

CAPÍTULO 3

PROCESO DE PRODUCCION DE BIOGAS

3.1. FACTORES A TENER EN CUENTA

Se analizarán los distintos factores intervinientes en las etapas críticas del sistema que tienen una significativa importancia en el análisis económico y social del biogás.

A fin de facilitar el análisis en la siguiente Tabla 3.1 se exponen las etapas intervinientes en la obtención de biogás, los estudios de factibilidad deberán tener en cuenta cada una de ellas

Tabla 3.1. Etapas Intervinientes en la Obtención de Biogás ⁵⁷

RECOLECCIÓN DEL SUSTRATO	
Almacenaje del biogás	Almacenamiento del efluente
TRANSPORTE Y ACONDICIONAMIENTO	
Purificación y conducción	Adecuación del efluente y transporte
DIGESTION ANAEROBICA	
Utilización	Utilización

⁵⁷ HILBERT Jorge A, Manual de producción de Biogás, Instituto de Ingeniería Rural I.N.T.A. – Castelar, página 44

En cada una de estas etapas intervienen factores, económicos, técnicos y humanos distintos debiéndose analizar para cada tipo de explotación a fin de determinar la viabilidad del proceso en su conjunto. El análisis preliminar de todo tipo de tecnología debe tomar como punto inicial el aspecto humano. En este tema entran a jugar la capacidad de la mano de obra, el tiempo disponible que se puede dedicar a la nueva actividad y la predisposición a realizarla. Estos factores se tornan limitantes en muchos lugares y establecimientos debido a la sobre carga de tareas y responsabilidades a cargo del personal y a la predisposición al manejo del estiércol o residuo que está condicionada al tipo de manipulación que se hacía del mismo. Se deberá por consiguiente buscar para el análisis un tipo de digestión que no altere en forma significativa las tareas tratando de economizar la cantidad de horas/hombre para la operación.

Desde el punto de vista de la materia prima será necesario contar con un sistema de fácil recolección y manipulación evitándose en las zonas frías el lavado con agua de las instalaciones el cual produce grandes volúmenes con altas diluciones y bajas temperaturas. El medio ambiente con sus características climáticas y de suelo condicionan el tipo de digestor a construir incidiendo también en la selección del modelo y el monto de la inversión inicial necesaria ya que existen parámetros que pueden ser modificados como la temperatura de funcionamiento, el tiempo de retención hidráulica y la velocidad de carga volumétrica los cuales están relacionados entre sí y determinan la eficiencia final del digestor y la energía neta disponible. Dada la importancia que tiene en la determinación de costos y definición de la técnica a emplear analizaremos con mayor profundidad este aspecto. Para las zonas templadas y frías existen dos opciones principales que

deben considerarse a fin de dimensionar y diseñar el reactor. Estas opciones están determinadas fundamentalmente por la temperatura de trabajo del equipo pudiéndose optar entre temperaturas: ambiente 10°C a 25°C, mesofílica 30°C a 40°C, y termofílica 40°C a 55°C. El rango de temperatura en que finalmente trabaje el sistema determinará el tiempo de permanencia de la materia en el digestor o tiempo de retención y la eficiencia de producción de biogás. En la Tabla 3.2 se observa cómo se modifican cada uno de los parámetros enunciados.

Tabla 3.2. Parámetros de las Temperaturas: Ambiental, Mesofílica y Termofílica.⁵⁸

TEMPERATURA (°C)	TIEMPO DE RETENSIÓN (DÍAS)	EFICIENCIA (m ³ biogás/m ³ digestor)	CALEFACCIÓN
10 - 25	50 - 70	0,01 - 0,30	NO
30 - 40	20 - 30	0,70 - 1,00	SI
40 - 55	10 - 20	1,00 - 2,00	SI

La modificación de los tiempos de retención tiene una directa influencia sobre el tamaño del digestor requerido para un mismo volumen de material a digerir con la consiguiente modificación de la inversión inicial necesaria. El proceso no genera calor suficiente para elevar y mantener la temperatura por lo tanto se requerirán sistemas de calefacción, aislación y control en el caso de optarse por trabajar en el rango meso o termofílico. Estos sistemas y controles también inciden en los costos iniciales y de mantenimiento de los digestores. Unido a estos factores fundamentales analizados, la tecnología empleada está sufriendo fuertes cambios y mejoramientos, también se esperan substanciales modificaciones en un futuro cercano que incidirán fundamentalmente sobre el costo del sistema y la eficiencia

⁵⁸ HILBERT Jorge A, Manual de producción de Biogás, Instituto de Ingeniería Rural I.N.T.A. – Castelar, página 45

final. Con respecto a los productos del sistema la correcta utilización tanto del biogás como del biofertilizante cobra significativa importancia pues será en definitiva la retribución a la inversión y trabajos realizados. Existen distintas alternativas que deberán ser cuidadosamente evaluadas comparativamente desde el punto de vista técnico, económico y social para realizar una correcta elección. Los costos que se deberán considerar han sido clasificados en la Tabla 3.3 teniendo en cuenta todos los pasos intervinientes desde la recolección del sustrato hasta la utilización de los productos.

Tabla 3.3. Costos intervinientes en la Construcción de un Biodigestor⁵⁹

COSTOS ASOCIADOS A LA OPERACIÓN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño e instalación. 2. Materiales. 3. Mantenimiento. 4. Mano de obra.
COSTOS PUBLICOS.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Unidades demostrativas. 2. Instalaciones de bajo riesgo comparativo y medidas de fomento. 3. Asistencia técnica.
COSTOS DE LA MATERIA PRIMA.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mano de obra. 2. Equipo para transporte. 3. Materia prima, si se compra.
COSTOS DEL EMPLEO DEL EFLUENTE.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mano de obra. 2. Equipo para transporte 3. Almacenamiento. 4. Transporte hasta el lugar de uso.
COSTOS DE UTILIZACION DEL BIOGAS.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Almacenamiento 2. Distribución. 3. Adaptación de equipos. 4. Purificación.

Los costos clasificados como públicos tienen importancia vital para el desarrollo exitoso de esta técnica siendo los mayores montos, los involucrados en la asistencia técnica debido a la característica del medio rural y su extensión en el

⁵⁹ HILBERT Jorge A, Manual de producción de Biogás, Instituto de Ingeniería Rural I.N.T.A. – Castelar, página 46

tiempo durante el cual se debe mantener este servicio. El mismo no puede ser soportado por la actividad privada en forma completa ya que los beneficios obtenibles del diseño y construcción de un equipo no son suficientes para solventar un asesoramiento a distancia como el rural.

3.2. ANÁLISIS PRELIMINAR

Los factores no están aún debidamente evaluados lo cual hace imposible un estudio a nivel macroeconómico debiéndose encarar su análisis a nivel microeconómico o zonal utilizando técnicas que incluyan las implicancias económicas y sociales. Como paso inicial se deben establecer las relaciones entre las entradas o insumos y productos del sistema. Estos valores son difíciles de establecer con exactitud e inducen a errores en la apreciación final, por lo tanto lo ideal es contar con datos del propio lugar obtenidos a través de una unidad de operación. Sumada a esta relación técnica-económica se tendrán en cuenta los impactos sobre el medio ambiente y el contorno social al igual que la confiabilidad del sistema. La baja confiabilidad constituyo un factor importante en el fracaso de la difusión del biogás en algunos países, por lo tanto el costo de mantener otros sistemas alternativos para superar estas falencias deberá ser imputado al biogás. En la evaluación del impacto de una inversión como la que estamos analizando se incorporará con la mejor inversión alternativa como costo de oportunidad. Llegado este punto se tendrán que revisar las alternativas realmente viables a nivel microeconómico evaluando no sólo las inversiones en sí mismas sino que también se incorporarán los efectos secundarios provocados por cada una de ellas.

Hay en la bibliografía económica abundantes trabajos sobre metodologías de evaluación que son factibles de utilizar entre las cuales la desarrollada por el Banco Mundial puede ser de utilidad, a pesar de su énfasis en los aspectos económicos. Una alternativa para la evaluación puede lograrse a través de la confección de una matriz en la cual se incluyan para las alternativas de inversión distintos criterios de evaluación, como puede apreciarse en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4. Matriz de Alternativas de Inversión⁶⁰

ALTERNATIVAS DE INVERSION									
CRITERIOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A									
B									
C									

La matriz contendrá según los criterios valores positivos, negativos o nulos; tasa interna de retorno; valor presente neto; etc. Se presentan dificultades en la comparación de un criterio contra otro en los casos en que los valores se invierten según el que se haya utilizado; hasta el momento ninguna regla definida se ha impuesto.

3.3. ESTUDIO DE LOS INSUMOS Y PRODUCTOS INVOLUCRADOS

La idea general de la evaluación sugerida podríamos denominarla en forma generalizada como la de “costo de oportunidad”. Esto implica que todos los insumos y productos sean valorados en relación a la pérdida sufrida en el objetivo perseguido que se hubiese producido de elegir la mejor alternativa posible fuera

⁶⁰ HILBERT Jorge A, Manual de producción de Biogás, Instituto de Ingeniería Rural I.N.T.A. – Castelar, página 47

de la considerada, en este caso la tecnología del biogás. Este procedimiento implica definir cuáles son las alternativas posibles para los insumos y productos que intervienen las cuales variarán de acuerdo al lugar elegido, de allí la dificultad de dar una evaluación generalizada. Se pasará a analizar cada uno de los principales insumos y productos por separado.

3.4.1 MATERIA PRIMA

La primera valoración que se le puede imputar al estiércol orgánico a digerir, sería su valor de mercado. Sin lugar a dudas la cantidad de esta materia prima que tiene un precio, no representa a la totalidad del residuo disponible y en muchos casos estos valores se encuentran deprimidos al no contar los vendedores con terreno u otras formas de uso rentables. Determinadas circunstancias sin embargo como es el caso del estiércol porcino en las zonas de producción de Calacalí los valores pagados por este insumo crítico y escaso se elevan, constituyendo la comercialización una alternativa posible. Otro criterio estaría dado por el uso potencial de la materia prima empleada como abono orgánico al suelo. Debido a que el efluente puede tener un uso equivalente con iguales o mejores características, este criterio será desarrollado en profundidad al analizar el efluente como producto. En algunos países otro uso alternativo sería el uso directo como combustible, en estos casos se valora de acuerdo al poder calorífico del material empleado, utilizando el costo que tendría reemplazarlo por un combustible convencional. En los casos que el residuo represente un problema a eliminar de la explotación, ingresará al cálculo como un costo negativo,

representado su uso en el digestor un beneficio medible a través del costo insumido en darle otro tipo de tratamiento para su eliminación.

Tabla 3.5. Cantidades de Estiércol y Biogás Producido a partir de los Desechos Orgánicos de Distintos Animales.⁶¹

ESPECIE	PESO VIVO	Kg ESTIERCOL	% CH ₄
Cerdos	50	4,5 - 6	65 - 70
Vacunos	400	25 - 40	65
Equinos	450	12 - 16	65
Ovinos	45	2,5	63
Aves	1.5	0,06	60
Caprinos	40	1,5	-

3.4.2 BIOGAS

El gas como producto será evaluado comparándolo con los costos de otras fuentes de energía (incluyendo el costo de suministro). Esta comparación tendrá distintas características de acuerdo al tipo de energía sustituta considerada. En el caso de la electricidad, se deberá tener en cuenta la energía disponible en las usinas del lugar, ya que si su potencia está subutilizada, el costo de la energía será distinto a la que correspondería si se debe ampliar el equipo existente para satisfacer la nueva demanda. En la práctica estas diferencias se ven minimizadas por las tarifas unitarias, subsidios, promoción y el componente de los impuestos contenido en ellas, dependiendo en última instancia de la política seguida por la empresa suministradora o el gobierno local. Un costo adicional de importancia estará dado por la distancia al lugar de suministro debido a la alta inversión demandada por el tendido de nuevas líneas y las pérdidas de energía en la

⁶¹ <http://www.textoscientificos.com/energia/biogas/factores>

transmisión. En el *caso de la madera* se debe considerar la mano de obra empleada en la recolección, que en horas/hombre tiende a aumentar por el alejamiento de las fuentes de suministro y por la depredación del recurso. El otro costo asociado al uso de la leña está representado por la deforestación, erosión e inundaciones fruto de la primera. Teóricamente se podría llegar a estimar el daño y disminución en el rendimiento de los cultivos provocados por estos fenómenos. Otra metodología consistiría en imputarle a la leña el costo que representaría reemplazar la madera extraída con nuevas plantaciones de manera de mantener constante el recurso a lo largo del tiempo. Los *combustibles líquidos* se valorarán de acuerdo al precio de los mismos puestos en el predio rural, si existiera este servicio, en caso contrario se deberá adicionar al precio pagado en la ciudad el costo en tiempo y transporte insumidos. En el caso de este tipo de combustible existen subsidios encubiertos bajo las tarifas vigentes que en la mayoría de los casos son uniformes a lo largo de todo el territorio; estas diferencias entrarían a jugar en un análisis global energético. El costo de producción del biogás se conformará fundamentalmente por los costos generados por el digester (amortización + interés sobre capital invertido + gastos de operación y mantenimiento + precio del sustrato). Para un análisis estricto sobre la faz energética de esta tecnología se deberán restar a estos costos los beneficios obtenibles del efluente y de la utilización que se llevará a cabo del dióxido de carbono en invernáculos (medible a través de incrementos en la producción vegetal en estos ambientes controlados menos el costo de separación y conducción del dióxido de carbono). El modo de utilización del gas producido modificará su mercado y uso potencial ya que la compresión, almacenamiento y

transporte lo haría disponible para otros usos (ej.: transporte) y más usuarios posibilitando su comercialización.

3.4.3 EFLUENTE

La evaluación deberá partir, si existiera, del costo de la materia prima empleada. El estiércol puede tener un valor de mercado como abono orgánico, en ciertos lugares este valor sólo cubre el costo de limpieza y retiro del material del establecimiento no aportando ningún ingreso en moneda al productor. Hay situaciones en que el estiércol constituye un problema a eliminar a un determinado costo, siendo su precio en estos casos “**negativo**”. Algunos analistas le dan al estiércol un costo de oportunidad por no poder utilizarlo directamente como abono orgánico, este criterio queda invalidado al tener el efluente iguales o mejores usos que el estiércol fresco. (Los estudios indican que el efluente de los digestores tiene mayor poder fertilizante que el estiércol sin tratar). Un análisis que si se debe ser realizado, es la comparación de este tipo de tratamiento con otro alternativo como ser el compostado. Una aproximación al valor del efluente como producto surge de su análisis en cuanto al contenido de los principales macronutrientes (Nitrógeno, Fósforo y Potasio; NPK) llevado esta a cantidades fijas se las compara con el precio de estas mismas cantidades de macronutrientes suministradas a través de fertilizantes químicos que estén a disposición en el mercado.

Una serie de dificultades se presentan con este método usado con frecuencia:

- a) La composición del efluente no puede ser considerado constante ya que varía con la materia prima utilizada y el tratamiento previo durante y después de la digestión.

- b) Los precios de mercado de los fertilizantes no reflejan los costos sociales de producción de divisas involucradas en su obtención.

Diferentes métodos se han ensayado para tratar de reflejar la incidencia de estos factores en el precio, como el aplicar precios internacionales y/o adicionar un precio sombra en base al porcentaje del costo que implique gastos en divisas.

- c) No es correcto atribuir la misma influencia sobre el terreno y el cultivo a cantidades equivalentes de elementos químicos aplicados a través de un fertilizante de este origen y uno orgánico, debido a que este último tiene una marcada influencia sobre otros factores, como ser la estructura, la capacidad de retención de agua y de intercambio del suelo.

Una medida real estaría dada por el efecto final de la aplicación del efluente sobre los cultivos comparándola con la utilización del estiércol en su forma natural o con algún tipo de tratamiento, como el compostado. Esta sería la forma más correcta, pero al mismo tiempo la más difícil de evaluar debido a la multiplicidad de factores intervinientes, la falta de información confiable y la relatividad de los precios involucrados. La integración del digestor con otras actividades de la explotación ocasionará ingresos suplementarios, como por ejemplo: el uso del efluente en la alimentación animal, la cría de algas y peces. El aporte real de estos subsistemas estará dado por el valor de los productos producidos menos los costos de construcción, operación y mantenimiento de los mismos. La medición de estos beneficios en términos físicos aún no ha sido evaluada en forma precisa, interviniendo en ella muchos factores de difícil control.

Para los dos últimos productos analizados (biogás y efluente) se deberá tener en cuenta que la justificación del proyecto no deberá limitarse al ahorro en combustibles o fertilizantes que se logren sino que además influirá el incremento de esos bienes que se hacen accesibles al productor. Esta demanda que antes del proyecto no puede ser satisfecha a los precios vigentes de esos bienes, podrá serlo al costo que demandará a través del uso de la nueva tecnología; por lo tanto una forma de evaluar este fenómeno consistirá en aplicar a la nueva cantidad de energía o fertilizante demandado, el precio del mercado.

3.4.4 TRABAJO

La valoración de la mano de obra no es homogénea debido a que las tareas a realizarse demandarán diferentes niveles de preparación del personal involucrado y por lo tanto su costo de oportunidad no será equivalente. Será necesario realizar una real valoración de la mano de obra empleada, a pesar de no ser prolongado el tiempo requerido, en determinado tipo de explotaciones el personal se encuentra ocupado a su máxima capacidad, representando la atención del digestor un alto costo de oportunidad valorado a través de la actividad que se deba dejar de realizar.

3.4.5 CAPITAL

Este insumo ha sido tratado extensamente en los manuales de evaluación de proyectos principalmente en cuanto a su costo de oportunidad y tasa de descuento aplicable. De todos los insumos analizados este es sin duda el que presenta la mayor diversidad de usos alternativos debiéndose tomar como indicador la

retribución al capital usualmente utilizada en este tipo de evaluaciones. Los proyectos deberán tender a minimizar el monto de las inversiones iniciales ya que el capital necesario no estará disponible debiéndose recurrir a las fuentes de financiamiento convencionales. Al intervenir los préstamos se hace importante analizar el flujo financiero de manera que el pago de los mismos esté garantizado por los beneficios a obtener.

3.4.6 OTROS PRODUCTOS

Existen otros productos generados a raíz de la aplicación de esta tecnología con particulares problemas de cuantificación y valoración. Una de ellas es la reducción de transmisión de enfermedades a través del adecuado tratamiento de los desechos. En este caso será muy difícil evaluar la influencia o el aporte dado a la sanidad general por la inclusión de la nueva técnica debido a la multiplicidad de factores intervinientes. Una forma de evaluarlo estará dado por el costo que insumiría un tratamiento que brindase los mismos beneficios en cuanto descontaminación.⁶²

3.5. DETERMINANTES SOCIOECONÓMICOS DE LA DEMANDA DE BIOGAS

El análisis a nivel microeconómico que se ha descrito no dará respuesta a preguntas de orden macroeconómico surgentes de una aplicación a mayor escala, dado que intervienen en la misma prioridad que en la asignación de recursos provenientes de fondos públicos, efectos sobre la balanza de pagos, etc. Además

⁶² HILBERT Jorge A, Manual de producción de Biogás, Instituto de Ingeniería Rural I.N.T.A. – Castelar, página 51

mucho de los factores que determinarán el grado de aceptación de la nueva tecnología como facilidad de crédito y el servicio de asistencia técnica, formarán parte de una planificada política general. La localización y enfoque de la investigación requerirá también de una macrovisión de esta tecnología. A pesar que son previsibles cambios tecnológicos de importancia en biogás en los próximos años (particularmente reducción de los costos de inversión inicial y aumento de la confiabilidad) es posible y necesario definir y describir las zonas, regiones o sectores desde el punto de vista social, económico y físico donde esta tecnología pueda tener éxito (o donde sea mínima la posibilidad de fracaso). El resultado de estos estudios y la prevalencia de las zonas donde sea factible la tecnología propuesta darán una señal más clara para determinar la importancia del biogás en el desarrollo agropecuario y energético del país y su ubicación dentro de las políticas energéticas y de fertilización. En base al marco de referencia dado por el análisis de costo-beneficio social se puede asumir que el biogás será viable en aquellas situaciones donde: sus insumos tengan un bajo costo de oportunidad, la eficiencia del sistema sea la “adecuada” y los productos generados tengan un alto costo de oportunidad. A continuación se describirán cada una de estas características en detalle.

3.5.1 INSUMOS CON BAJO COSTO DE OPORTUNIDAD

Se darán en los lugares que presenten las siguientes características:

- Zonas de producción tipo intensiva donde se concentre el sustrato o materia prima a emplear, debido a la factibilidad de manipulación y transporte de la misma.

- No haya restricciones de tipo social al manejo de los desechos y al aprovechamiento del estiércol.
- Exista una tradición, costumbre o metodología de recolección de los residuos.
- Se disponga de agua en forma, cantidad y calidad suficiente para alimentar los digestores.
- Se disponga de capital suficiente, con un bajo costo de oportunidad, por haberse cubierto las principales inversiones alternativas de alta rentabilidad o se disponga de créditos preferenciales.
- Exista disponibilidad de mano de obra con capacidad y voluntad para la operación de los digestores.

3.5.2 LA EFICIENCIA DEL SISTEMA SEA “ADECUADA”

Existe alta probabilidad de obtener rendimientos *adecuados* donde:

- Haya una seguridad de suministro constante en tipo y calidad de sustrato fermentable. Variaciones en el material a digerir complican el funcionamiento de los reactores.
- Se disponga de asistencia técnica para las etapas de diseño, puesta en marcha y mantenimiento del digestor.
- La temperatura ambiente no sea baja. Zonas de menor temperatura obligan a recurrir a sistemas de calefacción y aislación de un mayor costo, y dejan disponible una menor cantidad de energía.

- Se logre un adecuado diseño del digestor, lo cual permitirá un mejor manejo, un ahorro de tiempo de operación y un aumento en la confiabilidad.
- Se disponga de un adecuado servicio de mantenimiento

3.5.3 LOS PRODUCTOS GENERADOS TENGAN UN ALTO COSTO DE OPORTUNIDAD

Esta condición se dará en los lugares donde:

- Existe una limitante al libre acceso a los combustibles tradicionales.
- Existe una escasez en el medio convencional de obtención de energía, ej.: leña.
- No hay disponibilidad de dinero para satisfacer la demanda de energía y fertilizantes.
- Los tipos de tratamiento de los desechos debe ser realizado a altos costos.
- El costo de manipuleo de las materias primas y el efluente es bajo y competitivo.
- Las características del suelo son tales que se logran altas respuestas en el rendimiento de los cultivos ante aplicaciones de abonos.

A pesar que algunas de las características dadas pueden ser modificadas mediante políticas gubernamentales será relativamente fácil definir las áreas donde predominen estas situaciones en un relevamiento que debe ser realizado en las distintas zonas del país. La política gubernamental será el factor determinante en la distribución y alcance de esta tecnología en las zonas

preseleccionadas. El aporte del capital será uno de los factores de mayor incidencia en una primera etapa, junto a la disponibilidad de asistencia técnica. Las características de dicha asistencia serán difíciles de determinar en forma precisa, pero se ha acumulado suficiente información de base en los países que encararon planes masivos de difusión como ser: China, India y Brasil entre otros.

3.6. PRIORIDADES EN LA INVESTIGACIÓN⁶³

Dos ideas centrales se deben resaltar:

- 1º La investigación de esta tecnología debe enmarcarse dentro de un contexto de una política sobre desarrollo y energía, tanto en el medio rural como en el industrial.**

- 2º El desarrollo de la tecnología no debe realizarse en forma aislada del contexto socio-cultural y económico que caracteriza el medio en el cual se aplicará.**

Antes de continuar o iniciar nuevas investigaciones se deberá resolver la pregunta:

¿Qué importancia tiene el biogás para satisfacer las necesidades del medio?

Si esta tecnología brinda una respuesta afirmativa, la investigación deberá estar orientada a solucionar problemas específicos. Para llegar a esto se requiere un estudio previo del medio en los distintos ecosistemas ecuatorianos, para fijar las

⁶³ HILBERT Jorge A, Manual de producción de Biogás, Instituto de Ingeniería Rural I.N.T.A. – Castelar, página 53

áreas con características favorables enunciadas en la sección anterior. Una vez definidas estas áreas o sectores se deberán implementar unidades demostrativas para poder extraer los datos concretos que permitan una precisa evaluación del biogás en interacción con los distintos factores del medio. Sólo con esta información podrá encararse una proyección a mayor escala. En particular el objetivo de maximizar el rendimiento en gas deberá compatibilizarse con los requerimientos del sector a quien va dirigida esta técnica. Lo “apropiado” de la misma variará según la zona, tipo de explotación, etc. y estará determinado por el objetivo final buscado y la disponibilidad del recurso. Deberá implementarse un sistema interactivo que mantenga en contacto a los destinatarios de la tecnología con los investigadores. Esto implicará que el desarrollo se ubique cerca del lugar de uso en lugar de hacerse en laboratorios aislados. La tendencia a una reducción general de los costos del sistema constituyen una prioridad general debiéndose evaluar en zonas templadas y frías la alternativa de trabajar con mayores tiempos de retención y grandes volúmenes de digestores o el aumentar la temperatura de funcionamiento con la inclusión de sistemas de aislación y calefacción lo cual reducirá los tiempos de retención requeridos y por lo tanto los volúmenes de los reactores. La información actualmente disponible sobre la viabilidad, operatividad y eficiencia de las plantas a nivel rural no es altamente confiable, de allí la imperiosa necesidad de contar con unidades demostrativas convenientemente monitoreadas para definir los parámetros fundamentales que permitan realizar los estudios económicos. La viabilidad de las plantas se verá también influenciada por la relación costo-beneficio presente en las distintas zonas o actividades, por lo tanto se necesitará realizar para cada caso el estudio integral. Dichos estudios

podrán ser realizados siguiendo alguno de los patrones enunciados en el presente trabajo prestando particular atención a la predisposición del hombre de cada lugar para adoptar esta técnica, tanto para su operación como para la utilización de los productos generados. Por último la investigación y desarrollo futuro de esta técnica presentará características diferenciales en dicho lugar, por lo cual dichas tareas tendrán fundamentalmente carácter descentralizado y en íntimo contacto con el medio. Este punto es particularmente importante en países como Argentina, caracterizados por una gran diversidad de zonas diferenciadas tanto social, económica y ecológicamente.⁶⁴

⁶⁴ HILBERT Jorge A, Manual de producción de Biogás, Instituto de Ingeniería Rural I.N.T.A. – Castelar, página 54