el control de la contaminación y añadiendo el mismo tiempo valor agregado a la excreta del ganado y humano, mediante la producción de Biogás y la mejora del valor como nutriente del efluente utilizado como fertilizante. El biodigestor de película tubular de polietileno despierta atractivo entre la población rural debido al bajo costo de la instalación y la producción de gas. Se puede aplicar en zonas tanto rurales como urbanas.

El éxito logrado hasta el momento en la adopción de esta tecnología y los resultados conseguidos que dependen de factores como el lugar (disponibilidad de combustible tradicional- estiércol) y la manera de introducir y modificar la tecnología a fin de adaptarla a las condiciones locales. La tecnología se ha probado suficientemente para justificar su introducción en gran escala en Bolivia. La decidida participación de los agricultores, en los proyectos anteriores nos muestra la replicabilidad para que esta tecnología pueda seguir evolucionando y mejorando. Dentro las eco-regiones que el proyecto pretende alcanzar, las comunidades Bolivianas a las que se quiere llegar están catalogadas de extrema pobreza llegando a un margen de pobreza promedio de 90% (censo nacional, 2002). Y no cuentan con servicios básicos, y los sistemas de energía son precarios.

Experiencia en Chile

Gutiérrez (2006), llevó a cabo un proyecto para la municipalidad de Empedrado (2006-2008) en la Región Del Maule-Chile, para el fomento de energías renovables a nivel comunal.

El proyecto llevó como propósitos la mejora de las condiciones de vida de la población rural otorgando los servicios básicos que por ubicación geográfica y costo no pueden obtener. El uso de energías renovables en zonas dispersas geográficamente permite crear las condiciones necesarias para que la población rural no migre y deje sus viviendas y terrenos.

El proyecto incorpora la participación activa de la comunidad del sector rural y la cooperación intersectorial (público-privado). La cobertura del proyecto se extiende para las poblaciones de las comunidades de Proboste, Porvenir, La Quebrada, Las Risqueras, Rari y Pueblecillo.

Las áreas de acción del desarrollo territorial en las cuales trabajó la iniciativa fueron:

En lo social, se aborda la educación de los pobladores, la equidad y la cobertura y calidad de los servicios.

En el Ordenamiento y Ambiente, la protección de los recursos naturales.

La estrategia nace por la necesidad de suministrar energía (eléctrica y gas) a viviendas dispersas y alejadas de los centros de distribución, a las cuales por factibilidad técnica y costos no se les podía proveer de energías para uso doméstico. Considerando esta situación el municipio definió como estrategia incursionar en nuevas soluciones distintas a las tradicionales que no fueran afectadas por la distancia y costo.

Los métodos de trabajo utilizados para desarrollar la estrategia consistieron en primer lugar en la electrificación para todas las viviendas a través del sistema tradicional (redes conectadas al SIC), sin embargo quedaron muchas sin suministro por dispersión y costo.

Se elaboró además un diagnóstico por medio de entrevistas a todas las familias en función a sus requerimientos de suministro de energía y se expuso las posibles soluciones al problema; elaborando también un sistema de información geográfica (SIG) de las viviendas sin suministro, georeferenciando y encuestando a todas las familias.

Con esta información se creó un equipo de trabajo en conjunto con la C.N.E. Y se postuló el proyecto de energía fotovoltaica al gobierno regional posteriormente se obtuvo financiamiento y el municipio ejecuto el proyecto en conjunto con una empresa privada del rubro de energías renovables

En el periodo de ejecución se capacitó a los usuarios en el conocimiento del tipo de energía, uso y mantenimiento del sistema.

Los principales resultados y logros obtenidos en la ejecución de este proyecto, señala: El suministro a familias rurales con energía eléctrica en sus viviendas. Asimismo, el costo de la energía renovable 75% más barata que energía tradicional, así como el lograr más incentivo en los pobladores a seguir viviendo en su localidad.

Se señala también entre los principales cambios (impactos) resultantes de la experiencia en la gestión pública:

1. Conocimiento de nuevas fuentes de energía y promoción en el sector privado local del uso de residuos domiciliarios e industriales para producir energía, mediante exposiciones y reuniones con inversores nacionales (SK ecología) y extranjeros (mas uno - valencia, España)

2. Incentivo para implementar nuevos proyectos, como la ejecución del proyecto de calefacción de un liceo de 3000 m2 mediante el uso de biomasa forestal y además de la construcción de un biodigestor que produce biogás mediante las excretas de los animales para uso domestico en una vivienda rural (gas para cocinar y refrigerador)

3. Uso de residuos actualmente contaminantes (excretas y residuos forestales) en generación de energía para uso domiciliario

4. Gran interés del sector público y privado por los proyectos para replicarlos (visita de empresarios españoles, exposición del proyecto en seminario nacional de municipios, visitas de empresas nacionales del rubro, etc.)

5. A todos los proyectos del municipio se les está incorporando el requerimiento que a lo menos un 15% de su demanda energética provenga de energías renovables.

Finalmente expresa Gutiérrez (ob. cit.) que la contribución específica de esta experiencia en la lógica del Desarrollo Territorial, se encuentra en el uso de las energías renovables en el territorio es factible, considerando las tres iniciativas ejecutadas en nuestra comuna: energía fotovoltaica para 64 viviendas, biodigestor para producción de gas de uso domiciliario y generación de energía para calefacción mediante el uso de biomasa en liceo técnico profesional. Estas experiencias están permitiendo diversificar las fuentes de energía, bajar costos y contribuir al mejoramiento ambiental del territorio a través del uso de materias primas actualmente considerados contaminantes y de alto costo para transportar y disponer en rellenos sanitarios.

Además de lo anterior, actualmente se encuentran trabajando con una empresa en el tema de biodigestor para utilizar residuos sólidos domiciliarios orgánicos en la producción de energía eléctrica.

Experiencia en Guatemala

Los recursos naturales renovables tienen un gran potencial eléctrico. En Guatemala la cobertura forestal es un 37% de la superficie nacional y es la leña la fuente energética de mayor demanda con un 63% del consumo final de energía, esto se debe a que la mayor parte de la población vive en el área rural y es de escasos recursos. Después de la leña sigue el Diesel con 12%, las demás gasolinas 8% y la electricidad el 4% y finalmente el bagazo de caña y el gas licuado de petróleo (gas propano) con el 3%.

En materia de biodigestión anaeróbica, en el área rural se han construido alrededor de 800 biodigestores tipo familiar, pero éstos no han sido operados correctamente, y se ha aprovechado los beneficios del

bioabono más que los propiamente energéticos. La mayoría de estos biodigestores son de tipo chino.

La única fuente biomásica que se ha utilizado para la producción de energía eléctrica en Guatemala, ha sido el bagazo de caña de azúcar.

En Guatemala la electricidad se genera básicamente por medio de las centrales hidroeléctricas, con un porcentaje de capacidad instalada del 52%, las centrales térmicas con un 40% y los cogeneradores con el restante 8%.

Una experiencia reciente encontrada es la del Proyecto Biogás Alotenango (2007), este proyecto Sacatepéquez, Guatemala, es avalado por la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), y es todavía un proyecto piloto.

Sobre los avances en esta materia, la Dirección General de Energía (2008), Ministerio de Energía y Minas de Guatemala, señala sobre los avances del Sector Energías Renovables; en tal sentido menciona su participación en el grupo de Dendroenergía, cuyo objetivo es hacer estudios para el aprovechamiento de siembras energéticas para producción de energía eléctrica. Se obtuvo aprobación de perfil de proyecto para construcción de un biodigestor para producción de biogás en una granja porcina.

Asimismo, afirma que se gestionó ante la Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica, el financiamiento del proyecto: "Construcción de biodigestor para producción de biogás. Proyecto de aproximadamente €45,000, usará desechos orgánicos de una granja de Escuintla. Servirá además para cumplir en parte el Convenio realizado entre el MEM y la Asociación de Porcicultores de Guatemala-APOGUA (gestionando los fondos).

Experiencias en Nicaragua

De acuerdo a la Universidad Nacional Agraria (2005), institución de educación superior, autónoma, que promueve el desarrollo y fortalecimiento de la sociedad nicaragüense, que forma profesionales en el campo agropecuario y forestal y genera conocimientos científicos, pone en manos de la sociedad nicaragüense la Guía Técnica: Construcción y Uso de Biodigestores Tubulares Plásticos.

La información que presenta esta guía, es producto de la experiencia desarrollada por profesionales y técnicos de la Universidad, de los resultados de investigaciones realizadas por docentes y estudiantes de los departamentos de Sistemas de Producción Pecuaria de la Facultad de Ciencia Animal y de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Agronomía y del intercambio de experiencias con instituciones afines que realizan Investigación en el Campo Agropecuario y Forestal.

La publicación de guías técnicas como esta se constituye en una de las estrategias con las que cuenta la Universidad para la difusión de su quehacer universitario. Estas se unen al Centro Nacional de Documentación Agropecuaria (CENIDA), así como a la infraestructura y equipo para la investigación, (laboratorios y personal técnico), a los medios de divulgación de los resultados, Eventos Científicos y la Revista Científica La Calera.

Esta guía señala entre otras cosas, destaca como beneficios que se obtienen al utilizar los biodigestores plásticos; lo siguiente:

Los costos de instalación de los biodigestores plásticos son mucho menores que el establecimiento de otros tipos de biodigestores; como los de concreto. De allí que la recuperación de los costos tiene lugar en un período más corto de tiempo y su rentabilidad sea mayor.

Son más eficientes que los biodigestores de cemento, ya que requieren menor volumen líquido para producir una unidad de gas.

Una vez instalados los biodigestores plásticos son de muy fácil manejo y mantenimiento lo que garantiza una larga vida útil. Según la experiencia propia, la vida útil de este tipo de biodigestores se puede prolongar más allá de los diez años, bajo buen mantenimiento y cuidado.

Se ahorra mano de obra, pues la misma persona que atiende los cerdos puede atender el biodigestor sin utilizar tiempo extra.

Promueve una mayor integración de la mujer a las labores productivas.

Mejora el nivel de vida en general del componente humano de las fincas.

En cuanto a experiencias emprendidas en este país, se encontró el artículo de Álvarez (2005) quien señala la construcción de 160 biodigestores. Este proyecto promete la generación de energía a base de desechos orgánicos vegetales y animales. Se prevé con ello reducir la contaminación y la deforestación.

Al menos 160 pequeños y medianos productores de León y Chinandega serán beneficiados con la instalación de biodigestores para producir energía de desechos orgánicos, en el marco de un proyecto de promoción y protección al medio ambiente que impulsa la Cuenta Reto del Milenio Nicaragua (CRM) en el occidente del país.

El propósito del proyecto es “ayudar a los pequeños productores a incrementar la rentabilidad de sus negocios que tienen en sus fincas, mediante la producción de energía renovable a través de los biodigestores”.

La construcción de cada biodigestor tiene un costo promedio de entre 300 y 400 dólares.

En cuanto a los resultados y logros esperados del proyecto se señala que él mismo va a tener un efecto muy importante, tanto en el aprovechamiento de los desechos orgánicos, como en la protección del medio ambiente.

Los beneficiarios corresponden a los 160 productores, los cuales serán capacitados sobre el manejo y aprovechamiento de los mismos. “Este

proyecto contribuirá a potencializar los negocios rurales y mejorar el nivel de vida de los productores”.

Los productores a ser beneficiados pertenecen a los municipios de Somotillo, Villa Nueva, San Juan de Cinco Pinos, Santo Tomás, San Francisco, San Pedro del Norte, El Viejo, El Realejo y Posoltega, en el departamento de Chinandega.

Mientras que en el departamento de León los municipios incluidos en el proyecto son El Sauce, Achuapa, El Jicaral, Santa Rosa, La Paz Centro, Nagarote, entre otras.

Con la instalación de los biodigestores “los productores podrán mitigar hasta cierta medida el problema de energía que afecta a algunas de estas comunidades rurales”.

Señaló también el autor que esta forma de producción de energía renovable también está siendo utilizada en otras zonas del país, cuyo resultado ha sido favorable, tanto para la protección y conservación del medio ambiente, como para el mejoramiento de la calidad de vida de las familias de escasos recursos.

La construcción de estos biodigestores está en proceso de licitación. Sobre el avance en la implementación de este proyecto, solo se encontró el documento del Plan Ambiental de Chinandega (2008) en el cual se señala la inserción del Proyecto Cuenta retro del Milenio (CRM) para su inclusión en el presupuesto municipal. Destaca además el que este grupo contribuyó con la visión del plan en cuanto a asesoría y financiamiento del proceso de planificación. Sin embargo, en el Plan de Desarrollo Humano (2008-2012), solo se hace mención, entre las acciones políticas para la energía eléctrica como parte del objetivo principal del plan de expansión de generación, el cambiar la matriz energética en el mediano y largo plazo por medio de la explotación de los recursos energéticos renovables, entre los cuales se señala la biomasa, como medida para el uso más eficiente de los

hidrocarburos, y motivar la cultura del ahorro de energía eléctrica en toda la población.

Asimismo, en la estrategia presentada por el Ministerio de Energía y Minas (MEM) se considera el apoyo de la generación de energía a pequeña escala en fuentes renovables de energía (biomasa, eólica y biocombustibles), así como lograr un mejor nivel de eficiencia de uso de los hidrocarburos; impulsar la electrificación rural, y promover la cultura del ahorro y uso eficiente de la energía en la población. Sin embargo, en el plan de inversión a mediano plazo de generación de energía eléctrica se le da preferencia a la energía producida con fuentes renovables (hidroeléctrica, geotérmica, eólica y solar) el cual se ha puesto en marcha y culmina en 2014.

Experiencias en Venezuela

Guevara, (1996), hace mención a la experiencia realizada en la UCV con su planta piloto generadora de Biogás; así como de trabajos de grado que representan iniciativas en cuanto a investigación para conocer el tema de biodigestores por parte de estudiantes de la Facultad de Agronomía (UCV Maracay); en este sentido, menciona las tesis sobre: Evaluación teórico económica de estanques de Biogás; Evaluación de productos de Biogás a partir de desechos orgánicos; Diseño y construcción de un Gasómetro y formulación de programas de computación para el Diseño de un Biodigestor Chino.

Asimismo, señala este autor que existen experiencias sobre tratamiento de efluentes porcinos que han demostrado la eficiencia del sistema; mencionando los primeros trabajos al respecto realizados en 19991, el de Luna sobre el tratamiento de efluentes porcinos utilizando un reactor de flujo ascendente con filtro anaeróbico; y el de Silva, sobre la evaluación de un digestor horizontal para efluente porcino con fines de saneamiento y producción de energía.

En año más reciente, se encontró la iniciativa emprendida por Moriones (2009), quien presentó el biodigestor que produce biogás.

El profesor Pablo Moriones trabaja en una huerta comunitaria de dos hectáreas en Villa Diamante, con gente de ese barrio y de Los Zorzales. Allí puso en práctica el biodigestor, que convierte estiércoles de animales en gas que se puede utilizar para calefacción.

Respecto al diseño del biodigestor, señala el autor que éste es un prototipo móvil, que hace las veces de educación. El biodigestor aprovecha la biomasa tanto vegetal como animal, mediante ese aprovechamiento uno genera el biogás. Esto tiene una cámara de gestión por debajo del tanque, en la parte superior hay una campana fija, donde se forma el biogás. Tiene una entrada de la biomasa, un agitador que provoca la fermentación, un manómetro que nos marca la presión interna; una salida para aprovechar el gas metano, que puede utilizarse para cocinar o para generar energía eléctrica. También tiene dos cañerías para que cuando se pasa de nivel se auto-descargue solo, y otro abajo, donde se hace una renovación total entre 4 y 6 meses.

Agregó sobre el biodigestor que pondrá en práctica en la huerta que él mismo posibilita en estos momentos la transformación que se puede dar mediante el aprovechamiento de todo lo que se tira, y como el efecto invernadero, en vez de ir al medio ambiente y provocar tóxicos, se aprovecha. Esto es un prototipo; pero en la huerta de dos hectáreas piensa hacer uno en tierra, de 30 metros cúbicos, donde va a posibilitar “que toda la gente pueda cocinar al mediodía, porque ese gas metano es energía y se puede aprovechar, no industrializarlo; pero sí se puede practicar”.

El profesor añadió que “el biodigestor es bueno porque cuida el medio ambiente, aprovecha todos los desechos, tanto de cocina como toda clase de estiércoles, y es una educación más que debe darse en este momento. Y es renovable...”

Recalcó que a diferencia del petróleo, que no se renueva, esto es renovable, mediante el aprovechamiento de todo esto, se genera este gas. Por ello el autor invita a todas las escuelas a que vean el biodigestor, el cual voy a enviar al IPAF, porque se mostraron interesados, y otro va a quedar en el Centro de Educación Agraria N° 8 de Ibarra; pero el grande que vamos a hacer en las 2 hectáreas va a posibilitar que el bolivarense que esté interesado vaya a ver de qué se trata.

Conclusiones y Recomendaciones

Las investigaciones y experiencias encontradas a nivel de Latinoamérica, se han logrado por iniciativas de Instituciones de Educación Superior, escuelas rurales, organismos oficiales destinados a la protección de ambiente y ce las distintas municipalidades rurales a lo largo de la Región. A pesar de que esta tecnología se observa incipiente en la Región, los logros hasta ahora, demuestran que el uso de biodigestores es de gran interés ecológico ya que por medio de ellos se disminuye la deforestación, la contaminación de los ríos y los campos y se contribuye a proteger la salud pública y ambiental además de obtener productos como fertilizantes y biogás.

Es un sistema de tratamiento de residuos orgánicos de alta rentabilidad económica, ya que su inversión inicial es baja, sus gastos de operación escasos y la materia prima que utilizan tiene un valor cero.

En las comunidades rurales, para cubrir sus necesidades energéticas cada familia, o comunidad puede disponer de un biodigestor.

Al producir la mayor parte del combustible necesario para el hogar, su uso se convierte en un apoyo a la economía familiar por el ahorro en combustible y la producción de abono orgánico.

Además de la producción de biogás, ofrece enormes ventajas para la transformación de desechos, tales como mejorar la capacidad fertilizante del estiércol ya que todos los nutrientes tales como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio así como los elementos menores son conservados en el efluente. En el caso del nitrógeno, buena parte del mismo, presente en el estiércol pueden ser aprovechadas directamente por la planta.

Permite el control de patógenos. Aunque el nivel de destrucción de patógenos variará de acuerdo a factores como temperatura y tiempo de retención, se ha demostrado experimentalmente que alrededor del 85 % de los patógenos no sobreviven al proceso de biodigestión.

También se obtienen beneficios sociales de esta tecnología, ya que disminuye las enfermedades provocadas por la contaminación ambiental.

Un beneficio adicional es el control de los excrementos de los animales en los alrededores de las viviendas.

También, se evita la tala de árboles para ser utilizados en la cocción; los biodigestores son una de las grandes posibilidades para evitar la tala desmedida que se está dando. No se produce humo; que es uno de los males que afectan la salud de las amas de casa que cocinan con leña, liberando gran cantidad de CO₂ a la atmósfera.

La producción de fertilizante orgánico; es una opción para cambiar la agricultura tradicional por una orgánica, el afluente del biodigestor es una excelente alternativa.

Se puede decir que la mayoría de los beneficios de los biodigestores se resumen en que el mismo representa una herramienta para contribuir al desarrollo sustentable del medio rural; su investigación y difusión por parte de las instituciones que forman docentes rurales posibilita la adquisición de competencias para el desarrollo rural sustentable; además de posibilitar la promoción y práctica de esta tecnología socialmente apropiada durante el desempeño de estos profesionales en las escuelas rurales.

Por todas las ventajas expresadas se recomienda al IPREM la inclusión de la tecnología de Biodigestores como herramienta para la enseñanza, en el área agropecuaria, dentro del marco de la sustentabilidad del medio rural.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Como producto de la revisión exhaustiva de la bibliografía y documentos de diferentes autores y de experiencias llevadas a cabo en relación a la tecnología sobre los Biodigestores en el mundo y particularmente en Latinoamérica; y de acuerdo a los conocimientos adquiridos por el autor de este estudio durante sus investigaciones en el campo de la educación superior en la búsqueda continua hacia el mejoramiento de la formación de formadores dirigida al desarrollo rural sustentable; se llegaron a las siguientes conclusiones.

Los elementos teóricos conceptuales de los Biodigestores indican que efectivamente estos representan una herramienta para el desarrollo rural sustentable; diversos autores han coincidido en que el biodigestor es una tecnología socialmente apropiada que funciona y puede ser adoptada, construida y mantenida por las propias comunidades rurales que la necesitan para cubrir sus necesidades y mejorar sus condiciones de vida.

Los digestores son reactores que realizan un proceso de biodigestión anaeróbica, es decir, una fermentación microbiológica, que se lleva a cabo en tres fases: Solubilización-acidificación-metionogénesis; como insumo utiliza muchos materiales de origen orgánico, rindiendo su mayor eficiencia con las excretas de cerdos, vacunos y aves, entre otras; los restos de cosechas y el pasto también son susceptibles de uso; estos compuestos son

desdoblados dejando los nutrientes en formas simples asimilables por las plantas conocido como el bioabono.

Este bioabono es un gas metano de alto poder calorífico, por lo cual es de gran utilidad para satisfacer los requerimientos de energía a nivel doméstico y a nivel de la unidad de producción.

Durante el proceso de digestión anaerobia, el tiempo de retención que requieren las bacterias para digerir el lodo y producir biogás dependerá de la temperatura de la región donde se vaya a instalar el biodigestor, a mayor temperatura se genera gas combustible, que puede ser utilizado en la granja para motores de combustión, a fin de generar electricidad, bombear agua, entre otras.

Esta característica de la temperatura en el tiempo de retención para la generación de biogás es lo que hace muy favorable el uso de estas tecnologías para las zonas rurales de la Región latinoamericana, particularmente en Venezuela cuyas condiciones climáticas tropicales, ayudan grandemente en la producción de una mayor degradación de la materia orgánica y disminuye el tamaño de las estructuras que requiere el sistema de biodigestión.

Asimismo, resalta otra característica favorable referida a la sencillez en su construcción, sin embargo, se debe brindar capacitación para evitar posibles daños por la fuga o sobre presión de los gases producidos.

Estas bondades han llevado a distintas organizaciones, incluidas las universidades del área agrícola y rural, a emprender esfuerzos para lograr la introducción y utilización de esta tecnología en Latinoamérica, tanto por los pobladores de comunidades como por escuelas ambas del medio rural en el mejoramiento de las condiciones sanitarias, la preservación del medio ambiente y la producción de gas; en Bolivia, Chile, Argentina y Venezuela se han desarrollado algunas experiencias al respecto.

Se pudieron establecer como modelos más comunes son: el Chino, Hindú y los modelos plásticos, siendo estos últimos considerados más

conveniente por su fácil construcción y bajos costos, así como su pertinencia para las regiones latinoamericanas, donde se ha demostrado su utilidad en regiones con temperaturas diferenciadas, características de los países andinos.

Se considera que la escuela y familia del medio rural se podrían beneficiar con esta tecnología tanto, por la producción de gas, como por la obtención de fertilizantes, para uso agrícola; pudiéndose mantener el necesario balance que significa mejorar la calidad y el nivel de vida de los habitantes dentro de los límites impuestos por los ecosistemas locales, regionales y globales, es decir en el marco del desarrollo rural sostenible,

En consecuencia, se vislumbra la tecnología del biodigestor dentro las alternativas innovadoras de desarrollo y de cooperación que favorezcan las actividades económico-productivas y comerciales en el medio rural, que a la vez permita conciliar ese derecho al desarrollo, con la conservación y restauración de los recursos naturales y del medio ambiente ampliamente presentes en el medio rural y base fundamental para el desarrollo de sus actividades económicas-productivas.

Por otra parte, el análisis del Diseño Curricular actual del IPREM en el área agropecuaria, en base a la adopción de los contenidos del Biodigestor, para su enseñanza en el medio rural; condujo a evidenciar la pertinencia de introducir esta tecnología cuyo aprovechamiento, sobre todo en las zonas rurales, se muestra coherente con la condición de sostenibilidad del desarrollo, al considerarse una herramienta innovadora de desarrollo y de cooperación que favorece las actividades económico-productivas y comerciales en el medio rural, que a la vez concilian con la conservación y restauración de los recursos naturales y del medio ambiente.

En Venezuela, instituciones como la Energía Eléctrica, el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) y la Universidad Central de Venezuela (UCV), le han dado relevancia a la cooperación para aunar esfuerzos y recursos para realizar investigaciones tendientes al mejor

conocimiento de los Biodigestores, así como una mayor difusión técnica para lograr su implementación popular y rápida en las comunidades rurales.

Por su parte, en cuanto a las instituciones de Educación Superior que forma docentes rurales, como la IPREM, resaltan en su misión y objetivos la importancia de la estructura curricular para lograr los fines de la educación rural, el cual debe estar en armonía con el entorno y las políticas del estado; emprendiendo para ello un proceso de reformas al currículo y, la redefinición del perfil del egresado, estableciéndose la consideración, estudio e inclusión oportuna en los programas de las asignaturas que la componen, de contenidos adecuados a las necesidades de las comunidades rurales, sobre aplicaciones que incluyan variedad de experiencias para una formación más funcional e instrumental enfocado en el paradigma cognitivo y pedagógico, es decir que combine procesos de investigación con metodologías participativas en las que el estudiante pueda ser un dinamizador de los procesos de transición agroecológica, acompañando a la población rural en ellos, así como el propiciar la intervención con base de los progresos de la ciencia y la tecnología, inserta en los procesos de globalización, mediante una combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas de investigación social y de tecnología agronómica, sumadas a otras herramientas participativas.

Lo anterior, se visualiza en la inminente vinculación entre los aportes de la Educación superior desde la educación rural y un desarrollo económico sustentable, siendo un elemento de primer orden para lograr el progreso y la efectividad de las labores que se ejecuten en diversas áreas, en función de elevar los niveles de calidad de vida en estas comunidades, y su repercusión en los ámbitos, socioeconómicos y ambiental a nivel mundial.

En el análisis de tal vinculación desde el enfoque de una Universidad fundamentada en los documentos referidos a los asuntos ambientales y su integración con la educación tanto a nivel mundial como la Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, la Conferencia de las Naciones

Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo; la Declaración promulgada por la ONU y gestionada por la UNESCO sobre la educación para el desarrollo sostenible; como a nivel nacional como la Constitución de la República de Venezuela, así como el informe sobre la Visión de la Sociedad Civil en la Implementación de la Agenda 21, para Venezuela, todas ellas perfilan la consecución de un desarrollo humano ambientalmente sostenible, que presupone cambiar de forma significativa las pautas actuales de producción, consumo y comportamiento; y que se deben contemplar en los procesos de formación. Estos cambios implican compartir la responsabilidad a escala mundial, comunitaria, regional, local y, por supuesto, personal. Asimismo, en el hecho de que la Universidad no es únicamente un espacio de formación; es también un lugar de experimentación de nuevas propuestas educativas, y una plataforma de difusión de cambios en las percepciones, actitudes y comportamientos hacia nuevas formas de vida más sostenibles.

De esta forma, se contribuye con la formación de un profesional agrícola y rural, que se desempeñará competentemente durante su formación en la universidad y, posteriormente desde las escuelas rurales, actuando con innovación, flexibilidad, inter y transdisciplinariedad, transversalidad curricular, gestión del conocimiento, creación de bases y redes de información, virtualización de la enseñanza/aprendizaje, entre otras, lo cual favorecerá:

- La formación de ciudadanas y ciudadanos críticos y capaces de examinar la naturaleza de la ciencia y la tecnología como actividades humanas encaminadas al desarrollo individual y colectivo.
- La preparación a las generaciones futuras para hacer frente a los problemas que plantean los progresos de la ciencia y la tecnología y para determinar qué aplicaciones serán beneficiosas y cuáles pueden ser nocivas.
- La dotación de instrumentos apropiados, para dinamizar la práctica y la cooperación entre las instituciones y los actores sociales.

- Una formación más funcional e instrumental, con contenidos adecuados a las reales necesidades de las comunidades rurales, contenidos que pueden utilizar y aplicar en la solución de los problemas que enfrentan en la vida cotidiana.

- El estudiante como docente rural se convierte en un dinamizador de los procesos de Transición Agroecológica, podrá emprender investigaciones, así como la unión de fuerzas vivas: (escuela, comunidad, organismos oficiales y demás especialistas que se requieran) para:

- Realizar investigaciones en cuanto al proceso y producción de biogás a partir de diferentes substratos.

- Establecer plantas pilotos de experimentación sobre la digestión anaeróbica, para poder generar conocimientos sobre la fermentación metanogénica.

- Evaluar el funcionamiento del sistema de tratamiento y producción de gas mediante la digestión anaeróbica para diversas condiciones, así como para diversos usos, lo que permitirá avanzar en el apropiado conocimiento de esta tecnología.

- Realizar estudios más exhaustivos referentes al diseño de biodigestores, especialmente para zonas rurales apartadas de los centros urbanos.

- Instalar digestores experimentales en diferentes regiones y países, para evaluar los diferentes parámetros que influyen en el proceso.

- El estudio de posibles instalaciones de plantas de tratamiento y producción de biogás a partir de la descomposición anaeróbica de las aguas negras en zonas rurales del país, basados en un análisis económico de la zona y de los recursos a utilizar por entidades gubernamentales o particulares.

En el marco de lo explicado, se pueden reconocer los beneficios del Biodigestor en la promoción y práctica del desarrollo sustentable del medio rural. Asimismo, las investigaciones y experiencias encontradas a nivel de

Latinoamérica, las cuales se han logrado por iniciativas de Instituciones de Educación Superior, escuelas rurales, organismos oficiales destinados a la protección de ambiente y de las distintas municipalidades rurales a lo largo de la Región; demuestran que el uso de biodigestores es de gran interés ecológico ya que por medio de ellos se disminuye la deforestación, la contaminación de los ríos y los campos y se contribuye a proteger la salud pública y ambiental además de obtener productos como fertilizantes y biogás; estos últimos como resultantes de un sistema de tratamiento de residuos orgánicos son de alta rentabilidad económica, ya que su inversión inicial es baja, sus gastos de operación escasos y la materia prima que utilizan tiene un valor cero.

Estos productos resultantes sirven a las comunidades rurales, para cubrir las necesidades energéticas, al disponer de un biodigestor. Al producir la mayor parte del combustible necesario para el hogar, su uso se convierte en un apoyo a la economía familiar por el ahorro en combustible y la producción de abono orgánico. Además de la producción de biogás, ofrece enormes ventajas para la transformación de desechos, tales como mejorar la capacidad fertilizante del estiércol cuyos nutrientes pueden ser aprovechados directamente por la planta. Un beneficio adicional es el control de los excrementos de los animales en los alrededores de las viviendas.

También la producción de fertilizante orgánico; es una opción para cambiar la agricultura tradicional por una orgánica, el afluente del biodigestor es una excelente alternativa.

Se puede decir que la mayoría de los beneficios de los biodigestores se resumen en que el mismo representa una herramienta para contribuir al desarrollo sustentable del medio rural; su investigación y difusión por parte de las instituciones que forman docentes rurales posibilita la adquisición de competencias para el desarrollo rural sustentable; además de posibilitar la promoción y práctica de esta tecnología socialmente apropiada durante el desempeño de estos profesionales en las escuelas rurales.

Recomendaciones

Dadas las condiciones favorables encontradas en el uso del biodigestor dentro de la condición del desarrollo sustentable del medio rural, se observa la necesidad de empoderamiento de los habitantes de las comunidades rurales sobre esta tecnología, por medio de cooperación tanto educativa como financiera, para su apropiación y democratización, que en correspondencia con las metodologías propias de la agroecología, se generen procesos participativos que contribuirán a la transformación social y sustentabilidad.

Se considera que la IPREM como institución de educación superior del medio rural, debe propiciar acciones de gestión, investigación, formación y participación, sobre las tecnologías de apropiación social como la de los biodigestores como herramienta para el desarrollo sustentable en el medio rural. Acciones tales como:

- La actualización científica e investigadora de sus docentes para desarrollar competencias para la sostenibilidad, como innovaciones que confluyan en un contexto desde el que desarrollar e implementar las competencias especificadas en las titulaciones de dicho centro o facultad.

- La sistematización de las producciones, producto de la actualización del profesorado, científica e investigadora sobre el tema de la agroecología; de tal forma que se favorezca el diseño de programas, para la enseñanza y aprendizaje, que incluyan contenidos, metodologías y prácticas que preparen explícitamente en las competencias sostenibilizadoras en sus estudiantes, orientando, propiciando y defendiendo un desarrollo humano ambiental y socialmente sostenible.

- La cooperación de organizaciones públicas y privadas (internacionales, nacionales, regionales y locales) del ámbito ambiental y educativo, para el apoyo institucional y el desarrollo de políticas educativas

orientadas a fomentar la educación para el desarrollo sostenible, y apoyo al diseño y desarrollo de planes de ambientalización institucional.

- El diagnóstico rural participativo para fortalecer la vinculación de la universidad con la comunidad rural, así como las líneas de investigación para la contribución al desarrollo sustentable de dichas comunidades.

- La inclusión de la tecnología de Biodigestores como herramienta para la enseñanza, en el área agropecuaria, dentro del marco de la sustentabilidad del medio rural.

REFERENCIAS

- Álvarez, W. (2005). En Nicaragua Construirán 160 biodigestores. *En: La Prensa de Nicaragua*. Disponible en: www.aacporcinos.com.ar/.../en_nicaragua_construiran_160_biodigestores.html -
- Álvarez, W. (2008). Plan Ambiental de Chinandega. *En: La Prensa de Nicaragua*. Disponible en: PAM-CHINANDEGA.pdf
- Ariemma, M. (2006). *La Cultura Organizacional y la Actitud del Docente en Educación Media y Diversificada*. Trabajo final de investigación para optar al título de Especialista en Sistemas Educativos en la Universidad Bicentennial de Aragua.
- Aznar, P. (2006). El reto educativo de la sostenibilidad en el marco del espacio europeo de la educación superior. En: A. Escolano Benito, *Educación superior y desarrollo sostenible*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Aznar, P. y Ull, M. (2009). La formación de competencias básicas para el desarrollo sostenible: el papel de la Universidad. En: *Revista de Educación, número extraordinario 2009, pp. 219-237*. Documento en Línea]. Disponible en: http://www.revistaeducacion.mec.es/re2009/re2009_10.pdf
- Balestrini, A. (2001). *Cómo se elabora el Proyecto de Investigación*. 2ª Edición. Caracas-Venezuela: BL Consultores Asociados. Caracas, Venezuela.
- Bonfils, N. (2006). *Proyecto Biogás*. Documento en Línea. Disponible en: http://www.biosfera.org/prensa/nota_estatica.php?nota=060410
- Campero, O. (2006). *Proyecto: Biogas En Bolivia. Programa "Viviendas autoenergéticas"*. Director Ejecutivo Tecnologías En Desarrollo. Cochabamba, Bolivia. Documento en Línea. Disponible en: <http://www.ruralcostarica.com/biogas-bolivia.asp>
- Comisión de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas (1997). *Reseña De Venezuela Aplicación Del Programa 21: Examen De Los Adelantos Realizados Desde La Conferencia De Naciones Unidas Sobre Medio Ambiente Y Desarrollo, 1992*. Documento en línea. Disponible en: <http://www.un.org/esa/earthsummit/venez-cp.htm>

- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999). *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela*, 5453, marzo 24 2000
- Cotton, D. et al. (2007). El desarrollo sostenible, la educación superior y la pedagogía: un estudio de las creencias de profesores y las actitudes. En: *Investigación Ambiental de la Educación*, 13 (5), 579-597.
- Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro (1992). *La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD)*. Documento en Línea. Disponible en: www.desdeamerica.org.ar/.../resenas%20sobre%20cambio%20climatico.pdf -
- Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. *La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Río de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992*. Documento en Línea. Disponible en: http://www.un.org/esa/dsd/agenda21_spanish/res_riodecl.shtml
- Dirección General de Energía (2008). *Sector Energético. Ministerio de Energía y Minas de Guatemala*. Documento en Línea. Disponible en: <http://www.mem.gob.gt/portal/documents/imglinks/2008-01/inf/Energ%C3%ADa.pdf>
- Dirección de la Escuela Rómulo Giuffra (19989). *Proyecto de Biomasa*. Presentado en el Concurso del PRISE (Ministerio de Educación)-Argentina. Documento en Línea. Disponible en: http://www.oni.escuelas.edu.ar/2004/san_juan/712/biogas_historia_usos_y_aplicaciones.htm
- Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2008). *Ciencia, Tecnología e Innovación: El Desarrollo Sustentable Alrededor de Oportunidades Basadas en el Conocimiento. Identificación de nichos de oportunidad para que la ciencia, la tecnología y la innovación aceleren sostenidamente el desarrollo sustentable de México*. Documento en Línea. Disponible en: http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/inventario.pdf
- Fundación Hábitat, (2005). *Biodigestores. Una alternativa a la autosuficiencia energética y de biofertilizantes*. Documento en Línea. Disponible en: galicia.isf.es/files/pfc/pfc_agustin_prado.pdf -
- González, Y. (2009). *La educación superior en el contexto de la globalización y de la sociedad del conocimiento*. Documento en Línea. Disponible en: <http://iberococon.universiablogs.net/>

- Gronda, R. (2001). Artículo de Fundación Proteger. *"El Litoral", Santa Fe, Argentina, 8 de diciembre 2001*. Documento en Línea. Disponible en: <http://www.proteger.org.ar/doc152.html>
- Gropelli, E. y Granpaoli, O. (2007). *El Camino de la Biodigestión. Ambiente y tecnología socialmente apropiada. Fundación Proteger (3ª ed.)* Argentina: Proteger Ediciones.
- Guevara, A. (1996). *Fundamentos Básicos para el Diseño de Biodigestores Anaeróbicos Rurales*. Documento en Línea. Disponible en: <http://sallavor.org/resources/Fundamentos+basicos+para+el+diseño+de+biodigestores+anaerobicos+rurales.pdf>
- Gutiérrez, J. (2006). *Fomento de energías renovables a nivel comunal. Municipalidad de Empedrado*. Documento en Línea. Disponible en: http://www.territoriochile.cl/1516/article-76252.html#h2_4
- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México; Mc. Graw-Hill Internacional.
- Huerta, D. (2010). *Qué es un Biodigestor. En Blog: Ciencia. Energía. Tecnología*. Documento en Línea. Disponible en: <http://davidhuerta.typepad.com/blog/2010/07/que-es-un-biodigestor.html>
- Huerga, H. (2010). *Biodigestor como fuente alternativa de energía y tratamiento de desechos en escuelas rurales*. Documento en Línea. Disponible en: <http://www.energiasrenovables.gov.ar/actividad-048.htm>
- IICA (2000) *El desarrollo rural sostenible en el marco de una nueva lectura de la ruralidad. Serie documentos conceptuales/IICA nº 2000-01*. Panamá-Ciudad de Panamá
- IICA (2004). *Informe Ante La IX Conferencia Regional Sobre La Mujer En América Latina y El Caribe*. Documento en Línea. Disponible en: http://www.cepal.org/mujer/reuniones/conferencia_regional/informelICA.pdf
- Imbernón, F. (Coord.). (2002). *Cinco ciudadanías para una nueva educación*. Barcelona: Graò.
- Informe de Conservación y Desarrollo Sostenible en Venezuela (1992-2002). *Visión de la Sociedad Civil en la Implementación de la Agenda 21*. Documento en Línea. Disponible en: <http://www.vitalis.net/JuridicoRio+10.htm>,

- Informe sobre desarrollo humano para Mercosur (2009-2010). *Innovar para incluir: jóvenes y desarrollo humano*. Documento en Línea. Disponible en:
http://hdr.undp.org/en/reports/regionalreports/latinamericathecaribbean/RHDR_Mercosur_2009_ES.pdf
- Lacki (2000). *La Escuela rural debe formar soluciones De problemas*. FAO. Documento en Línea. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org>.
- López, D. y Guzmán, G. (2008). *La intervención en Desarrollo Rural Sustentable desde la Agroecología-* Documento en Línea. Disponible en: webs.uvigo.es/cultura.../Daniel%20Lopez%20comunicacion.doc
- Maguire, Ch, y Atchoarena, D. (2005). *Educación Superior y Desarrollo Rural: Una Nueva Perspectiva*. Documento en Línea. Disponible en: <http://www.fao.org/sd/erp/5-educacion%20rural%20ext.pdf>
- Martí, J. (2008). *Biodigestores Familiares. Guía de Diseño y Manual de Instalación*. Documento en Línea. Disponible en: www.utn.org.mx/docs_pdf/.../guia_biodigestores_invernaderos_jmh.pdf
- Ministerio de Educación y Deportes República Bolivariana de Venezuela (2004). La educación bolivariana, políticas, programas y acciones: cumpliendo las metas del milenio. Parte II. *Educere*. [Revista en Línea]. *dez. 2006, vol.10, no.35* p.689-713. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-49102006000400015&lng=pt&nrm=iso
- Moreno, F., Romero, Y. y Márquez, A. (2007). *Biodigestor Plástico de Flujo Continuo. Cálculo e Instalación*. Proyecto Financiado por LASA-UNET por: Gerencia de Innovación y Transferencia de Fonacit.
- Moriones, P. (2009). El biodigestor que produce bio gas. *En: Diario La Mañana*. Disponible en: http://www.diariolamanana.com.ar/diario/noticias/inf-agropecuaria/moriones-presento-el-biodigestor-que-produce-bio-gas_a15784.
- Pacheco, L. (1999). *Nueva ruralidad y empleo. El reto de la educación de los jóvenes rurales en América Latina*. [Documento el Línea] Disponible en: www.relajur.org/biblioteca.htm - 66k -
- Pacto Mundial en Venezuela Agenda 21. Documento en Línea. Disponible en: <http://anuv.ve.tripod.com/elpactomundial/id13.html>

- Plan Nacional de Desarrollo Humano (2008-2012). *Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional*. Disponible en: <http://www.fao.org/righttofood/inaction/countrylist/Honduras/PlanNacionaldeDesarrolloHumano2008-2012-pdf>
- Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación (2007-2013). *Proyecto Nacional Simón Bolívar Primer Plan Socialista -PPS-* Documento en Línea. Disponible en: <http://www.gobiernoenlinea.ve/noticias-view/shareFile/PPSN.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD (1992): *Manual y guía para gestión ambiental y Desarrollo Sostenible*. --New York: PNUD 1992.
- Proyecto Biogás Alotenango (2007). Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) (2007). Documento en Línea. Disponible en: <http://biodigestores.org/>
- Robbins, S. (2000) *Administración Teoría y Práctica*. México. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.4.
- Seijas, A. (2009). *Proyectos Pedagógicos Productivos como herramienta estratégica para la educación en el área agropecuaria del IPREM para la promoción y práctica de un desarrollo sustentable*. Trabajo de Ascenso presentado en el IPREM, Turmero, Aragua.
- Sogari, N., Reuss, M. y Busso, A. (2002) *Diseño de un Biodigestor para obtener metano utilizando excrementos de vacas y cerdos en la Escuela Agrotécnica de la UNNE*. Documento en Línea. Disponible en: http://exa.unne.edu.ar/investigacion/energia_solar/PUBLICACIONES/Biogas.pdf
- Taylhardat, L. (2006). *Diseño y Operación de Biodigestores Rurales*. Curso de Capacitación. Del 20 al 24 de Noviembre de 2006. Universidad Central de Venezuela/Facultad de Agronomía. Maracay, Estado Aragua.
- Tomás, M. (coord.) (2001). El cambio de cultura en las universidades del siglo XXI. *Revista Educar*, 28, 147-162.

- UNESCO (1998). Conferencia Mundial sobre la Educación Superior de la UNESCO (CMES 1998). En: González, Y. *La educación superior en el contexto de la globalización y de la sociedad del conocimiento*. Documento en Línea. Disponible en: <http://iberococon.universiablblogs.net/2009/11/25/la-educacion-superior-en-el-contexto-de-la-globalizacion-y-de-la-sociedad-del-conocimiento/>
- Universidad Nacional Agraria (2005). *Construcción y uso de biodigestores tubulares plásticos. Guía Técnica N° 7*. Documento en Línea. Disponible en: www.una.edu.ni/~rlarios/GUIA-TECNICA%20Nº%207.pdf
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador. U.P.E.L. (1999) Vicerrectorado de Docencia, *Diseño curricular, Documento base*. Caracas
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador. U.P.E.L. (2006). *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*. Caracas, Venezuela: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2008). *Informe de la Jornada de Currículo. Proceso de Transformación y Modernización del Currículo del Pregrado de la UPEL*. Documento en Línea. Disponible en: www.upel.edu.ve/info-general/eventos/.../ProductMesIRI.pdf -
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2009). *Instituto Pedagógico Rural "El Mácaro" IPREM*. Documento en Línea. Disponible en: <http://www.iprm.upel.edu.ve/visionmision.php>
- Urzúa, R., De Puelles, M. y Torreblanca, J. (1995) *La educación como factor de desarrollo*. Documento de consulta presentado a la V Conferencia Iberoamericana de Educación y que fue utilizado como base para la elaboración de la «*Declaración de Buenos Aires*» Documento en Línea. Disponible en: <http://www.oei.es/vciedoc.htm#II>.
- Valdes, R., Chassagnés, O. y Muester, B.M.(1999). En busca de un modelo de desarrollo. En: *Tecnología y sociedad. Colectivo de autores. GEST. Editorial Félix Varela. La Habana. p.348-360*.
- Viñas, J. (2003) .Transformar la educación rural en America Latina y El Caribe. *Revista Digital, Educación, cultura y desarrollo rural. Año 1 N° 1 Julio 2003 ISSN 0717-9898*. Disponible en: <http://educación.upa.cl/revistaerural/erural.htm>.

Winter, C. y Hernández, R. (2005). El rol del profesor en la educación rural chilena. *Revista Digital eRURAL, Educación, cultura y desarrollo rural. Año 3 N° 5 junio 2005, ISSN 0717-9898*. Disponible en: <http://educacion.upla.cl/revistaerural/thyhe.htm>

ANEXOS

ANEXO A

**VIDEO INSTALACIÓN DE UN BIODIGESTOR EN ALTIPLANO BOLIVIANO
(RESPALDO CD)**

Este video fue sugerido por Jaime Martí Herrero y es acerca de la construcción de un biodigestor de altiplano en Bolivia a más de 4000msnm (metros sobre el nivel del mar). Al final del video aparece el biodigestor más alto del mundo en funcionamiento, a 4221 msnm.

Pegar el cd aquí..