

MODELO CONCEPTUAL Y PROCEDIMIENTOS PARA ASIMILAR TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE BIOENERGÉTICOS DE BIOMASA RESIDUAL

CONCEPTUAL MODEL AND PROCEDURES TO ASSIMILATE PRODUCTION TECHNOLOGIES OF BIOENERGETICS OF RESIDUAL BIOMASS

David Muto Lubota^{1}, Erenio González Suárez², Gilberto Hernández Pérez³
y Juan Esteban Miño Valdés⁴*

¹ Universidad "11 de Noviembre", Cabinda, Angola.

² Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Química y Farmacia. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Carretera a Camajuaní km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

³ Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Carretera a Camajuaní km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

⁴ Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Calle Rosas N°325. CP 3360 Oberá, Misiones, Posadas, Argentina.

Recibido: Febrero 15, año; Revisado: Marzo 15, 2016; Aceptado: Abril 8, 2016

RESUMEN

En el presente trabajo se expone el modelo conceptual para un proceso de asimilación de tecnologías con el propósito de crear capacidades de obtención de bioenergéticos con vistas al aseguramiento energético del reciclaje de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en el municipio de Cabinda, Angola. El Modelo conceptual es novedoso pues considera la colaboración sur-sur, y es apoyado en por un procedimiento general de asimilación de las tecnologías que incluye en uno de sus pasos un procedimiento específico para el paso concerniente a al aseguramiento de la cadena suministro que contiene como aspecto adicional, de forma novedosa, la determinación de las capacidades iniciales inversionistas atendiendo tanto a la demanda de productos finales como de la disponibilidad de la materias primas, fundamentado en los problemas de incertidumbre a los cambios futuros. Finalmente se elaboran conclusiones con proyecciones para el trabajo futuro.

Palabras clave: bioenergéticos, inversiones iniciales, asimilación de tecnologías, incertidumbre

Copyright © 2016. Este es un artículo de acceso abierto, lo que permite su uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.

* Autor para la correspondencia: David Muto, Email: marciodeivy@yahoo.com.br

ABSTRACT

The present work expose the conceptual pattern for a process of assimilation of technologies with the purpose of creating obtaining capacities of bio energy with the objective of achieving an energy insurance of the recycle of Urban Solid Residuals (RSU) in the municipality of Cabinda, Angola. The conceptual pattern is novel because it considers the south-south collaboration, and it is supported by a general procedure of assimilation of the technologies that includes in one of its steps a specify procedure for the step concerning the insurance of the chain supply that contains as additional aspect, in a novel way, the determination of the initial's investors capacities assisting to the demand of final products as well as to the readiness of the raw materials, based in the problems of uncertainty to the future changes. Finally conclusions are elaborated with projections for the future work.

Key words: bioenergy, investments, assimilation of technologies, uncertainty.

1. INTRODUCCIÓN

Considerando, que se reconoce la necesidad de potenciar la matriz energética en la provincia de Cabinda, Angola a través de la asimilación de tecnologías para producción de bioenergéticos mediante el aprovechamiento eficiente del aceite crudo de palma y la biomasa residual como materia prima, para producción de bioenergéticos que garantice las operaciones de plantas de reciclaje de residuos de plásticos y aluminio, se propone un modelo conceptual y los procedimientos para la asimilación de tecnologías de producción de bioenergéticos.

Considerando que un modelo conceptual es un diagrama que ilustra las relaciones entre ciertos factores que se cree impactan o conducen a una condición de interés, en este se incluyeron todos los factores que, de una forma directa o indirecta, inciden en el desempeño integral del proceso de asimilación de tecnologías para producción de bioenergéticos mediante el aprovechamiento eficiente de la biomasa como materia prima, así como la necesidad de su flexibilidad y adaptación a las condiciones del entorno en que se desarrolle este proceso.

La transferencia de tecnología, como proceso orientado a la adquisición o alquiler de tecnologías, constituye la acepción más generalizada de término. El uso de la tecnología seleccionada debe ser sensible a la disposición de los interesados para asimilarla, por tanto, se deben maximizar las oportunidades de éxito, con el propósito de reducir las expectativas poco realistas e incrementar la capacidad de los interesados para adoptarla mediante la consulta e información a los involucrados sobre la existencia del riesgo de que las soluciones tecnológicas elegidas puedan ser inapropiadas o incapaces de responder adecuadamente a las mismas (Hidalgo y col., 2002).

Esta situación conlleva a que muchas organizaciones, necesiten de métodos y procedimientos para tomar las decisiones más acertadas con respecto a los diferentes pasos que se derivan de la transferencia tecnológica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para fundamentar un modelo conceptual y los procedimientos adecuados para la asimilación de tecnologías, en el contexto de un país del denominado tercer mundo, con respecto al costo, al tiempo y a las operaciones funcionales, se requiere de un conjunto de acciones para procesar toda la información y resolver los problemas que se derivan de la incertidumbre de la tecnología, Ley (2006).

El desarrollo de este trabajo ha tenido como eje metodológico, establecer los diferentes elementos que inciden en la toma de decisiones, entre los que se destacan la demanda perspectiva nacional, los pronósticos de los precios, el balance de la demanda y capacidad por año, el estudio de la tecnología, los consumos de las materias primas y fuentes de abastecimiento, los costos de inversión, el costo de producción anual, tamaño y localización de la planta. Ha sido un elemento esencial la consideración de la incertidumbre a los cambios futuros (Rudd y Watson, 1968).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Modelo conceptual para la asimilación de tecnología

La solución conceptual propuesta, constituye un modelo para fundamentar teóricamente el proceso de asimilación de tecnología y su transferencia, donde se analizan desde dos perspectivas, las entidades que participan y las fases en la cual ocurre la misma.

Como marco de referencia para gestionar proyectos de este tipo, es útil el llamado modelo de transferencia de tecnología, el cual debe considerar tres elementos para determinar el modelo más adecuado, ellos son:

- Perfil de adopción concreto,
- Restricciones de recursos existentes,
- Elementos de control y evaluación requeridos.

El modelo conceptual propuesto que caracteriza la transferencia de tecnología, se muestra en la figura 1.

En el modelo, se evidencia que la asimilación y la transferencia de tecnología es interactiva pues cuenta con la participación de múltiples protagonistas, que incluye a los receptores de la tecnología, los suministradores y operadores de la misma y que transita por una serie de fases.

En la fase preparatoria es donde la dirección elabora el delineamiento estratégico: visión, misión, objetivo institucional, análisis interno y externo, planificación de las actividades a realizar y se establece la cooperación dentro del contexto de un proyecto de ingeniería.

En la segunda fase se asignan los recursos disponibles, se forman los grupos de transición que constituirán el núcleo de las actividades a realizar.

En la fase de ejecución es donde se van adaptando progresivamente los diferentes procesos, se extraen las lecciones aprendidas que sirven para revisar las estrategias para proceder a la nueva adopción de comportamientos. Por último se procede a la fase de difusión, donde se institucionaliza la tecnología dentro de la organización, se crean y documentan todos los procesos y se difunden a todos los usuarios finales.

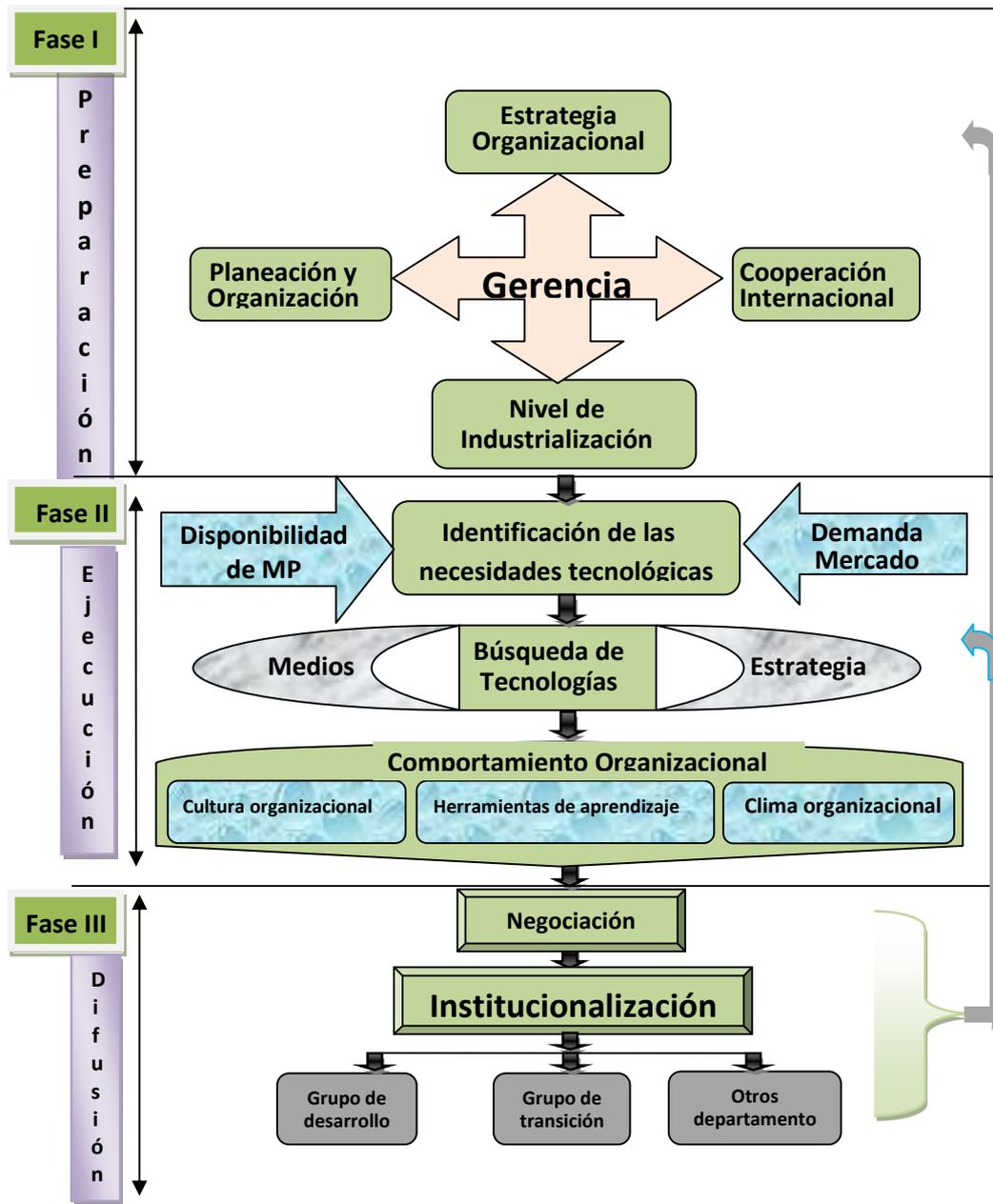


Figura 1. Modelo conceptual para la asimilación de tecnologías de producción de bioenergéticos. **Fuente:** Elaboración propia (2016)

Atendiendo a la simplicidad del modelo, donde solo se reflejan las cuestiones de dirección en la asimilación y transferencia de tecnología, es recomendable que cada organismo en dependencia de su especialidad, estructure la transferencia deseada para lograr una tecnología viable y rentable. Estudios realizados, Ley (2006), han permitido establecer criterios y premisas que se deben tener en cuenta en un modelo de asimilación de una tecnología, del cual se obtiene la información necesaria que permita un análisis interactivo ante las problemáticas que debe enfrentar el receptor de la tecnología.

3.2. Procedimiento general para asimilación de tecnología de producción de bioenergéticos mediante el aprovechamiento de la biomasa residual en Cabinda

Derivado del modelo conceptual expuesto en la Figura 1, se elaboró un procedimiento metodológico general para la asimilación de la tecnología para el aprovechamiento de aceite crudo de palma africana y la biomasa forestal disponible en Cabinda, Angola.

En la figura 2 se muestra el procedimiento propuesto donde se incluye una secuencia de pasos que analizan en detalle aspectos importantes para elegir la tecnología, no obstante debe incluirse en el mismo las experiencias y las bases de conocimientos de tecnologías. Este procedimiento tiene como objetivo dotar a los directivos de las empresas técnicas y herramientas para desarrollar una gestión integrada de los procesos de transferencia de tecnología. Los diferentes pasos del procedimiento se explican a continuación.

Paso 1: Determinación de la demanda de productos y disponibilidad de materias primas para las tecnologías establecidas: se determina a través de un estudio de mercado que brindará informaciones acerca del precio y demanda del producto, los precios de las materias primas.

Paso 2: Vigilancia sobre tecnologías disponibles y emergentes: se monitorea periódicamente las informaciones del interior y exterior relevantes sobre tendencias tecnológicas.

Paso 3. Diagnóstico de alternativas de disponibilidad de materia prima: se determina la existencia de alternativas de disponibilidad de la materia prima para bioenergéticos.

Paso 4. Escalado de la tecnología: se valoran las tecnologías para llevarlas a escala industrial.

Paso 5. Planeamiento de alternativas de cadenas de suministro: se evalúa el sistema de suministro a las plantas de conversión pues cuando no está bien planificado es motivo de parada de operaciones por mal funcionamiento de la cadena de suministro.

Teniendo presente los procesos logísticos, en el caso particular de los estudios de macro localización de instalaciones industriales y teniendo en consideración la incertidumbre en los cambios futuros, es necesario considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

- La demanda del mercado y sus cambios en el futuro.
- La incertidumbre en las disponibilidades de materias primas.
- Las disponibilidades de tecnologías para diferentes procesos.
- Los costos de transportación de las materias primas y los productos terminados.

Lo que requiere de un procedimiento específico.

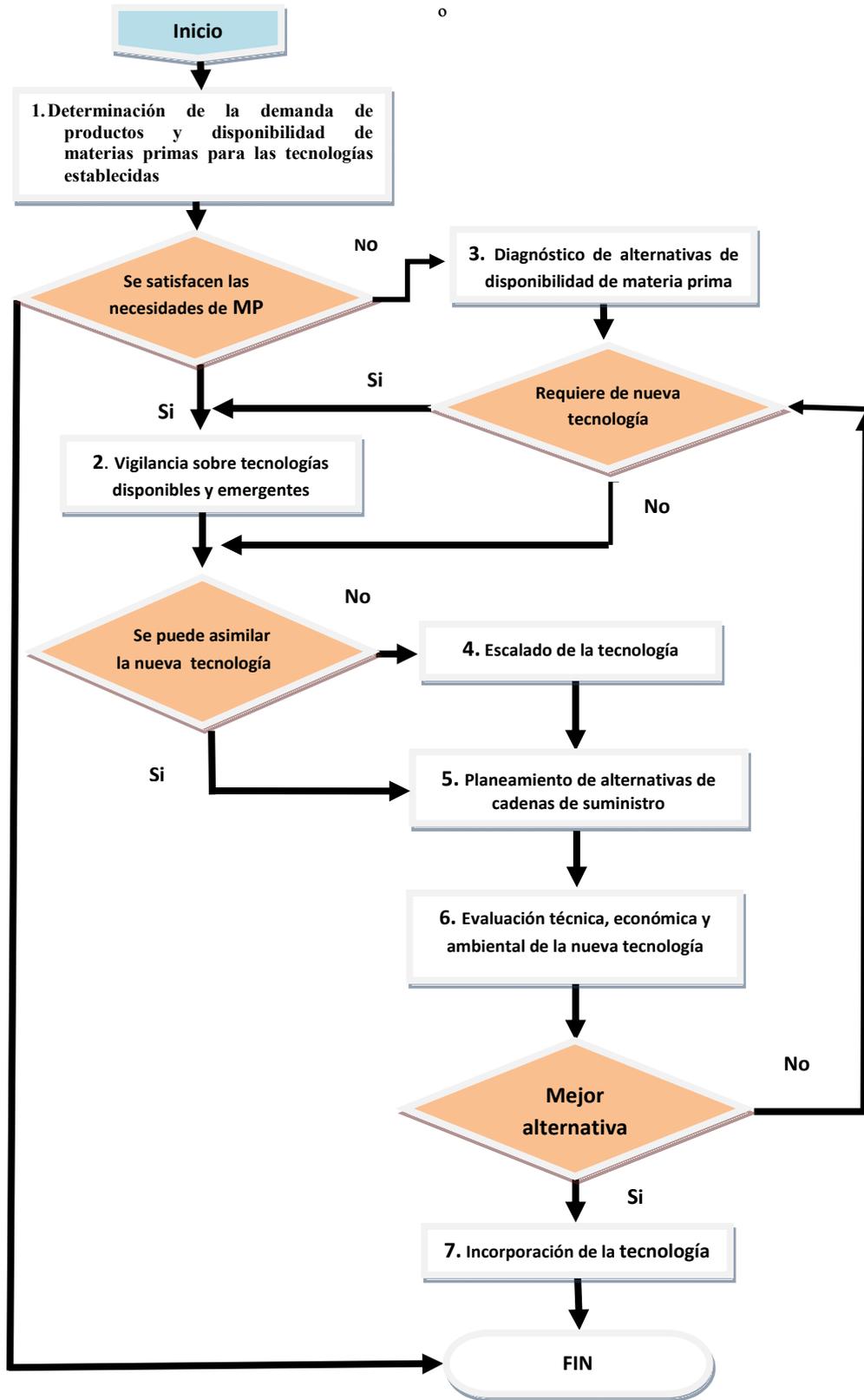


Figura 2. Procedimiento para asimilación tecnología para producción de Bioenergéticos. **Fuente:** elaboración propia (2013)

3.3. Procedimiento específico para la definición del tamaño inicial de la instalación y su macro localización.

Partiendo de la experiencia en estudios anteriores, (Rudd y Watson, 1968) y de trabajos similares para la industria de la caña de azúcar desarrollado por Oquendo (2002), se propone un procedimiento que se representan en la Figura 3.

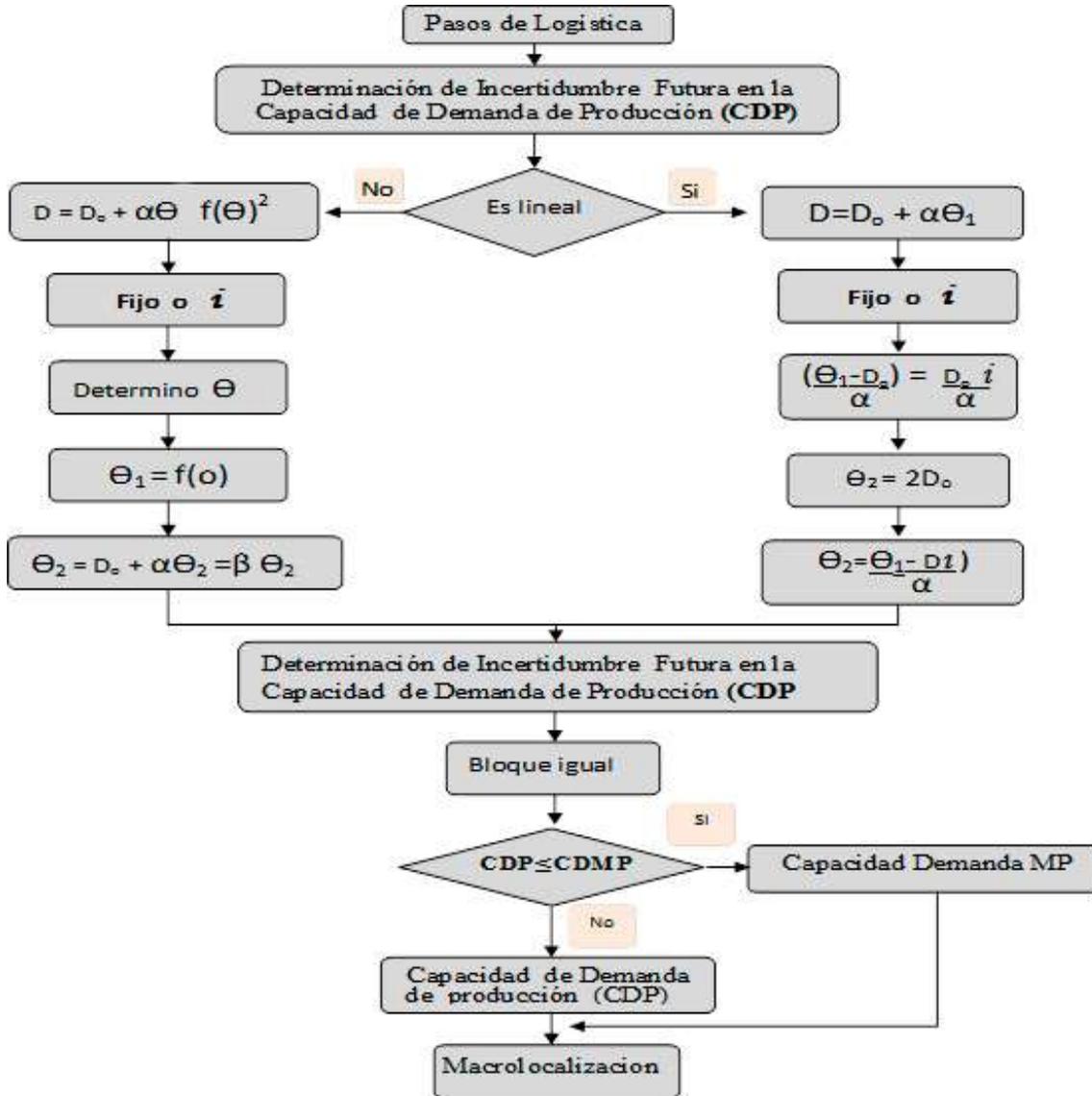


Figura 3. Procedimiento específico para la definición del tamaño inicial de la instalación y su macro localización. **Fuente:** Elaboración propia (2016).

Este procedimiento incluye dos etapas, una para estudiar la incertidumbre en la demanda de producción de la instalación y otra para la incertidumbre en la disponibilidad de las materias primas para bioenergéticos.

3.3.1. Determinación de la incertidumbre en los niveles de las capacidades iniciales de acuerdo a las demandas del mercado, de su evolución y las incertidumbres de los parámetros financieros.

Se considera que para la multiplicidad de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), en las condiciones actuales, existe una demanda potencial para estas producciones y por lo

tanto es necesario establecer la formulación del crecimiento de esta demanda, lo que se logra mediante un estudio estadístico del crecimiento de las poblaciones que genera un crecimiento de los RSU y se puede expresar mediante un grafico Yd vs X en el cual Yd es la demanda y X es el tiempo.

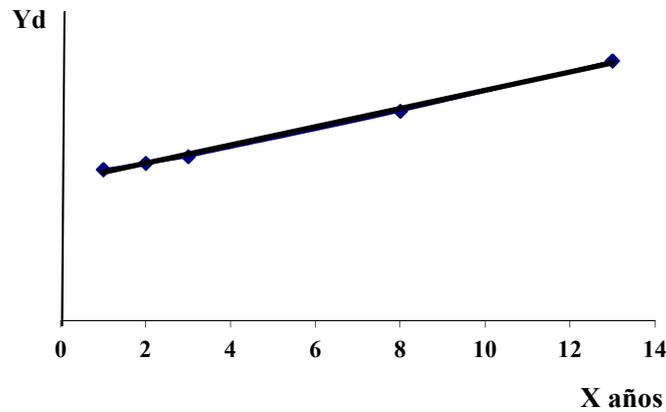


Figura 4. Comportamiento de la necesaria capacidad de producción a partir de la disponibilidad de los Residuos Sólidos Urbanos

Corresponde aplicar el método de demanda inicial no nula, (Rudd y Watson, 1968), considerando una rama del procedimiento u otra, ya sea o no lineal la relación entre la demanda con el tiempo el que se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Se considera la adaptación de un sistema a una situación, en que existe una demanda inicial, D_0 , y una variación lineal de la misma en el tiempo:

$$D = D_0 + a \theta \text{ ó } D_0 + \alpha\theta + \beta\theta^2 \quad (1)$$

según la relación sea lineal o no.

2. Determinar el factor de sobre diseño (F)
3. Determinar la capacidad inicial recomendada:

$$Q_i^* = D_0 + F * a / i, \quad (2)$$

donde i es la tasa de interés financiero.

4. Determinar el tiempo al que debe realizarse la primera expansión:

$$\theta = (Q_i^* - D_0) / a \quad (3)$$

5. Determinar la capacidad de la expansión:

$$Q^* = a / i \quad (4)$$

Lo que permite determinar la capacidad inicial de la inversión considerando la incertidumbre en la demanda del portador energético para los requerimientos de reciclado del RSU. Estudiado.

3.3.2. Determinación de la capacidad inicial de acuerdo con la incertidumbre en los niveles de la disponibilidad de las materias primas, de su evolución y las incertidumbres de los parámetros financieros.

Igualmente esta relación disponibilidad de un tipo de biomasa con el tiempo se puede representar mediante un grafico Ymp vs Tiempo que puede ser lineal o no, entonces se

repite el procedimiento según lo propuesto por Oquendo (2002) y se determina la capacidad inicial fundamentado en la disponibilidad de las materias primas.

Una comparación entre los dos valores iniciales para las capacidades permite decidir que la capacidad inicial sea la mínima de las dos para tener tanto un aseguramiento de la venta de portador energético como del suministro de la materia prima.

3.4. Modelo de optimización del transporte por el criterio de costo mínimo.

Entre los costos de producción de los portadores energéticos obtenidos a partir de la biomasa se deben incluir los costos de transportación, por ello, atendiendo a las consideraciones realizadas anteriormente, a continuación se describe el aspecto metodológico correspondiente a la minimización de los costos de transportación mediante un modelo de programación lineal mezclada con entero, como una herramienta de apoyo a las decisiones (González y col., 2012), que permite determinar la macrolocalización de las instalaciones que se incluyen en el sistema.

Para la realización de este estudio se emplean los métodos de optimización y computación, para los que se siguen los siguientes pasos:

- Planteamiento del problema,
- Formulación del problema,
- La función objetivo; es el costo de transportación, considerando la transportación de la materia prima y el producto terminado.
- Solución del problema;

Paso 6. Evaluación técnica, económica y ambiental de la nueva tecnología

La **evaluación técnica.** La evaluación técnica debe realizarse lo más detallado posible, de forma tal que se minimice la incertidumbre que pueda presentar las nuevas tecnologías.

El **análisis económico es la** fase del procedimiento es la aglutinadora de una serie de costos que se van desprendiendo de las etapas anteriores, lo cual constituye al final, un gran monto de costo para el montaje e inicio de operación de las plantas. Los indicadores que reflejan la factibilidad de cualquier proyecto con mayor claridad y precisión son los siguientes (indicadores económicos): Período de recuperación de inversión (PRI). Valor actual neto (VAN). Tasa interna de retorno (TIR), (Lauchy y González, 2005).

El análisis ambiental constituye uno de los puntos fuertes del empleo de las energías renovables en general y de la biomasa en particular, por los beneficios ambientales que aportan frente a las fuentes de energía tradicionales. Es preciso acotar, que una sobreexplotación del recurso puede traer problemas en el medioambiente.

Paso 7. Incorporación de la tecnología

Este paso del procedimiento general tiene como objetivo concretar la incorporación de la tecnología, para contribuir al conjunto de resultados que es necesario ir alcanzando progresivamente en la práctica.

4. CONCLUSIONES

1. El Modelo conceptual para la transferencia de tecnologías para la transformación de biomasa en bioenergéticos en las condiciones de un país como Angola requiere considerar la colaboración sur - sur para asegurar la capacidad de gestión de conocimiento de este proceso con entera igualdad de los participantes en la transferencia o asimilación.
2. Mediante un adecuado procedimiento de transferencia de tecnologías, que se constituya en una guía para la asimilación de tecnologías de producción de bioenergéticos con un enfoque de tecnologías limpias, se puede incrementar la eficiencia y eficacia de la matriz energética de Cabinda.
3. El procedimiento específico para planificar la determinación del tamaño inicial de la instalación y su macro localización para la cadena de suministro de los procesos de conversión de la biomasa en portadores energéticos se asegura un aprovechamiento de los recursos inversionistas considerando tanto la incertidumbre a los cambios futuros en la demanda de capacidades, disponibilidad de materias primas e incertidumbre financiera lo que hace que se aprovechen de la mejor manera las capacidades instaladas, las oportunidades de producción y los recursos financieros.
4. Es conveniente avanzar en el perfeccionamiento de los procedimientos propuestos a través de su aplicación a casos específicos de reciclaje de materiales componentes de los Residuos Sólidos Urbanos.

REFERENCIAS

- González, I., Espínola, F., Castro, E. Pérez, C., Herramienta para la toma de decisiones en el desarrollo de una biorrefinería. En: Aspectos técnico económicos de los estudios previos inversionistas para la producción de etanol de caña de azúcar., Editorial Cooperación Iberoamérica y Espacio Mediterráneo, Jaén, España, 2012, Capítulo 09, pp. 143-163.
- Hidalgo, A., León, G., Pavón, J., La gestión de innovación tecnológica en las organizaciones., Edición Pirámide, 2002, pp. 233-269.
- Ley, N., Contribución a los métodos de asimilar de tecnologías, aplicado a un caso de producción de biocombustibles., Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas, Especialidad Ingeniería Química en la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Cuba, 2006.
- Lauchy, A. y González, E., Incertidumbre económica en las inversiones de una planta de la industria química., En: Vías para el diseño de nuevas instalaciones de la industria de procesos químicos fermentativos y farmacéuticos, Editorial Científico Técnica, La Habana, 2005, Capítulo 9, pp. 223-244.
- Oquendo, H., Alternativas de desarrollo prospectivo de los derivados de la caña de azúcar., Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas, Especialidad Ingeniería Química en la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Cuba, 2002.
- Rudd, D.F., Watson, C.C., Strategy of Process Engineering., McGrawHill, New York, 1968, pp. 309-329.