



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Centro de Investigaciones Económicas,
Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria
y la Agricultura Mundial

USO POTENCIAL DE LA PALMA DE ACEITE EN LA
PRODUCCIÓN DE BIODIESEL EN MÉXICO

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:



DOCTOR EN PROBLEMAS ECONÓMICO AGROINDUSTRIALES

DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

P R E S E N T A

JUAN CARLOS ORDAZ HERNÁNDEZ



Julio de 2013

Chapingo, Estado de México

**USO POTENCIAL DE LA PALMA DE ACEITE EN LA PRODUCCIÓN
DE BIODIESEL EN MÉXICO**

Tesis realizada por Juan Carlos Ordaz Hernández bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

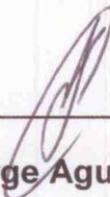
DOCTOR EN PROBLEMAS ECONOMICO AGROINDUSTRIALES

DIRECTOR:



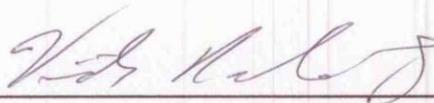
Dr. Claudio Avalos Gutiérrez

ASESOR:



Dr. Jorge Aguilar Ávila

ASESOR:



Dr. Víctor H. Palacio Muñoz

LECTOR EXTERNO:



Dr. Martin Martínez Salvador

DEDICATORIA

A Jehová Dios, quien me levanta día a día y a quien todo le debo.

“Bien sé yo, oh Jehová, que al hombre terrestre no le pertenece su camino. No pertenece al hombre que está andando siquiera dirigir su paso”

A mi hermosa familia herencia de mis padres a mis hijos.

Si los niños viven con tolerancia

Aprenden a ser pacientes.

Si los niños viven con estímulo

Aprenden a confiar

A mi Comité Asesor, por su paciencia y amistad.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACyT, a la Universidad Autónoma Chapingo y al CIESTAAM, por todas las facilidades y apoyos otorgados, para actualizarme académicamente.

Al Dr. Claudio Ávalos Gutiérrez, por su paciencia, su amistad, sus consejos y palabras de aliento para motivarme y por darme su mano para conducirme y poder llegar a este escalón. Dr. Ávalos reciba mis más sinceros y fraternales reconocimientos sobre todo por su confianza.

Al Dr. Jorge Aguilar Ávila, por sus acertados consejos y orientación, para la correcta elaboración de este trabajo, por su amistad y enseñanzas dentro y fuera del aula.

Al Dr. Víctor Palacio Muñoz por dispensarme de su valioso tiempo y consejo los que bondadosamente brinda a favor de sus alumnos.

Al Dr. J. Reyes Altamirano y a mis demás maestros en el doctorado que me brindaron su confianza y apoyo desinteresado, maestros de verdad ¡Gracias por su confianza!

DATOS BIOGRÁFICOS

Juan Carlos Ordaz Hernández, hijo de Alejandro Ordaz López y Rosa Carmina Hernández Sagahón. Nació el 20 de mayo de 1978, en el municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo. Ocupa el quinto lugar de siete hermanos; a los 12 años terminó su instrucción primaria, 3 años después terminó su instrucción Secundaria, en la Esc. Sec. Federal “Nicandro Castillo”, en el municipio de Metzquitlán, Hidalgo. Estudió en la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo de 1994 a 1997. La licenciatura la realizó en la División de Ciencias Forestales dependiente de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, Texcoco, México, de 1997 a 2001, obteniendo el título de Ingeniero Forestal Industrial. Realizó un posgrado en la Universidad de 2004 a 2006, con grado en Maestro en Ciencias en Ciencias Forestales.

Ha realizado Diplomados: en las áreas de pedagogía, bioenergía y economía.

Su experiencia laboral, ha sido prestador de servicios profesionales forestales, asesor de proyectos forestales entre otros. Ha sido catedrático en la Universidad Autónoma Chapingo desde el 2006.

RESUMEN

USO POTENCIAL DE LA PALMA DE ACEITE EN LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL EN MÉXICO

Juan-Carlos Ordaz Hernández¹; Claudio Ávalos-Gutiérrez²

El cambio climático y la disminución de las reservas petrolíferas mundiales encaran a la humanidad a un problema de desabasto del recurso y México, también deberá prevenir las consecuencias. En este trabajo se analizó la potencialidad del Sistema Agroindustrial Biodiesel Palma de Aceite (SIA-BPA) mexicano en dos etapas. En la primera etapa se evaluaron tres alternativas (aceite de palma africana, aceite de piñón blanco y recolección de aceite comestible usado) a través del modelo de Estimación del Valor Estratégico con el fin de identificar la más factible de ellas. El aceite de palma obtuvo las mejores calificaciones en sustentabilidad y provisión de materias primas. Sin embargo, el precio del diésel de petróleo es una barrera para el mercado del aceite de palma. El sistema de aceite de recolección de aceite vegetal usado es más competitivo pero insuficiente para satisfacer la demanda. La segunda etapa del estudio consistió en evaluar la competitividad del SIA-BPA en tres eslabones (*palmicultores*, industria extractora e industria *biodiesel*) empleando indicadores financieros y de capital intangible. Se encontró que los *palmicultores* y la industria extractora tienen una TIR de 37% y 52% respectivamente resultando mayor a la tasa esperada de 15%. El primer eslabón del SIA-BPA no genera los recursos suficientes para elevar su competitividad. El eslabón *biodiesel*, pese a sus buenos indicadores en capital intelectual, es dependiente de la provisión y los precios de la materia prima, reduciendo su competitividad. Se concluye que la palma de aceite es la mejor opción para la producción de biodiesel haciendo énfasis en la optimización de los recursos productivos y financieros en el eslabón de los *palmicultores*.

PALABRAS CLAVE: Combustible alternativo, competitividad, capital intelectual, capital financiero.

ABSTRACT

POTENTIAL USE OF OIL PALM IN THE PRODUCTION OF BIOFUEL IN MEXICO

Climate change and the depletion of world oil reserves confront humanity to a problem of resource shortage and Mexico should also prevent the consequences. In this work the potential of mexican palm oil-based biodiesel agro-industrial-system (SIA-BPA) was analyzed in two stages. In the first stage three alternatives were evaluated (african palm oil, white pine nut oil and used kitchen oil collection) through the model of strategic value estimation in order to estimate the most feasible of them. Palm oil got the best marks in sustainability and supply of raw materials. However, the price of petroleum diesel is a barrier to the palm oil market. The oil collection system of used vegetable oil is more competitive but insufficient to meet demand. The second stage of the study consisted in evaluating the competitiveness of the SIA-BPA in three links (palm growers, biodiesel and extraction industry) using financial indicators and of intangible capital.

It was found that palm growers and the extraction industry have a TIR of 37 % and 52 % respectively, being higher than the expected rate of 15 %. The first link of the SIA-BPA does not generate enough resources to evaluate its competitiveness. The link biodiesel, despite its good indicators on intellectual capital is dependent on the supply and prices of raw materials, reducing its competitiveness. *In conclusion, oil palm is the best choice for biodiesel production emphasizing on optimizing the productive and financial resources in the link of palm growers.*

Key words: Alternative fuel, competitiveness, intellectual capital, financial capital.

¹Estudiante del doctorado del CIESTAAM

²Director de tesis doctoral, profesor investigador del CIESTAAM

ÍNDICE

USO POTENCIAL DE LA PALMA DE ACEITE EN LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL EN MÉXICO	¡ERROR!
MARCADOR NO DEFINIDO.	
DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	IV
DATOS BIOGRÁFICOS	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VI
ÍNDICE DE CUADROS	VIII
INDICE DE FIGURAS	IX
CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
<i>Introducción general</i>	1
<i>Problema de investigación</i>	4
<i>Objetivos</i>	8
<i>Metodología empleada</i>	9
<i>Matriz de congruencia por artículo</i>	12
CAPITULO 2. ALTERNATIVAS Y ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN DE BIODIESEL BAJO EL MODELO DE ESTIMACIÓN DE VALOR ESTRATÉGICO¹	19
1. INTRODUCCIÓN	20
2. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
3.1. <i>Importancia para el cliente</i>	28
3.2. <i>Velocidad del progreso tecnológico</i>	34
3.3. <i>Posición competitiva</i>	36
3.4. <i>Proveedores idóneos</i>	38
3.5. <i>Arquitectura</i>	41
4. CONCLUSIONES	42
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
CAPITULO 3. COMPETITIVIDAD DEL SISTEMA AGROINDUSTRIAL BIODIESEL PALMA DE ACEITE EN MÉXICO	47
1. INTRODUCCIÓN	48
2. MATERIALES Y MÉTODOS	50
3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
3.1 <i>Capital social y capital humano</i>	54
3.2 <i>Capital financiero</i>	58
3.3 <i>Capital relacional: base de clientes relevantes y cercanía al mercado</i>	63
4. CONCLUSIONES	68
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
CONCLUSIONES GENERALES	74
OTRAS REFERENCIAS	75

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO II-1. CRITERIOS CLAVE Y POSIBILIDADES EN LA ESTIMACIÓN DEL VALOR ESTRATÉGICO	24
CUADRO II-2. VARIABLES RELEVANTES DE IMPORTANCIA PARA EL CLIENTE DE DIÉSEL O BODIESEL	28
CUADRO II-3. SUPERFICIE POTENCIAL DE <i>JATROPHA CURCAS</i> EN MÉXICO	30
CUADRO II-4. SUPERFICIE POTENCIAL DE <i>ELAEIS GUINEENSIS</i> EN MÉXICO.....	31
CUADRO II-5. VELOCIDAD DEL PROGRESO TECNOLÓGICO.....	34
CUADRO II-6. POSICIÓN COMPETITIVA DE LOS SISTEMAS BODIESEL NACIONAL <i>VERSUS</i> INTERNACIONAL	37
CUADRO II-7. BALANCE DE MATERIAS Y ESTRUCTURA DE COSTOS POR SISTEMA.....	37
CUADRO II-8. PROVEEDORES IDÓNEOS PARA EL ESLABÓN DE EXTRACCIÓN O ACOPIO Y PARA EL ESLABÓN BODIESEL	38
CUADRO II-9. DEMANDA DE DIÉSEL Y BODIESEL EN MÉXICO	40
CUADRO II-10. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL VALOR ESTRATÉGICO EN TRES SISTEMAS	42
CUADRO III-1. ÍNDICE DE ADOPCIÓN DE INNOVACIONES EN PRODUCTORES DE RFF EN MÉXICO	55
CUADRO III-2. INDICADORES SOCIALES DEL SECTOR EXTRACCIÓN DE ACEITE.....	57
CUADRO III-3. INDICADORES DE RENTABILIDAD PRIVADA DE LOS PRODUCTORES DE PALMA DE ACEITE.....	59
CUADRO III-4. INDICADORES FINANCIEROS DEL SECTOR INDUSTRIAL.	60
CUADRO III-5. SENSIBILIDAD DE LOS INDICADORES FINANCIEROS DEL SECTOR INDUSTRIAL AL PRECIO DE FRUTA.	61
CUADRO III-6. LOCALIZACIÓN Y DISTANCIA DE LOS PALMICULTORES A LA AI EXTRACTORA	63
CUADRO III-7. LOCALIZACIÓN DE PLANTAS EXTRACTORAS DE ACEITE DE PALMA EN MÉXICO	64
CUADRO III-8. ORGANIZACIÓN EN LOS ESTADOS PRODUCTORES DE PALMA DE ACEITE	66

INDICE DE FIGURAS

Figura I-1.- Secuencia metodológica para el análisis del potencial productivo de la palma de aceite para biodiesel.

9

Figura III-1.- Estructura del modelo Intellectus

49

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Introducción general

Las preocupaciones por el cambio climático global debido a la emisión de gases contaminantes con efecto invernadero así como la disminución de las reservas petrolíferas mundiales encaran a la humanidad a uno de los principales problemas que deberá resolver en los próximos años (Wen, 2009; Demirbas y Balat, 2006; Tashtoush, Al-Widyan y Albatayneh 2007).

Un primer intento por frenar el cambio climático y sus consecuencias fue el acuerdo internacional denominado “Protocolo de Kyoto” donde los acuerdos giraron en torno al fomento de la eficiencia energética, la promoción de modalidades agrícolas sostenibles, la adecuada disposición de los gases de efecto invernadero, la investigación y uso de nuevas formas alternas de energía, el fomento de políticas para disminuir la cantidad de gases invernadero, entre otros. Con este protocolo los países firmantes buscaron reducir en 5% las emisiones de gases de efecto invernadero causados por el hombre, en el período 2008-2012, con relación al año base 1990 (ONU, 1998).

Desde entonces la seguridad ambiental y la accesibilidad energética se han convertido en una de las más grandes prioridades de la sociedad actual. Empero muchas de las energías renovables tienen un carácter localizado de oferta y no satis-

facen las necesidades de las ciudades o complejos industriales donde la densidad poblacional es más demandante. Por ello gran parte de las fuentes alternativas de energía se han enfocado a satisfacer una rama secundaria de la demanda energética.

Para remplazar la futura demanda de combustibles del sector transporte, las alternativas deben cumplir con ciertos criterios que incluyan (1) abundancia de recursos, (2) bajas emisiones de carbón u otros gases que dañen el ambiente, (3) compatibilidad del combustible con la infraestructura y tecnología vehicular actual, (4) viabilidad económica, (5) compatibilidad social, y (6) sostenibilidad agrícola (Ortega, Muñoz, Acosta y González., 2010).

Es por eso que en este trabajo un primer objetivo fue analizar las estrategias que se han desarrollado en México (Demirbas, 2008), de las tres opciones principales para producir biodiésel: el sistema agroindustrial palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.), el sistema agroindustrial piñón (*Jatropha curcas* L.) y el sistema de recolección de aceite comestible usado (Akinci, Kassebaum, Fitch y Thompson., 2008, Zamarripa y Díaz, 2008). El aporte de valor de estas propuestas fue medido con el modelo de estimación del valor estratégico (SVA).

Uno de los sistemas agroindustriales que resultó mejor y que era el foco de la presente investigación es el sistema agroindustrial biodiesel palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.), al cual se le realizó una segunda evaluación a mayor profundidad en general y a cada uno de sus eslabones constituyentes (Adner, 2006; Porter, 2007).

El objetivo del segundo análisis fue determinar la competitividad del sistema biodiesel palma de aceite a través del análisis financiero y su interrelación con el capital intelectual en cada eslabón constituyente de modo tal que se plantearan estrategias al sistema completo (Bueno, Salmador y Merino, 2008; Fine, Vardan, Pethick y Jamal, 2002).

El motivo de analizar mediante el capital intelectual la competitividad del sistema biodiesel palma de aceite se debe a la creencia que la fuente de ventaja competitiva en los negocios actuales se da principalmente en la generación del conocimiento (Srivastava y Singh, 2010., Prahalad y Ramaswamy., 2000; Bueno *et al*, 2008) y secundariamente en los recursos tradicionales, tierra, mano de obra, capital y tecnología. Además numerosos autores han vinculado al capital físico-financiero con el intelectual en modelos teóricos que intentan explicar la ventaja competitiva y su gestión (Kaplan y Norton 2000; Saint-Onge, 1996; Sveiby 1997; Edvinsson y Malone, 1997; Dragonetti y Roos, 1997).

Se partió de la premisa que la competitividad del sistema agroindustrial biodiesel palma de aceite mexicano depende de la dinámica, visión y desempeño de sus

eslabones integrantes: los palmicultores, la industria de extracción y la industria del biodiesel (Rodríguez y Hernández, 2003; Adner, 2006; Srivastava *et al*, 2010; Ostrom, 2011).

Problema de investigación

La búsqueda de sustitutos energéticos del petróleo es un imperativo mundial que México ha iniciado recientemente. Una de las principales necesidades energéticas es el diésel y éste puede ser sustituido con la producción de biodiesel de origen vegetal.

Se han involucrado los sectores público, académico, empresarial y gubernamental para hallar la mejor opción de sustitución del diésel. Aun así no hay estudios económicos, financieros, ecológicos y sociales, suficientes, que sostengan que el sistema biodiesel es viable para este objetivo.

Con tal fin se han propuesto muchas opciones, sin embargo ha de destacarse a la palma de aceite (*Eleais guinensis*) como fuente de materia prima para obtener biodiesel, ya que dentro de las oleaginosas, es la que tiene mayor potencial productivo en aceite,

Uno de los argumentos para proponer a la palma de aceite en México como materia del biodiesel es que posee el mayor potencial productivo en aceite por presentar; mayor rendimiento por unidad de superficie que las demás oleaginosas, vastas zonas con potencial agronómico, precio de venta atractivo en sus distintos compo-

mentos productivos y una demanda insatisfecha para consumo humano. Sin embargo estas mismas condiciones y otras, principalmente en el eslabón primario, como la rentabilidad comparada versus otras opciones viables en las zonas de producción, así como el uso intensivo en capital y tasa de retorno (años de inversión) alta, hacen de la producción del biodiesel a partir de la palma de aceite un tema de estudio que permita aclarar las ventajas y desventajas económicas, sociales y de valor en su uso y producción para biodiesel.

Algunos estudios sostienen que la producción de biodiesel es palanca para el desarrollo económico de las zonas rurales donde se establecen éstos proyectos, al generar empleos y actividades asociadas a los proyectos de biodiesel, además argumentan; que es posible disminuir el impacto ambiental por reducción de emisión de gases de efecto invernadero(FAO, 2008). Sin embargo hay quien argumenta que los empleos generados son de baja retribución y que no hay ventajas significativas de disminución de gases dañinos. Ambos argumentos son válidos sin embargo la diversificación energética es necesaria ya que; el crecimiento poblacional incrementa la demanda de combustibles a la par que la extracción del petróleo decrece, es cada vez más costosa y financieramente inviable (Ralston, 2008).

La diversificación energética, en específico el biodiesel, se considera como una innovación, y aporta valor al usuario final y a los componentes del sistema porque satisface la necesidad de combustible, insumo ineludible e imprescindible de la sociedad actual, además es un condicionante del desarrollo económico, disminuye el impacto ambiental y envía recursos a los palmicultores en la región rural.

Adner (2006), declara que cuando se propone cualquier innovación, como la producción de biodiesel a partir de palma en México, han de surgir problemas si no se evalúan de manera holística y sistemática los riesgos de los ecosistemas de innovación (Rodríguez y Hernández, 2003). Por lo que se ha de desarrollar un conjunto más refinado de contingencias del entorno para arribar a una estrategia más robusta de innovación con lo cual serán capaces de establecer expectativas más realistas.

En el caso particular del sistema producto palma de aceite o del ecosistema de innovación biodiesel de aceite de palma, cuenta con particularidades y problemática propia, lo cual puede frenar el potencial productivo de la palma de aceite para biodiesel.

En el contexto general ya se han realizado esfuerzos para lograr la innovación de crear biodiesel en México. Sin embargo la integración de un sistema como tal no se ha logrado por diversas causas siendo tres las fuentes de dicha falla en la integración; problemas inherentes al proyecto de elaboración de biodiesel y en cada uno de los componentes del sistema, mala integración con los componentes del ecosistema de innovación y fallas en la interdependencia de los componentes.

En México destaca el trabajo que realiza el estado de Chiapas el cual ha concretado la producción mediante dos fuentes de materia prima, palma de aceite y aceite de recolección comestible usado, y esta por añadir una tercer fuente con plantaciones de *Jatropha curcas*, siendo por tanto las más importantes materias primas para la producción de biodiesel en México.

Asintiendo la necesidad de la diversificación energética, las evaluaciones financieras son imprescindibles para indicar cuál de las opciones es más rentable y atractiva. Por tanto la comparación económica y financiera es necesaria sin prescindir evaluar y analizar lo implicado en la gestión del conocimiento en sentido humano, relacional y estructural ya que aún innovaciones viables económicamente pueden no prosperar si no se realiza una adecuada gestión del conocimiento. Al respecto diversos autores comentan que las estrategias de las empresas realizadas para crear o mantener valor se diseñan mediante estrategias que ponderan un modelo cuantitativo y otro cualitativo. Por ejemplo Fine *et al* (2002) proponen además de variables financieras (Modelo SVA) otras del capital intangible tales como la posición competitiva, arquitectura, importancia para el cliente, velocidad del progreso tecnológico y los proveedores idóneos (Modelo EVA) y a partir de ambos modelos proponer estrategias o sugerencias que identifiquen donde y como se crea valor dentro de la red.

Objetivos

1. Analizar las mejores alternativas de producción de biodiesel que se están realizando y/o proponiendo en México mediante el análisis cualitativo propuesto por Fine *et al* (2002), con lo cual se propondrán estrategias para el mejoramiento del sistema agroindustrial palma de aceite enfocado a la producción de biodiesel.
2. Evaluar la competitividad nacional del sistema agroindustrial biodiesel palma de aceite mediante indicadores tangibles, económicos y financieros, e intangibles, capital intelectual, para plantear una estrategia de innovación que destaque las ventajas económicas y sociales de producir el biodiesel con este sistema que le permitan competir y ser una alternativa viable en la sustitución del diésel de petróleo.

Metodología empleada

Secuencia metodológica para el análisis del potencial del aceite de palma en la producción de biodiesel

A partir de los objetivos planteados y con las metodologías adaptadas a la solución del problema se creó la secuencia metodológica. En la figura 1 se muestra el modelo que se empleó para el acercamiento al problema y propuesta de soluciones y recomendaciones.

En primer lugar se hizo la revisión de la problemática del sector, el planteamiento de las preguntas de investigación y la selección de las herramientas teóricas, metodológicas y de análisis, lo que derivó en el modelo del proceso metodológico.

Se realizó la búsqueda de fuentes de información para los análisis financieros y de costos, en los casos específicos de las industrias (extractoras y de biodiesel) se elaboraron encuestas para la colecta de información, y en el caso de los palmicultores se recurrió a obtener la información de las Agencias de Gestión de la Innovación (AGI) en los estados productores. Del mismo modo se realizaron dos entrevistas a profundidad a expertos en la cadena agroindustrial palma de aceite y de la elaboración de biodiesel para los aspectos cualitativos del modelo de investigación.

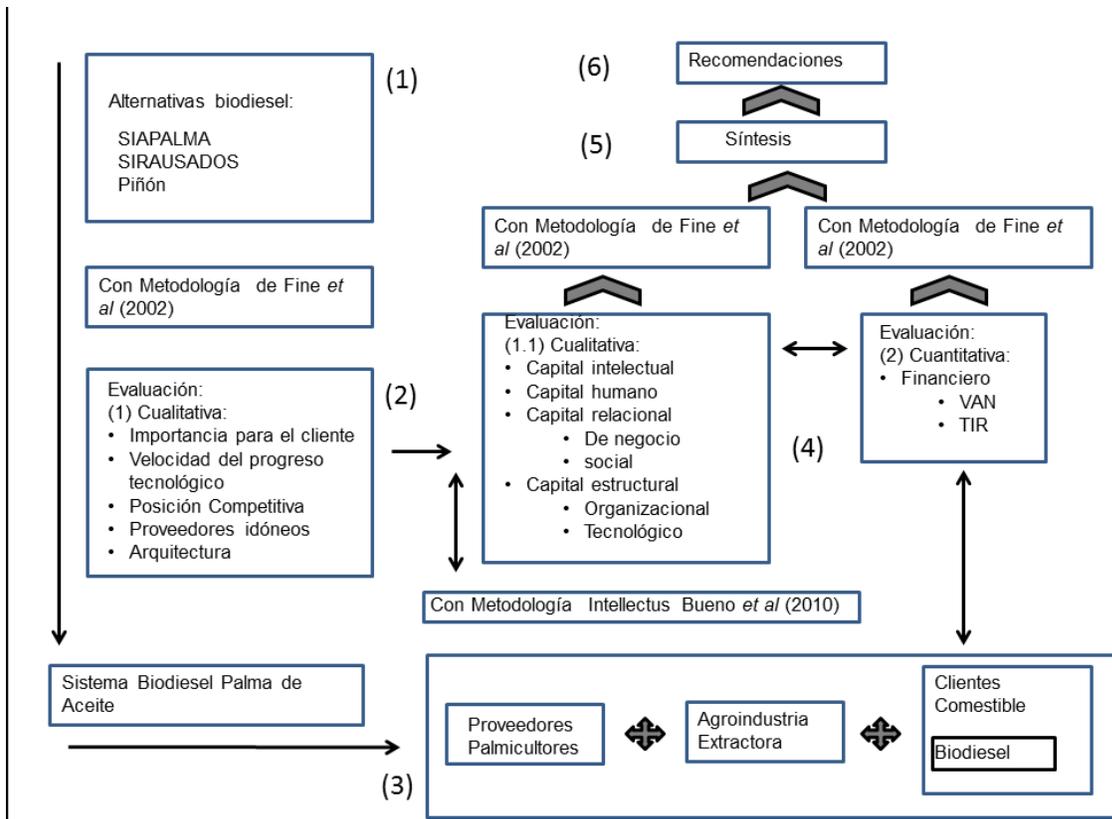


FIGURA I-1.- SECUENCIA METODOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS DEL POTENCIAL PRODUCTIVO DE LA PALMA DE ACEITE PARA BIODIESEL.

Fuente: elaboración propia con modificaciones de las propuestas de Adner (2006), Fine et al (2002) y Bueno et al (2008).

Elementos de diseño del proceso metodológico

Considerando el enfoque de la teoría de la visión de la firma basada en los recursos y la visión de la red de relaciones de negocios o aplicación del análisis de redes de valor (Rodríguez y Hernández, 2003;) se evaluó al sistema agroindustrial biodiesel palma de aceite, las metodologías de evaluación fueron el Modelo de Estimación del Valor Estratégico (SVA) y en sustitución del Análisis del Valor Económico Agregado (EVA), se aplicó la evaluación económico-financiero del sistema

biodiesel-FAO para evaluar proyectos de aceites vegetales y biodiesel (Fine *et al*, 2002).

Se diseñó una metodología adaptada a las características y necesidades de estudio del sistema agroindustrial aceite de palma orientada a la producción de biodiesel, evaluando con el SVA las tres alternativas de producción de biodiesel en México y adaptando la metodología de Bueno *et al* (2008) en un segundo análisis para evaluar el SVA del sistema biodiesel palma de aceite.

Punto de partida para el análisis de sistemas agroindustriales

Proceso metodológico base

La primera etapa de análisis consistió en determinar la posición competitiva con respecto a tres sistemas agroindustriales enfocados a la producción de biodiesel a saber: Biodiesel palma de aceite, piñón y aceites usados.

La finalidad de la segunda etapa, que corresponde al análisis del sistema agroindustrial biodiesel palma de aceite, consiste en determinar la estructura y funcionamiento del sistema en estudio tomando como punto de partida los eslabones involucrados y su competitividad relativa dentro del sistema.

Matriz de congruencia por artículo

Título del artículo:	ALTERNATIVAS Y ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN DE BIODIESEL BAJO EL MODELO DE ESTIMACIÓN DE VALOR ESTRATÉGICO
Línea de investigación:	Análisis de Sistemas Agroindustriales
Problema a investigar:	En México, a pesar del inminente desabasto o agotamiento del petróleo, se ha probado poco la producción de biodiesel a partir de aceite de palma, aceite de piñón y aceites de recolección, por lo que su potencial no está plenamente valorado (Akinci et al., 2008, Zamarripa y Díaz, 2008). En este momento, es indispensable realizar las valoraciones a los sistemas de producción de biodiesel con el propósito de identificar sus debilidades y áreas de mejora.
Justificación:	<ol style="list-style-type: none">1. Debido a que el petróleo es un recurso natural finito sujeto al agotamiento con una oferta a punto de llegar a su máximo productivo seguido del declive y agotamiento del recurso fuerza a promover alternativas de sustitución sobretodo en combustibles (Fine <i>et al</i>, 2002)2. El cambio climático y protocolos a favor del cuidado ambiental promueven cambios en combustibles de origen fósil por alternativas más amigables con el medio ambiente.3. El cambio de la agricultura tradicional por la agricultura sostenible promueve cultivos más rentables y una mejor distribución de la riqueza en el medio rural.4. A la fecha no se ha realizado ningún estudio semejante para determinar la competitividad de los tres sistemas de producción de biodiesel vigentes.

	5. Tampoco se ha usado la metodología propuesta para analizar algún sistema agroindustrial en México.
Marco teórico:	<p>1. Metodología de las Determinantes de la Ventaja Competitiva Nacional (Porter, 2007)</p> <p>2. Estimación del valor estratégico propuesto (Fine <i>et al</i>, 2002)</p> <p>3. Metodología Intellectus para medir el capital intelectual (Bueno <i>et al</i>, 2008)</p> <p>4. Asociaciones inter-empresariales de los “ecosistemas de innovación” (Adner, 2006)</p>
Marco de referencia:	<p>1. Diseño de estrategias para aumentar la competitividad de cadenas productivas con productores de pequeña escala (Lundy, Gottret, Cifuentes, Ostertag y Best, 2004)</p> <p>2. Cadenas de valor en la agroindustria (Iglesias, 2002)</p> <p>3. Rentabilidad financiera, Teoría del enfoque de redes, Creación estratégica de valor.</p>
Objetivo general:	Analizar las mejores alternativas de producción de biodiesel que se están realizando y/o proponiendo en México mediante el análisis propuesto por Fine <i>et al</i> (2002) con lo cual se propondrán estrategias para el mejoramiento de los sistemas evaluados incluido el sistema agroindustrial biodiesel palma de aceite.
Objetivos particulares:	1. Analizar los tres sistemas productivos de biodiesel en México mediante la metodología propuesta para realizarles mejoras.

<p>Preguntas de investigación:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Puede el SAI-BPA ser una opción, económica, humana, organizativa, tecnológica, financiera y socialmente viable, en la producción de biodiesel? 2. ¿Cuáles son los problemas inherentes al proyecto de elaboración de biodiesel en cada uno de los componentes del sistema, cuales ya la mala integración con los componentes del ecosistema de innovación y en qué medida hay fallas en la interdependencia de los componentes? 3. ¿Puede o podrá en un futuro sustituir total o parcialmente al diésel de petróleo?
<p>Hipótesis:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué alternativas de producción de biodiesel se están desarrollando en México? 2. ¿Cuál alternativa es más pertinente actualmente y en el futuro? 3. ¿Cómo se puede mejorar al ecosistema agroindustrial palma de aceite para producción de biodiesel?
<p>Palabras clave:</p>	<p>Combustible alternativo; Combustible sustentable; Valor estratégico; Capital intelectual; Ventaja sostenible; Creación estratégica de valor.</p>
<p>Clasificación JEL:</p>	<p>JEL: D78 - Análisis positivo de las decisiones políticas y de su ejecución</p> <p>JEL: D85 - Formación y análisis de redes: Teoría</p> <p>JEL: D83 - Búsqueda; Aprendizaje; Información y conocimiento</p> <p>JEL: F36 - Aspectos financieros de la integración económica</p> <p>L1 Estructura de mercado, estrategia empresarial y funcionamiento del mercado</p>

L21 Objetivos de negocio de la empresa

O13 Agricultura; Recursos naturales; Energía; Medio ambiente; Otros productos primarios

O18 Análisis regional, urbano y rural

O32 Gestión de la innovación tecnológica y de la I + D

P51 Análisis comparativo de los sistemas económicos

Q16 I + D; Tecnología agraria; Servicios de extensión agraria

Q42 Fuentes de energía alternativa

Título del artículo:	COMPETITIVIDAD DEL SISTEMA AGROINDUSTRIAL BIODIESEL PALMA DE ACEITE EN MÉXICO.
Línea de investigación:	Análisis de Sistemas Agroindustriales
Problema a investigar:	Analizar como la disparidad de visión y dinámica de los integrantes del sistema agroindustrial biodiesel palma de aceite mexicano afectan la competitividad del sistema en lo particular y en el conjunto
Justificación:	<p>1. Las estrategias para lograr la competitividad de un sistema agroindustrial dependen del modelo y las interrelaciones de sus componentes (si es por el modelo empresa red o por relaciones tradicionales) (Adner, 2006)</p> <p>2. La demanda potencial por biodiesel como sustitución del 5% de diésel de petróleo alcanza los 1500 millones de dólares anuales (Calculo propio)</p> <p>3. A pesar del enorme potencial de producción y las condiciones económicas, tecnológicas, humanas, organizativas y sociales para la competitividad del sistema biodiesel palma de aceite este no lo es.</p> <p>4. A la fecha no se ha realizado ningún estudio semejante para determinar la competitividad del sistema a partir de la metodología intellectus que mide el capital intangible o capital intelectual.</p> <p>5. Tampoco se ha usado la metodología propuesta para analizar algún sistema agroindustrial en México.</p>
Marco teórico:	<p>1. Metodología de las Determinantes de la Ventaja Competitiva Nacional (Porter, 2007)</p> <p>2. Análisis del ecosistema de innovación propuesto (Adner, 2006)</p>

	3. Metodología Intellectus para medir el capital intelectual (Bueno <i>et al</i> , 2008)
Marco de referencia:	<p>1. Diseño de estrategias para aumentar la competitividad de cadenas productivas con productores de pequeña escala (Lundy <i>et al</i>, 2004)</p> <p>2. Cadenas de valor en la agroindustria (Iglesias, 2002)</p> <p>3. Rentabilidad financiera, Teoría del enfoque de redes, Capital intelectual, Acción colectiva, Creación estratégica de valor.</p>
Objetivo general:	Evaluar el desempeño del sistema agroindustrial biodiesel palma de aceite a través de los componentes principales de su red de relaciones de negocio usando indicadores financieros e intelectuales para plantear una estrategia de innovación que destaque las ventajas económicas y sociales de producirlo con este sistema y que le permitan competir en la producción de una alternativa viable de sustitución del diésel de petróleo.
Objetivos particulares:	1. Analizar por eslabón el capital financiero e intelectual del SAI-BPA
Preguntas de investigación:	<p>1. ¿Puede el SAI-BPA ser una opción, económica, humana, organizativa, tecnológica, financiera y socialmente viable, en la producción de biodiesel?</p> <p>2. ¿Cuáles son los problemas inherentes al proyecto de elaboración de biodiesel en cada uno de los componentes del sistema, cuales ya la mala integración con los componentes del ecosistema de innovación y en qué medida hay fallas en la interdependencia de los componentes?</p> <p>3. ¿Puede o podrá en un futuro sustituir total o parcialmente al diésel de petróleo?</p>
Hipótesis:	1. La producción de biodiesel a partir de aceite de palma es una innovación en la red de negocio del SAI-BPA el cual presenta dificultades en su integra-

ción para alcanzar su pleno potencial productivo, el cual puede mejorarse mediante estrategias adecuadas a su problemática

2. El desempeño individual de los eslabones del sistema agroindustrial biodiesel palma de aceite determinan la competitividad del conjunto a su vez la competitividad individual está determinada por la vinculación entre el capital intelectual y el financiero.

Palabras clave: Combustible alternativo; Combustible sustentable; Adición estratégica de valor; Capital intelectual; Modelo *intellectus*; Ventaja sostenible.

Clasificación JEL: JEL: D78 - Análisis positivo de las decisiones políticas y de su ejecución

JEL: D85 -Formación y análisis de redes: Teoría

JEL: D83 – Búsqueda ; Aprendizaje; Información y conocimiento

JEL: F36 - Aspectos financieros de la integración económica

L1 Estructura de mercado, estrategia empresarial y funcionamiento del mercado

L21 Objetivos de negocio de la empresa

O13 Agricultura; Recursos naturales; Energía; Medio ambiente; Otros productos primarios

O18 Análisis regional, urbano y rural

O32 Gestión de la innovación tecnológica y de la I + D

P51 Análisis comparativo de los sistemas económicos

Q16 I + D; Tecnología agraria ; Servicios de extensión agraria

Q42 Fuentes de energía alternativa

CAPITULO 2. Alternativas y estrategias de producción de biodiesel bajo el modelo de estimación de valor estratégico¹

Resumen

El petróleo es un recurso natural finito, sujeto al agotamiento, por ello en el mundo se analizan las mejores alternativas en apoyo a la diversificación energética. En este trabajo el objetivo fue comparar el aporte de valor de tres sistemas de producción de biodiesel en México: aceite de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.), aceite de piñón blanco (*Jatropha curcas* L.), y recolección de aceite comestible usado; y proponer estrategias para el mejoramiento de estos sistemas. Se utilizó el modelo SVA con las siguientes consideraciones: 1) importancia para el cliente mediante las variables facilidad de uso, percepción ecológica, precio, percepción de la seguridad alimentaria y abastecimiento; 2) velocidad del progreso tecnológico en cada eslabón de producción; 3) posición competitiva en términos del costo y precio de producción; 4) capacidad de la base de provisión para sustituir en 5% el diésel de petróleo; y 5) la arquitectura de los sistemas. Los resultados obtenidos indican que los sistemas palma de aceite y recolección de aceite comestible usado son los más factibles a desarrollar en México; al poseer cualidades en precio, sustentabilidad y provisión, atractivas para los clientes de biodiesel con una competitividad relativa similar a la internacional y cercana a la del diésel de petróleo, además la arquitectura y potencial productivo del sistema palma de aceite facilitan su desarrollo. En cuanto al resto de los aportes de valor la provisión de materia prima es una fuente de valor aún no desarrollada plenamente en ningún sistema, y el ritmo de avance tecnológico del último eslabón productivo indica alto valor estratégico y favorece el desarrollo interno.

¹ Este capítulo fue enviado a la revista Agrocienza para su publicación

1. Introducción

Encontrar sustitutos al diésel de petróleo es una de las mayores preocupaciones a nivel global ante una eventual crisis energética (Dermibas y Balat, 2006; Tash-toush Al-Widyan, y Albatayneh, 2007). Hasta ahora, la mejor opción de sustitución es el biodiesel, y de ella varios sistemas productivos los cuales hay que identificar y evaluar para proponer la opción más apta en la diversificación energética (Dermibas, 2008; Ortega, Acosta y González, 2010).

En la producción de biodiesel hay tres avances o generaciones tecnológicas. Y su avance tecnológico depende del impacto sobre la seguridad alimentaria. La primera generación (Makareviciene y Janulis, 2003; Murugesan, Umarani, Chinnusamy, Krishnan, Subramanian y Neduzchezhain, 2009), emplea como materia prima cualquier grasa animal o semilla oleaginosa como la soya (*Glicine max*), canola (*Brassica napus*), girasol (*Helianthus annus*) y palma africana (*Elais guinensis* J.). Del segundo avance su fuente de materia prima son aceites de origen vegetal no comestibles, y aceite vegetal usado para desecho también aceite de piñón blanco (*Jatropha curcas* L.) (Lang, Dalai, Bakhshi, Reaney, y Hertz, 2001; Lafont, Páez, y Torres, 2011; Balat y Balat, 2008). Por último, la tercera generación aún está en fase experimental y usa como materia prima algas cultivadas no aptas para consumo (Mikulec, Cvengroš, Joríková, Banič, Kleinová, 2010).

La comparación y evaluación tecnológica del biodiesel se efectúa actualmente en países de Europa, Sudamérica y Asia donde el uso y perfeccionamiento de especies y sistemas agroindustriales con potencial para generar biodiesel, se desarrollan principalmente con tecnologías de primera generación.

En México, a pesar del eventual desabasto o agotamiento del petróleo, se ha probado poco la producción de biodiesel a partir de aceite de palma, aceite de piñón blanco o aceites de recolección y su potencial no está plenamente valorado (Akin-ci, Kassebaum, Fitch, y Thompson, 2008, Zamarripa y Díaz, 2008). Ahora es pertinente valorar estos sistemas productivos con el propósito de identificar sus debilidades y áreas de mejora.

La recomendación de Ortega *et al.* (2010) para evaluar el potencial productivo del biodiesel es analizar las perspectivas técnica, económica y social, valorando aspectos como capital para la producción, disponibilidad de tierra y mano de obra, entre otros. Sin embargo, otros autores sostienen que para evaluar alternativas se deben privilegiar las opciones donde hay ventaja competitiva o mayor aporte de valor económico, abarcando también aspectos de naturaleza intangible. En una evaluación holística ambas estimaciones son necesarias porque permiten corregir, desaprobar, promover o incentivar el desarrollo de los sistemas propuestos (Bueno *et al.*, 2008; Fine *et al.*, 2002).

En el estudio de la creación de valor Prahalad y Ramaswamy (2000) y Bueno (2005) consideran que ha habido una evolución. Iniciada en la sociedad basada en la agricultura; y continua en la sociedad industrial y postindustrial. Por ejemplo, Marx (1857) argumentó que la fuente de la riqueza estaba en la tierra, trabajo y capital. Por su parte, Schumpeter (1939) y Solow (1987) discutieron el factor tecnológico. Sin embargo, bajo el enfoque de la estructura industrial y sistema de negocios actuales el estudio de las fuentes de valor se realiza principalmente en la

generación del conocimiento (Prahalad y Ramaswamy, 2000; Bueno, Salmador, y Merino, 2008).

Estudiosos de la creación de valor y la competitividad consideran que ambas se dan a través de la combinación del capital físico-financiero tradicional más lo que llaman “activos intangibles”. Unos y otros, tangibles e intangibles, dicen son la fuente de valor más importante en la economía de las organizaciones. Recientemente surge el concepto “capital intelectual” como perspectiva estratégica que interpreta o da razón de la diferencia entre valor contable y valor de mercado (Bueno *et al.*, 2008).

Los modelos de medición y gestión del capital intelectual han evolucionado en tres enfoques principales: financiero-administrativo, estratégico corporativo y social evolutivo (Bueno, 2005). Porter (2007) es uno de los principales expositores del enfoque estratégico corporativo y precursor del enfoque social evolutivo; en su trabajo enfatiza las determinantes de la ventaja competitiva nacional, considerando no solo a la clientela como fuente de valor, sino también a las industrias relacionadas y de apoyo. En su propuesta analiza la condición de los factores productivos, estrategias y la estructura y rivalidad de las empresas.

Por su parte, Brandenburger y Nalebuff (1996) enriquecen el enfoque de Porter y analizan específicamente a los complementadores. Trabajos posteriores hacen énfasis en la búsqueda de valor a través de clientes potenciales, como en la “estrategia del océano azul” (Wan y Mouborgne, 2004) y las asociaciones interempresariales de los “ecosistemas de innovación” de Adner, (2006); sin embargo,

estos son variantes de alguna de las determinantes de ventaja competitiva (Porter, 2007).

Metodologías recientes, desde 1998 hasta ahora, se apoyan en el modelo social evolutivo para la evaluación de las empresas, (Bueno et al., 2008). Fine *et al.* (2002) en su modelo “Rapid response” integran al análisis de valor económico agregado* (EVA por sus siglas en inglés) el modelo de estimación del valor estratégico** (SVA) agregando así un componente cualitativo al proceso tradicional de evaluación y toma de decisiones. Con esta metodología se han diseñado y rediseñado redes de valor de empresas en telecomunicaciones, computadoras, automóviles y cuidado de la salud, identificando las actividades que contribuyen o no a la creación de valor dentro de la cadena.

El modelo SVA se aplicó en este trabajo con el objeto de analizar las mejores alternativas de producción de biodiesel que se están realizando y/o proponiendo en México con lo cual se delinearán estrategias de mejora a los sistemas biodiesel en México.

*EVA se refiere al análisis económico tradicional que proporciona un valor financiero cuantitativo.

**SVA agrega un componente cualitativo al proceso de evaluación y toma de decisiones.

2. Materiales y métodos

La evaluación y comparación del aporte de valor de los sistemas de producción de biodiesel usó información del Centro de Investigación y Tecnología en Producción de Biocombustibles de Chiapas*, y encuestas a expertos. Los sistemas evaluados fueron el sistema agroindustrial palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.), el sistema agroindustrial piñón blanco (*Jatropha curcas* L.) y el sistema de recolección de aceite comestible usado. La evaluación se desarrolló bajo el modelo SVA que considera cinco criterios: importancia para el cliente, velocidad del progreso tecnológico, posición competitiva, suficiencia de proveedores y en qué medida es integral o modular para la arquitectura general.

Aplicando estos criterios y algunas consideraciones particulares se compararon las tres alternativas para la producción de biodiesel; en algunos temas se incluyó la opción de diésel de petróleo, calificando cada criterio con las siguientes posibilidades propuestas

Cuadro II-1. Criterios clave y posibilidades en la estimación del valor estratégico

<i>Criterio</i>	<i>Importancia para el cliente</i>	<i>Velocidad del progreso tecnológico</i>	<i>Posición competitiva</i>	<i>Existencia de proveedores idóneos</i>	<i>Arquitectura del sistema</i>
<i>Posibilidad</i>	<i>Alta = 3</i>	<i>Rápida = 3</i>	<i>Ventaja</i>	<i>Muchos</i>	<i>Integral</i>
	<i>Mediana = 2</i>	<i>Media = 2</i>	<i>Paridad</i>	<i>Pocos</i>	<i>Modular</i>
	<i>Baja = 1</i>	<i>Lenta = 1</i>	<i>Desventaja</i>	<i>Ninguno</i>	<i>----</i>

Fuente: Fine *et al.*, 2002.

Las estrategias de decisión de las actividades productivas son: realizarlas internamente, invertir en desarrollarlas, derivarlas parcialmente a terceros, asociarse o adquirirlas, desarrollarlas parcialmente, escindir, desarrollar a los proveedores y derivarlas a terceros. Fine *et al.* (2002) proponen que estas estrategias dependen

de las siguientes razones: 1) Alta importancia para el cliente y rápida velocidad del progreso tecnológico indican alto valor estratégico, y apuntan hacia el desarrollo interno; 2) Con posición competitiva fuerte el desarrollo interno es lo indicado; 3) La capacidad de provisión es requisito para derivar a terceros y; 4) Un alto grado modular de los procesos facilita la derivación a terceros.

2.1. Importancia para el cliente

Fine *et al.* (2002) miden las preferencias del cliente en tres categorías (alta, media y baja) y son base para mantener un proceso dentro de la empresa cuando hay alta preferencia o subcontratarlo en caso contrario (Wan y Mouborgne, 2004). Una alta preferencia del cliente indica un producto muy estimado y deberá conservarse el proceso, en contraste la baja preferencia indica un commodity y el proceso o producto deberá delegarse.

Para determinar las preferencias del cliente de biodiesel en este trabajo se usaron cinco variables, recurrentes en la bibliografía, sobre: facilidad de uso, percepción ecológica, precio, percepción de la seguridad alimentaria y abastecimiento. Con ellas fue estimado para cada sistema productivo el valor que representa para el usuario de biodiesel su origen. Fue valorada con el criterio de expertos en biodiesel a través de encuestas.

[¶]Es el centro de Investigación y desarrollo del programa Chiapas Bioenergético y el programa Mesoamericano de Biocombustibles.

2.2. Velocidad del progreso tecnológico

Con este criterio se evaluó la velocidad con la que están cambiando las tecnologías principales del producto o sistema. Para ello, Fine *et al.* (2002) proponen tres categorías de velocidad: rápida, media o lenta. En cada sistema se evaluaron sus tres eslabones: primario, extracción de aceite (molienda) y producción de biodiesel. Bajo este criterio se realizaron encuestas a expertos y los resultados son la moda. Si existe velocidad del progreso tecnológico rápido debe desarrollarse el proceso para mantener y apropiarse de ventaja competitiva.

2.3. Posición competitiva

La posición competitiva se evalúa comparando el precio de producción del biodiesel por sistema. Se comparan los precios de producción nacional libre a bordo en planta (LAB) contra el precio internacional del biodiesel Cost, insurance and freight (CIF) puerto de Rotterdam. Ambos precios son referencias de un mismo bien y la razón para compararlos se debe a que en su acepción más antigua y común, el término competitividad se refiere a la medida en que los precios de los bienes y servicios de un país pueden fijarse para competir con los de otros países. Un país no es competitivo si los precios de sus bienes terminados son demasiado elevados con relación a los de los países competidores (Warner, 2003). En el comparativo, el desempeño competitivo se clasifica en las siguientes categorías: paritario si los precios son iguales o similares, con ventaja si los precios difieren y el precio de la opción es menor y desventaja competitiva si los precios difieren y el precio de la opción es mayor que el del diésel o el internacional.

Se decide desarrollar el proceso internamente si hay una mayor posición competitiva. La asignación del desempeño competitivo, basadas en la comparación de precios, es apreciación de los autores.

2.4. Suficiencia de proveedores

La fortaleza relativa de la base de provisión se considera como un criterio clave en la estructura de valor estratégico, y son tres las categorías posibles: pocos, muchos o ningún proveedor. Se consideró la base existente de proveedores para las extractoras o recolectores de aceite, así como la capacidad instalada de las extractoras para abastecer la demanda nacional de biodiesel. La base disponible se comparó con aquella necesaria o idónea para satisfacer la demanda de una mezcla al 5% de biodiesel (B5) del total requerido para el autotransporte.

La empresa decide desarrollar el proceso si existe una reducida disponibilidad de proveedores, la disposición de calificar la suficiencia de proveedores es de los autores basados en la comparación de la base existente contra la necesaria y el potencial productivo por opción.

2.5. Arquitectura

Se refiere al acoplamiento entre los elementos del producto. En este caso solo se distinguen dos variables o categorías: la fabricación modular y la integrada. La primera permite elaborar sus componentes por separado y su posterior ensamblaje o finalización; la segunda requiere que todos los elementos deban estar presentes o desarrollarse en conjunto. Con la arquitectura modular se permite delegar la

fabricación, pudiendo focalizar y optimizar las inversiones del sistema. La empresa decide desarrollar el proceso si el proceso necesita una arquitectura integrada.

En general, las decisiones se basan en los siguientes criterios: una alta importancia para el cliente y rápida velocidad del progreso tecnológico indican alto valor estratégico y determinan hacia el desarrollo interno. El desarrollo interno es lo indicado en áreas donde la posición competitiva es fuerte para no perder la ventaja. La capacidad de la base de provisión es requisito para que la derivación a terceros sea exitosa. Un alto grado de “modularidad” en la arquitectura de la cadena de valor facilita la derivación a terceros. La aserción del tipo de arquitectura en los sistemas es de los autores guiados por su experiencia en los procesos productivos y la revisión realizada.

3. Resultados y discusión

3.1. Importancia para el cliente

La preferencia que tiene el cliente sobre cualquier producto o servicio es la base para la permanencia y éxito de los sistemas productivos. Por tanto, las empresas, industrias y sistemas analizan el diseño y rediseño de su cadena de valor, buscando obtener la preferencia de los clientes (Cuadro II-2). Actualmente, los clientes tienen preferencia por los combustibles que sean amigables con el ambiente, no compitan con la producción de alimentos y que sean recursos renovables.

Cuadro II-2. Variables relevantes de importancia para el cliente de diésel o biodiesel

<i>Sistema</i>	<i>Facilidad de uso</i>	<i>Percepción ecológica</i>	<i>Precio</i>	<i>Percepción alimentaria</i>	<i>Abastecimiento</i>
<i>Aceite de palma</i>	<i>Media</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Baja</i>
<i>Jatropha</i>	<i>Media</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Alta</i>	<i>Baja</i>
<i>Usado</i>	<i>Media</i>	<i>Alta</i>	<i>Baja</i>	<i>Alta</i>	<i>Baja</i>
<i>Diésel</i>	<i>Alta</i>	<i>Baja</i>	<i>Alta</i>	<i>Alta</i>	<i>Alta</i>

Fuente: Elaboración propia con encuestas a especialistas.

Aceite de palma crudo (APC): Procedente del sistema agroindustrial palma de aceite (SIAPALMA).

Jatropha: Aceite de *Jatropha curcas* procedente del sistema agroindustrial piñón (SIAPÍÑON).

Usado: Aceite de recolección y cebos animales procedentes del sistema de recolección de aceites usados (SIRAUADO).

Diésel: Diésel de petróleo.

En México, las preferencias por el biodiesel no están desarrolladas porque su producción es incipiente, por lo que el cliente orienta sus preferencias hacia la única opción existente: el diésel de petróleo. Aun así, las opciones propuestas son iguales o mejores que el diésel, en términos de lo que el cliente desearía (Wan y Mouborgne, 2004).

a) Abastecimiento y percepción ecológica

Cualquier combustible debe reunir tres características de abasto: sostenible, suficiente y continuo; en esto el sistema palma de aceite sobresale porque tiene mayor superficie sembrada y potencial, rendimiento y volumen. En contraste, el piñón blanco o jatropha y los aceites comestibles de recolección, por ahora no disponen de paquetes tecnológicos o programas estructurados que los hagan sostenibles (Ramadhas *et al.*, 2004).

En igualdad de precios, los expertos coincidieron en que los consumidores seguramente elegirían al biodiesel sobre el diésel de petróleo al ser un recurso renovable, amigable con el medio ambiente y disponer de una fuente de combustible permanente (Ali, 2011; Murugesan *et al.*, 2009; Balat y Balat, 2008).

1) *Potencial productivo por sistema*

Los resultados de las encuestas referidos al abasto son consistentes con el potencial productivo de los sistemas referidos en la bibliografía. El abasto de los sistemas agroindustriales jatropha y palma de aceite dependen de la superficie y rendimiento de su cultivo mientras que el potencial del sistema de recolección de aceite comestible usado depende de los centros de acopio. La siguiente descripción por sistema corrobora lo antes dicho y muestra su potencial.

Sistema agroindustrial Jatropha

Zamarripa y Díaz (2008) mostraron mediante una zonificación agroecológica que existen más de 6 millones de hectáreas con mediano y alto potencial para el establecimiento de plantaciones de piñón de jatropha en varias entidades de la República Mexicana.

Cuadro II-3. Superficie potencial de *Jatropha curcas* en México

<i>Estado</i>	<i>Potencial alto (ha)</i>	<i>Potencial medio (ha)</i>
<i>Sinaloa</i>	557 641	
<i>Tamaulipas</i>	317 690	442 935
<i>Guerrero</i>	282 158	283 191
<i>Chiapas</i>	230 273	
<i>Michoacán</i>	197 288	
<i>Veracruz</i>		336 314
<i>Sonora</i>		348 446
<i>Jalisco</i>		262 989
<i>Otros</i>	1 014 950	1 726 125
<i>Total</i>	2 600 000	3 400 000

Fuente: Elaborado con datos de Zamarripa y Díaz (2008).

E. Caballero (Comunicación personal, mayo de 2012) opina que en las zonas de alto potencial productivo el rendimiento medio es de una tonelada de fruta por hectárea, o 50 L ha⁻¹ año⁻¹ de aceite. Por lo tanto, si se considera la superficie total susceptible de plantarse con *jatropha* en las zonas de alto y mediano potencial productivo, la producción total de biodiesel apenas podría satisfacer el 1.5% de la demanda nacional de combustible para el autotransporte. De ponerse en práctica acciones de fomento, este sistema agroindustrial debería crecer hasta 20 millones de hectáreas para abastecer el 5% de la demanda de diésel, escenario poco realista al sólo existir seis millones potenciales de ellas.

Sistema agroindustrial palma de aceite

En este sistema las zonas productoras se ubican en cinco regiones de cuatro estados, ubicadas cerca de tres polos de desarrollo, con plantas de extracción de aceite en el sureste mexicano.

Cuadro II-4. Superficie potencial de *Elaeis guineensis* en México

<i>Estado</i>	<i>En producción (ha)</i>	<i>Alto (ha)</i>	<i>Potencial Medio (ha)</i>
<i>Chiapas</i>	25 600	900 000	-----
<i>Veracruz</i>	6 417	400 000	3 229 310
<i>Campeche</i>	3 145	270 000	-----
<i>Tabasco</i>	3 440	400 000	-----
<i>Total</i>	38 602	1 970 000	6 500 000

Fuente: con datos de SIAP (2010) y Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (OEIDRUS) del estado de Veracruz.

Dentro del sistema agroindustrial aceite de palma crudo (APC), Chiapas es el estado más importante en la producción porque procesa cerca de 84% de los racimos de fruta fresca (RFF) nacionales y dispone dos de tres zonas industriales productoras de aceite de palma crudo (Palenque y Soconusco); la tercera se ubica

en Veracruz. Para 2010 la totalidad de racimos de fruta fresca (RFF) producidos en estas tres zonas fue de 423 000 toneladas, con un rendimiento en aceite de 84 629 toneladas (93 533 377 de litros). Estas cifras indican que manteniendo la productividad actual, tan solo 300 000 hectáreas serían suficientes para abastecer el 5% de los requerimientos de diésel que usa el autotransporte en México (SIACON, 2010)

Sistema de recolección de aceites usados

A diferencia de los anteriores sistemas el potencial de este no depende de la superficie y ni sus rendimientos. La viabilidad de los proyectos de recolección depende de asegurar la provisión de la materia prima, que es limitada en volumen y difícil de recolectar. Para resolver este problema se requiere la colaboración de diferentes grupos de actores proveedores del aceite (Manuel, 2010). En el caso específico de Chiapas, E. Caballero (Comunicación personal, mayo de 2012) dice que los mecanismos para recolectar el aceite de recolección comestible usado han sido la donación, convenios, regulación (normativa) y compras.

b) Precio y facilidad de uso

Volviendo a las preferencias del usuario, el diésel de petróleo aventaja a las opciones renovables en tres variables: precio, facilidad de uso y abastecimiento (por lo menos en el corto y mediano plazo). Esto se debe a que el precio del diésel de petróleo cuenta con subsidios que el biodiesel no (Tashtoush *et al.*, 2007), resultando más atractivo al usuario por precio y erigiéndose en la principal barrera de

entrada del biodiesel al mercado. Aun así, la competitividad relativa, medida en precio, indica que el aceite de recolección comestible usado es la mejor opción para producir diésel; le siguen el petróleo y la palma. La jatropha queda excluida porque el costo de producción es prohibitivo.

La segunda variable en la que el diésel de petróleo aventaja a las opciones renovables es la capacidad de encendido en los motores; cualquier biodiesel tiene dificultades para encender en clima frío y genera problemas de sarro en tuberías y tanques, lo que provoca mayor consumo (Murugesan *et al.*, 2009).

c) Percepción alimentaria.

Una última variable relevante para el usuario es el abasto, sobre todo si el combustible compite con la producción de alimentos. Esta situación solo se presenta en la producción de aceite de palma porque se usa ampliamente en la industria alimentaria y los hogares para cocinar. El aceite de jatropha y el de recolección no son aptos para utilizarse en los alimentos por su nivel tóxico y alto índice de degradación.

Finalmente, es necesario destacar que de las cuatro opciones existentes (biodiesel palma de aceite, piñón blanco, aceite de recolección comestible usado y diésel de petróleo), el precio y la disponibilidad de combustible son los factores más relevantes para el consumidor, cliente o usuario. La adopción de la palma de aceite como fuente de biodiesel ocurrirá cuando su precio sea similar al proveniente de petróleo (Wen *et al.*, 2009). Por lo tanto, con estas evidencias y reconociendo que el petróleo es un material finito, sujeto al agotamiento, y susceptible de una eventual crisis energética, se recomienda prever y desarrollar internamente la produc-

ción de biodiesel sobre todo en los sistemas con suficiencia de abastecimiento y competitividad.

3.2. Velocidad del progreso tecnológico

Fine *et al.* (2002) mencionan que los elementos, de la cadena de valor o sistema, que presentan un cambio más acelerado de las tecnologías del producto son más proclives a experimentar innovaciones y para mantener la aptitud tecnológica requieren crecientes inversiones en conocimiento. Señalan además que aun cuando existan elementos cruciales, si estos tienen ritmos de cambio tecnológico relativamente lentos es menos probable que pierdan posición competitiva y por tanto pueden delegarse.

En el Cuadro 5 se muestra la velocidad del cambio tecnológico para cada alternativa en cada eslabón de producción. El eslabón primario está integrado por los palmicultores y recolectores de aceite de recolección comestible usado. El siguiente eslabón comprende las industrias de molienda y extracción. El tercer eslabón comprende las actividades de producción y refinación de diésel.

Cuadro II-5. Velocidad del progreso tecnológico

<i>Sistema</i>	<i>Eslabón primario</i>	<i>Eslabón extracción</i>	<i>Eslabón biodiesel</i>
<i>Aceite de palma crudo</i>	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Alta</i>
<i>Jatropha</i>	<i>Media</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alta</i>
<i>Usado</i>	<i>Baja</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alta</i>
<i>Diésel</i>	<i>(N/A)</i>	<i>Alta</i>	<i>Alta</i>

Fuente: Elaboración propia con datos de expertos en encuesta ciega.

El ritmo tecnológico del eslabón primario en el sistema aceite de recolección comestible usado es lento, mientras que el de palma y jatropha es medio; por tanto, la recolección de aceite se debe delegar a terceros, pero en palma y piñón se debe invertir en conocimiento que impulse el avance tecnológico. De acuerdo con lo anterior y según la propuesta de Fine *et al.* (2002) se recomienda delegar la producción de *commodities*. Sin embargo, es conocido que en el pasado reciente se delegó la provisión de aceites por ser considerados genéricos, por lo que la agroindustria de oleaginosas es un sistema estratégico tecnológicamente rezagado y poco competitivo.

En el segundo eslabón el progreso tecnológico de la palma de aceite es medio, mientras que el aceite de recolección comestible usado y la jatropha es bajo. Se llega a esta conclusión porque en el sistema palma de aceite existen ocho industrias extractoras con mediana o alta capacidad de extracción y la mitad de ellas tiene tecnología de extracción avanzada, por lo que fácilmente pueden escalar los volúmenes de proceso. El sistema jatropha por su carácter exploratorio no tiene ninguna planta de extracción. En el sistema de recolección existen dos centros de acopio. Por lo anterior, la recolección de aceite comestible usado y la extracción en jatropha se pueden derivar a terceros, pero se debe invertir en conocimiento para el sistema palma de aceite.

Por último, el ritmo tecnológico del tercer eslabón es rápido porque continuamente se están realizando mejoras en técnicas, equipos y métodos de fabricación del biodiesel. Por lo tanto, es un área prioritaria que no debe delegarse a terceros sino fomentar la adquisición de capacidad y competitividad. En este eslabón la veloci-

dad de progreso tecnológico es la misma en todos los sistemas considerados (Wen *et al.*, 2009).

Por lo anterior, el sistema palma de aceite tiene el más rápido ritmo de cambio tecnológico. Para no perder aptitud tecnológica debe desarrollarse y mejorarse internamente las tecnologías en cada eslabón del sistema. Con respecto a los otros dos sistemas, el desarrollo tecnológico se puede delegar.

3.3. Posición competitiva

A menudo las empresas ganan ventaja estratégica cuando desarrollan internamente aquellos elementos de su cadena de valor en los que tienen una ventaja competitiva relativa. Esto es cierto en áreas caracterizadas por un alta importancia para el cliente y un rápido progreso tecnológico. En cambio, las áreas de debilidad relativa pueden derivarse a terceros si se carece de capacidad para corregirla internamente (Arango, 2008; Fine *et al.*, 2002).

Una forma de medir la capacidad competitiva es comparar los costos de producción del biodiesel (Cuadro II-7). Para este caso se propone utilizar el precio paritario de importación o precio de indiferencia. Si el precio paritario de importación es mayor que el precio nacional se dice que existe una situación de ventaja competitiva; si ese precio es menor al precio doméstico existe una desventaja; si ambos precios son similares se considera que existen condiciones de paridad, y por tanto una posición competitiva (Warner, 2003).

Para este fin, se comparó el costo de producción de los sistemas propuestos contra el precio CIF del biodiesel en Rotterdam; esto muestra que hay una mínima

desventaja del sistema palma de aceite, por lo que se consideró que existe paridad; el sistema *Jatropha* tiene una condición de gran desventaja, mientras que el sistema de recolección (de aceite comestible usado) presenta una ventaja relativa (Cuadro II-6).

Cuadro II-6. Posición competitiva de los sistemas biodiesel nacional versus internacional

<i>Sistema</i>	<i>Precio nacional (pesos por litro)</i>	<i>Precio importación (pesos por litro)</i>	<i>Posición competitiva</i>
<i>APC</i>	\$ 17.50	\$ 15.67	<i>Paridad</i>
<i>Jatropha</i>	\$ 75.37	\$ 15.67	<i>Desventaja</i>
<i>Usado</i>	\$ 9.80	\$ 15.67	<i>Ventaja</i>
<i>Diésel</i>	\$ 10.81*		

Fuente: datos del Centro de Investigación y Tecnología en producción de Biodiesel del Instituto de Reversión Productiva y Bioenergéticos de Chiapas. Si se deseara importar al país los costos aumentan alrededor de 50 centavos por internar al país más \$1.80 por gastos de transporación marítima e importación por aduanas

* INPC del 11 de agosto de 2012. <http://elinpc.com.mx/precio-diesel/>.

Los precios con que compiten las distintas opciones son el resultado en su mayor parte de los costos de producción y de ellos el costo de materia prima representa un porcentaje importante del costo y precio final. Por tanto al proponer sistemas competitivos deberán privilegiarse los que tengan costos productivos y precio de materia prima bajos (Cuadro II-7).

Cuadro II-7. Balance de materias y estructura de costos por sistema

<i>Concepto de costo</i>	<i>Jatropha</i>		<i>Palma de aceite</i>		<i>Usado</i>	
	<i>kg</i>	<i>Costo</i>	<i>kg</i>	<i>Costo</i>	<i>kg</i>	<i>Costo</i>
<i>Materia prima e insumos:</i>		33 317.67		7 806.56		4 042.79
* <i>Aceite crudo</i>	400	32 000.00	400	6 488.89	400	2 725.12
* <i>Metilato de potasio</i>	21.780	808.04	21.780	808.04	21.780	808.04
* <i>Metanol</i>	48.241	377.73	48.241	377.73	48.241	377.73
* <i>Resina</i>	0.427	131.90	0.427	131.90	0.427	131.90
<i>Servicios y otros:</i>		337.28		337.28		337.28
* <i>Energía eléctrica</i>		99.80		99.80		99.80
* <i>Mano de obra</i>		201.92		201.92		201.92
* <i>Control de calidad</i>		35.56		35.56		35.56
Total	470.448	33 654.95	470.448	8 143.84	470.45	4 380.07

Fuente: datos del Centro de Investigación y Tecnología en producción de Biodiesel del Instituto de Reversión Productiva y Bioenergéticos de Chiapas.

Fine et al. (2002) recomiendan cuando existe ventaja competitiva que se desarrolle internamente la producción porque hay aporte de valor, es el caso del sistema

de recolección con ventaja competitiva relativa sobre los otros sistemas de producción; la palma de aceite está en igualdad relativa con los sistemas internacionales, por lo que su derivación es opcional; al sistema jatropha con desventaja competitiva relativa y por tanto debe derivarse a terceros (Cuadros II-6 y II-7).

3.4. Proveedores idóneos

La fortaleza relativa de la base de provisión para cualquier elemento dado de la cadena de valor también es un factor importante a considerar en la estructura de valor estratégico. A menor cantidad de proveedores de un elemento que no se desarrolla dentro de la empresa, más considerable es la influencia de aquellos sobre el “fabricante del bien”. En cambio, cuando la base de proveedores es amplia, es probable que las capacidades clave se consideren genéricas, no necesariamente una fuente de valor estratégico (Arango, 2008; Fine et al., 2002).

En los tres sistemas propuestos la base de provisión depende de dos eslabones previos al eslabón biodiesel; el eslabón primario se refiere a los agricultores o productores así como a recolectores de aceite de cocina usado, el segundo eslabón son las industrias extractoras y los centros de acopio de los recolectores, de la cantidad de ellos depende la fortaleza del sistema en conjunto (Cuadro II-8).

Cuadro II-8. Proveedores idóneos para el eslabón de extracción o acopio y para el eslabón biodiesel

<i>Sistema</i>	<i>Productores o recolectores*</i>			<i>Industrias extractoras o centros de acopio*</i>		
	<i>Existentes</i>	<i>Idóneos</i>	<i>Relativo</i>	<i>Existentes</i>	<i>Idóneos</i>	<i>Relativo</i>
<i>APC</i>	9 000	70 000	<i>Pocos</i>	4	105	<i>Poco</i>
<i>Jatropha</i>	2 000	980 000	<i>Ninguno</i>	0	105	<i>Ninguno</i>
<i>Usado</i>	2	3 920	<i>Ninguno</i>	2	105	<i>Poco</i>

Fuente: Elaboración propia.

* Calculados para satisfacer el 5% de la demanda de diésel empleado en transporte.

En los sistemas agroindustriales para producción de biodiesel, los proveedores sustanciales básicamente son quienes proveen materia prima para extraer aceite y las extractoras que proveen aceite a la planta de biodiesel. Por lo tanto, en estos dos eslabones se valoró su capacidad e idoneidad como proveedores es decir los riesgos de interdependencia al coordinarse con innovadores complementarios (Adner, 2006).

Para el análisis se consideró la cantidad de proveedores necesarios para sustituir 5% del diésel que consume en un año el sector transportes. Para esto se obtuvo una relación de agricultores, palmicultores o recolectores idóneos para proveer a las extractoras o centros de acopio, comparados con los que existen y están operando. Se encontró que los proveedores de materia prima del sistema palma de aceite son pocos, 12% de palmicultores necesarios, y 3.8% de industrias extractoras idóneas. En cuanto a los otros sistemas sus porcentajes de aprovisionamiento son menores.

Por lo tanto, para los proveedores deben generarse estrategias de desarrollo, especialmente en los eslabones primarios, que son la base de los sistemas productivos, hasta llegar a la producción de biodiesel, ya que en todos los sistemas y subsistemas (eslabones) hay pocos proveedores y no se dispone con suficientes volúmenes de abastecimiento. De esa manera los proveedores son una fuente de valor estratégico que debe desarrollarse.

a) Demanda de diésel y biodiesel en México

Según el sexto informe de la Secretaría de Energía (SENER), la demanda de diésel para el sector transporte en 2011 representó el 21.44% de la energía total consumida de los petrolíferos y gas licuado (SENER, 2011). Con estos datos el cálculo de la demanda de biodiesel se redujo a estimar el grado de sustitución de las mezclas con el diésel de petróleo. El cálculo de 1% de la demanda de biodiesel para un año se realizó para simplificar la extrapolación de los grados de sustitución. Esto se aplicó a dos tecnologías distintas, con lo cual se pueden prever dos escenarios, según las tecnologías de extracción. Ello permite mejorar el uso de recursos, impulsando el aporte de valor y las ventajas competitivas.

Cuadro II-9. Demanda de diésel y biodiesel en México

<i>Producto demandado</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>
<i>Diésel *</i>	<i>138 408</i>	<i>141 438</i>	<i>143 117</i>	<i>151 147</i>
<i>Biodiesel *</i>	<i>1 384</i>	<i>1 414</i>	<i>1 431</i>	<i>1 511</i>
<i>Biodiesel (miles de toneladas)</i>	<i>191 460</i>	<i>195 650</i>	<i>197 973</i>	<i>209 081</i>
<i>Mecánica **</i>	<i>995 591</i>	<i>1 017 383</i>	<i>1 029 460</i>	<i>1 087 221</i>
<i>Química **</i>	<i>842 423</i>	<i>860 862</i>	<i>871 081</i>	<i>919 956</i>
<i>Mecánica †</i>	<i>67 270</i>	<i>68 742</i>	<i>69 558</i>	<i>73 461</i>
<i>Química †</i>	<i>56 920</i>	<i>58 166</i>	<i>58 857</i>	<i>62 159</i>

Fuente: Balance Nacional de Energía, 2007.

Datos calculados para sustituir 1% de la demanda de diésel destinado para autotransporte.

* Miles de barriles por año. ** Toneladas de RFF de palma de aceite. † Hectáreas de palma de aceite.

Se calculó bajo dos opciones de extracción de aceite; con solvente (química) y convencional (mecánica).

Por lo tanto, el número y tamaño de los proveedores necesarios para satisfacer la demanda de biodiesel dependerá de las políticas y grado de sustitución que se establezca del diésel de petróleo, así como de la tecnología empleada.

3.5. Arquitectura

A la arquitectura del producto se le ve como el sistema por el cual la función de un producto se distribuye a sus componentes. Se distingue entre arquitecturas de producto integrado y modular. Las primeras muestran un estrecho acoplamiento entre los elementos del producto, mientras que las modulares exhiben una separación entre las partes que componen el sistema donde las interfaces estándar simplifican el intercambio o flujo de recursos (Arango, 2008; Fine et al., 2002).

El biodiesel palma de aceite es un sistema con arquitectura bastante integrado, ya que desde el primer eslabón es imposible comprar racimos de fruta fresca a otros países y procesarlos en México; la causa de esta imposibilidad es lo perecedero del fruto, que a pocas horas de su corte la acidez en el aceite extraído se incrementa de manera inaceptable, ya que tanto de la industria alimenticia como la del biodiesel ocupan aceite con baja acidez. No obstante, una vez extraído el aceite, la tasa de oxidación disminuye, por lo que podría abastecerse de aceite extranjero. Sin embargo, se afectaría a la base de provisión como fuente de valor estratégico, generando además problemas sociales al desalentar las fuentes de empleo local (Palacio, Almaguer, y Muñoz, 2011).

Por último, la arquitectura de los sistemas de recolección y de jatropha es modular, porque los frutos o aceites de recolección se pueden traer de otros países y procesarlos en México; lo único que tendrá que evaluarse es su viabilidad financiera y económica.

En resumen la estimación del aporte de valor de los tres sistemas de producción de biodiesel se concentran en el cuadro siguiente, la ventaja de los sistemas aceite de palma y de recolección se aprecian por su ventaja competitiva, representada por su precio, y en el caso del aceite de palma por su arquitectura integrada. En ningún sistema se ha desarrollado la base de provisión sin embargo tiene mayor potencial el sistema palma de aceite sobre los demás.

Cuadro II-10. Resultados de la estimación del valor estratégico en tres sistemas

<i>Sistema</i>	<i>Importancia para el cliente</i>	<i>Velocidad del progreso tecnológico</i>	<i>Posición competitiva</i>	<i>Proveedores idóneos</i>	<i>Arquitectura</i>
<i>APC</i>	<i>Media-alta</i>	<i>Mediana</i>	<i>Paridad</i>	<i>Pocos</i>	<i>Integrado</i>
<i>Jatropha</i>	<i>Mediana</i>	<i>Mediana</i>	<i>Desventaja</i>	<i>Ninguno</i>	<i>Modular</i>
<i>Usado</i>	<i>Media-alta</i>	<i>Lenta</i>	<i>Ventaja</i>	<i>Ninguno</i>	<i>Modular</i>
<i>Diésel</i>	<i>Mediana</i>	<i>Rápida</i>	<i>Paridad</i>	<i>Muchos</i>	<i>Modular</i>

Fuente: Elaboración propia.

4. Conclusiones

Los sistemas que muestran mayor ventaja competitiva para el desarrollo interno del biodiesel en México son la palma de aceite y el aceite de recolección comestible usado. Ambos sistemas están cerca de alcanzar los precios del diésel de petróleo compitiendo con el precio internacional. En el caso del sistema piñón blanco aún no se han perfeccionado los paquetes tecnológicos necesarios para alcanzar la competitividad en la producción del biodiesel.

Las preferencias por el biodiesel no están desarrolladas porque su producción es incipiente por ello, el cliente orienta sus preferencias hacia la única opción existente: el diésel de petróleo. Aun así, las opciones propuestas son iguales o mejores que el diésel en términos de lo que el cliente desearía.

Por último, dado que en la provisión de materias primas para la producción del biodiesel hay pocos o ningún proveedor, es pertinente su desarrollo. El sistema palma de aceite tiene ventaja competitiva porque para sustituir el 5% del consumo de diésel en México, se requieren 70 mil productores con las características actuales de producción, de los cuales existen 9 mil (13%). Para el caso de la jatropha se

ocuparían cerca de 980 mil productores y sólo existen 2 mil actualmente (0.2%). En el caso del aceite vegetal de recolección se requerirían 3 mil 920 centros de acopio de los cuales sólo existen 2 (0.05%).

5. Referencias bibliográficas

- Adner, R. (2006). "Match your innovation strategy to your innovation ecosystem", *Harvard Business Review*, (04), 1-11.
- Arango, A. G. (2008). La velocidad del cambio tecnológico empresarial como estrategia para sobrevivir. *Revista de Ciências da Administração*, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil., (May), 1–15. Retrieved from <http://www.journal.ufsc.br/index.php/adm/article/viewArticle/908>
- Akinci, B., Kassebaum, P. G., Fitch, J. V., & Thompson, R. W. (2008). "The role of bio-fuels in satisfying US transportation fuel demands", *Energy Policy*, 36(9), 3485-3491. DOI: 10.1016/j.enpol.2008.05.021.
- Balat, M., & Balat, H. (2008). "A critical review of bio-diesel as a vehicular fuel", *Energy Conversion and Management*, 49(10), 2727-2741. DOI: 10.1016/j.enconman.2008.03.016.
- Brandenburger, A. and Nalebuff, B. (1996), *Co-opetition*, Doubleday, New York.
- Bueno, E. (2005): "Génesis, evolución y concepto del Capital Intelectual: Enfoques y modelos principales", *Capital Intelectual*, nº 1.
- Bueno, E; Salmador, MP; y Merino, C. (2008). "Génesis, concepto y desarrollo del capital intelectual en la economía del conocimiento: una reflexión sobre el modelo Intellectus y sus aplicaciones", *Estudios de Economía*.
- Demirbas, A. (2008). "Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections", *Energy Conversion and Management*, 49(8), 2106-2116. DOI: 10.1016/j.enconman.2008.02.020.
- Demirbas, M. F., & Balat, M. (2006). "Recent advances on the production and utilization trends of bio-fuels: a global perspective", *Energy Conversion and*

Management, 47(15-16), 2371-2381. DOI:
10.1016/j.enconman.2005.11.014.

Fine, C. H; Vardan, R; Pethick, R; Jamal, E. (2002). "Respuesta rápida", *Gestión de Negocios*, 8.

Lafont, J. J., Páez, M. S., & Torres, Y. C. (2011). "Análisis químico de mezclas biodiesel de aceite de cocina usado y diésel por espectroscopia infrarroja", *Información Tecnológica*, 22(4), 35-42. DOI: 10.4067/S0718-07642011000400005.

Lang, X., Dalai, a K., Bakhshi, N. N., Reaney, M. J., & Hertz, P. B. (2001). "Preparation and characterization of bio-diesels from various bio-oils", *Bioresource Technology*, 80(1), 53-62.
<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11554602>>.

Makareviciene, V., & Janulis, P. (2003). "Environmental effect of rapeseed oil ethyl ester", *Renewable Energy*, 28(15), 2395-2403. DOI: 10.1016/S0960-1481(03)00142-3.

Manuel, G., S. (2010). Producción de biodiesel a partir de aceites usados. Tecnología, territorio y sociedad, 75–86. (Instituto de E. S. sobre la ciencia y la T. de la U. N. de Quilmes.

Marx, C. (1857). Introducción general a la crítica de la economía política., Fundación para la Investigación y la Cultura –FICA, 1994. Bogotá, Colombia. Es Tomado de la edición alemana: Einleitung zur Kritik der politischen Ökonomie, Karl Marx, Friedrich Engels, t. 13 Dierz Verlag. Berlín, 1964

Mikulec, J., Cvengroš, J., Joríková, L., Banič, M., & Kleinová, A. (2010). "Second generation diesel fuel from renewable sources", *Journal of Cleaner Production*, 18(9), 917–926. DOI: 10.1016/j.jclepro.2010.01.018.

Murugesan, A., Umarani, C., Chinnusamy, T. R., Krishnan, M., Subramanian, R., & Neduzchezhain, N. (2009). "Production and analysis of bio-diesel from non-edible oils: a review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 825-834. DOI: 10.1016/j.rser.2008.02.003.

- OEIDRUS. 2010. Consulta de bases de datos agrícolas. Consultado de enero a diciembre de 2010. Disponible en www.oeidrus-veracruz.gob.mx/.
- Ortega, R., Muñoz, R., Acosta L. y González, R. (2010). Potencial de producción de biocombustibles en base a cultivos agrícolas en Chile parte I: Identificación y balance energético de los procesos productivos de materias primas y de elaboración de biocombustibles. *Agrociencia*, 44, 1–20.
- Palacio, M. VH; Almaguer, V. G y Muñoz, R. M. (2011). *El campo mexicano: 1970-2007: Evolución de la agroindustria en México*. Mundi-Prensa. México.
- Porter, M. E. (2007). “La ventaja competitiva de las naciones”, *Harvard Business Review*.
- Prahalad, C. K., y Ramaswamy, V. (2000). Co-opting customer competence. *Harvard Business Review*, 78(1), 1-8. Harvard Business School Publication Corp.
- Schumpeter J. (1939). *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. McGraw-Hill: New York.
- SENER, (2011). Sexto informe de labores de la Secretaría de energía.
- SIACON (2010). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Disponible en http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=181&Itemid=426
- Solow R. (1987). Lecture to the memory of Alfred Nobel, December 8, 1987: Growth Theory and After. Nobel Lectures, Economics 1981-1990, Mäler KG (ed.), World Scientific Publishing Co: Singapore.
- Ali, R. (2011). Biodiesel a renewable alternate clean and environment friendly fuel for petrodiesel engines: a review. *Ijest.info*, 3(10), 7707–7714. Retrieved from <http://www.ijest.info/docs/ijest11-03-10-014.pdf>
- Tashtoush, G. M., Al-Widyan, M. I., & Albatayneh, A. M. (2007). “Factorial analysis of diesel engine performance using different types of biofuels”, *Journal of*

Environmental Management, 84(4), 401-11. DOI:
10.1016/j.jenvman.2006.06.017.

- Zamarripa, C. A., & Díaz, P. G. (2008). "Áreas de potencial productivo de piñón *Jatropha curcas* L., como especie de interés bioenergético en México", *Oleaginosas en Cadena*, marzo/abril, 16:4-6 <
<http://www.oleaginosas.org/cargas/mar-abr-electronico.pdf>>.
- Wan, Ch. K. y Mouborgne, R. (2004). *La estrategia del océano azul: cómo desarrollar un nuevo mercado donde la competencia no tiene ninguna importancia*. Harvard Business School Press. Ed. Norma. ISBN: 958-04-8839-8.
- Warner, A. (2003). Definición y evaluación de la competitividad: Consenso sobre su definición y medición de su impacto. Nota informativa elaborada para el BID por el National Bureau of Economic Research en Cambridge, Massachusetts y por el Center for Global Development en Washington DC.
- Wen, D., Jian, H., Zhang, K. (2009). "Supercritical fluids technology for clean bio-fuel production", *Progress in natural science*, 19(9).

CAPITULO 3. Competitividad del sistema agroindustrial biodiesel palma de aceite en México

Resumen

La palma de aceite es la oleaginosa con mayor potencial para producir biodiesel en el mundo, con rendimientos de aceite, entre 3 y 5 t⁻¹ha⁻¹año. En este estudio se evaluaron tres elementos del Sistema Agroindustrial Biodiesel Palma de Aceite (SAI-BPA) en México; palmicultores, industria de extracción e industria de biodiesel. Se empleó la metodología *intellectus* como soporte al análisis financiero para evaluar la competitividad. Los resultados del estudio formulan acciones y estrategias en la adquisición de activos tangibles e intangibles en fomento de la producción de biodiesel y estímulo a la diversidad energética. Se concluye que el SAI-BPA es social y económicamente rentable para producir biodiesel. Sin embargo, deficiencias técnicas y organizacionales en los eslabones restan competitividad. De los tres eslabones, los *palmicultores* es el menos competitivo, pues posee capital intelectual y otras capacidades limitadas junto con poco ingreso. La industria extractora como segundo eslabón, es la más competitiva y rentable porque posee capacidades y recursos suficientes en la adquisición de bienes tangibles e intangibles; su debilidad está en la poca provisión de materia prima. Por último, el eslabón *biodiesel* es el más incipiente y tecnológicamente el más avanzado. No obstante, la insuficiente capacidad de abasto de materias primas y el precio, lo ubican como inviable.

Palabras clave: combustible, adición estratégica de valor, capital intelectual, modelo *intellectus*, ventaja sostenible.

1. Introducción

Los Sistemas Agroindustriales (SAI) se conciben como una red de relaciones de negocio con metas individuales que afectan el desempeño de todo el conjunto (Rodríguez y Hernández, 2003). Este principio se basa en la teoría de sistemas. De este modo, la competitividad de los SAI corresponde al desempeño de cada uno de sus elementos (Adner, 2006; Porter, 2007). En el Sistema Agroindustrial Biodiesel Palma de Aceite (SAI-BPA) mexicano, la competitividad del sistema depende de su entorno local donde sus integrantes tienen distinta dinámica, visión y desempeño (Adner, 2006; Srivastava *et al*, 2010; Ostrom, 2011).

Para determinar la competitividad de un sistema agroindustrial, hay tres enfoques básicos: cuantitativos, cualitativos o socioeconómicos, e intermedios. En ellos se generan modelos que demuestran las fuentes y activos de ventaja competitiva así como estrategias para obtenerlos y gestionarlos (Fine *et al*, 2002; Srivastava *et al*, 2010).

Algunos modelos teóricos de gestión de la competitividad surgidos de vincular el capital financiero con el capital intelectual son: el Balanced Business Scorecard (Kaplan y Norton, 2000); el Canadian Imperial Bank (Saint-Onge, 1996); el Intellectual Assets Monitor (Sveiby, 1997); el Navigator de Skandia, (Edvinsson y Malone, 1997); y el Capital Intelectual (Dragonetti y Roos, 1997) entre otras aplicaciones incluidas algunas empíricas (Rodríguez, Ponssa y Abrego, 2009; Barrera, 2011).

Un factor importante en la competitividad SAI-BPA es el capital financiero. Otro significativo es el capital intangible. De éste, el capital intelectual, particularmente el capital humano (CH) es un recurso imprescindible para desarrollar cualquier

actividad y ser competitivo. La mano de obra capacitada que incluye tanto el conocimiento tácito como el adquirido escolarmente son indicadores de este capital (Arbonies y Calzada, 2004).

Otros factores que integran el capital intelectual y determinan la competitividad se dan por las circunstancias geográficas y climáticas de donde se abastecen los eslabones así como la conformación de los sistemas por zonas incluyendo su mercado de destino (Toro, 2004; Hernández, 2006).

La producción nacional de aceite de palma proviene de tres regiones, integradas por *palmicultores*, *industria extractora* y en éste estudio por la industria del *biodiesel*. Cada región presenta competitividad diferenciada dependiendo de la sinergia entre el capital financiero e intelectual de sus eslabones.

El primer eslabón del SAI-BPA lo forman los productores de palma o *palmicultores*, quienes son dueños de dos factores: tierra y mano de obra (Ellis, 1987), entendiendo implícitamente la ausencia o escasa presencia de otros factores productivos como capital e infraestructura. Se asume la visión campesina en la cual la sobrevivencia o provisión básica de alimentos a la familia y no la acumulación de capital es la motivación principal de la producción.

El segundo eslabón es la industria extractora, en donde los industriales definen las condiciones y visión del emprendimiento, las estrategias de fortalecimiento, posicionamiento e inserción en el mercado. La visión de la industria es de carácter comercial. La meta es la acumulación de capital y dependen de asalariados para el desarrollo de sus actividades. En su competitividad quien más influye son los dueños y sus gerentes (Ostrom, 2011).

El tercer eslabón es la incipiente industria del biodiesel y sus actores principales. Para el caso de México son personal del gobierno del estado de Chiapas. En este caso la motivación es política.

Ostrom (2011) mencionó que las condiciones y dinámica de desarrollo de algunos sistemas dependen en gran medida de una visión principalmente política y este es el caso. Lo cual ilustra la disparidad de visión y dinámica de los integrantes del SAI-BPA lo que repercute en el nivel de competitividad tanto en lo particular como en el conjunto, por lo tanto se espera que los indicadores financieros e intelectuales sean distintos en cada eslabón.

Los objetivos del trabajo fueron evaluar el desempeño del SAI-BPA a través de tres componentes de la red de relaciones de negocio usando indicadores financieros e intelectuales. Además probar la metodología *intellectus* como una herramienta de diagnóstico y su capacidad de brindar orientación en industrias individuales o integralmente en sistemas complejos en complemento de los análisis económico-financieros.

Las estrategias resultado del estudio implican mejoras por componente, promueven la competitividad integral del SAI-BPA y el fomento de una alternativa energética complementaria y de sustitución al diésel de petróleo.

2. Materiales y métodos

La evaluación competitiva del SAI-BPA en México incluyó el análisis y comparación de tres elementos de interés: 1. *palmicultores*, 2. industria *extractora* e 3. Industria de *biodiesel*.

A cada eslabón se le aplicó la metodología del modelo *intellectus* para determinar el capital intelectual y explicar la generación de valor (Figura 1) así como el análisis económico.

Se analizaron 750 bitácoras de productores, tomados de las bases de datos de las Agencias de Gestión de la Innovación (AGI) de los estados Campeche, Chiapas, Tabasco y Veracruz. Para evaluar la industria extractora se entrevistó a dos industrias de diferente tamaño (grande: 30 ton de Racimos de Fruto Fresco (RFF) hr^{-1} y pequeña: 6 ton^{-1} RFF hr^{-1}). La industria del biodiesel fue evaluada con los datos proporcionados por personal del Centro de Investigación y Tecnología en Producción de Biocombustibles de Chiapas, administrador de la única industria de biodiesel de aceite de palma en el País.

2.1 Evaluación económica

La evaluación económica consiste en un análisis que, compara los costos y beneficios y determina la rentabilidad financiera o social con base en indicadores de rentabilidad. La evaluación económica se realizó bajo dos enfoques: el primero, denominado análisis financiero el cual asume la participación individual; el segundo, denominado análisis económico, asume el criterio de la sociedad (Gittinger, 1993).

Los siguientes indicadores de rentabilidad fueron calculados a los tres eslabones; Valor Presente Neto (VPN en \$), Tasa Interna de Retorno (TIR en %) y costos (\$). Individualmente se calculó por eslabón a los palmicultores el “Ingreso Medio Mensual Familiar” (\$), el Total de Inversión Inicial (\$), y el Porcentaje de palmicultores

con acceso a crédito. También al eslabón de la industria extractora se realizó el cálculo del punto de equilibrio y flujos de efectivo además un análisis de sensibilidad al precio de la fruta.

2.2 Evaluación mediante el modelo *Intellectus*

Este modelo considera que el capital intelectual está compuesto de tres bloques: capital humano, capital relacional y capital estructural, integrados a su vez por otros capitales elementales: relacional social, relacional de negocio, estructural organizativo y estructural tecnológico.

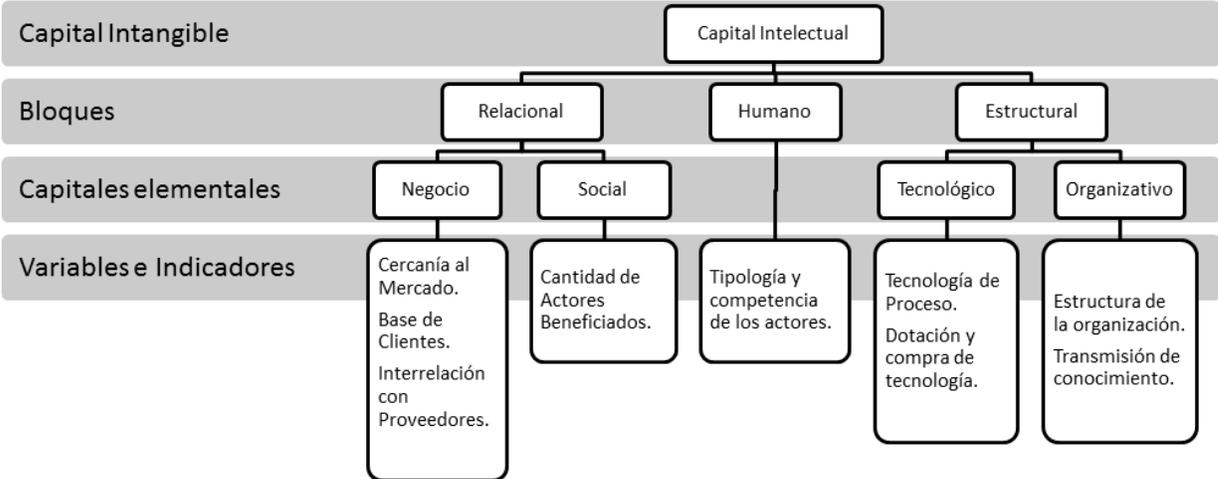


FIGURA III-1. ESTRUCTURA DEL MODELO *INTELLECTUS*

Fuente: Bueno, Rodríguez y Salmador. (1999) modificado por el autor.

En general, el capital intelectual se emplea para designar el conjunto de activos de una sociedad que pese a no estar reflejados en los estados contables tradicionales, generan valor para la empresa. Los conocimientos de las personas que laboran en la empresa y la cartera de clientes son activos que explican la valoración concedida del mercado a una organización. Estos factores que crean valor se consideran activos intangibles porque no aparecen en los registros contables. En

cada componente del sistema agroindustrial se analizó por lo menos un indicador del desempeño competitivo de cada elemento intelectual (Figura III-1).

Capital Relacional Social

Para analizar este capital a cada eslabón del SIA-BPA se le determinó su principal impulsor mediante los aportes de la señora Eleonor Ostrom, (2011) en el “Gobierno de los Bienes Comunes”. Además se calculó el tamaño del eslabón a partir del número de participantes, tamaño promedio de la unidad de producción, rendimiento medio y número de empleos directos e indirectos generados por eslabón.

Capital humano

En el análisis de este capital se determinó la tipología y competencia de los actores mediante el grado de escolaridad. Y en el caso de los palmicultores por el Índice Nacional de Adopción de Innovaciones (INAI en %); medido a partir de los INAI estatales de sanidad, nutrición, organización, mercados, y capacitación y asesoría. También por el tiempo en la actividad palmícola, promedio de superficie plantada y nivel de reconversión a actividad palmícola (%).

Capital relacional de negocio

Para el cálculo de este capital se determinó la base de clientes relevantes y cercanía al mercado, mediante la ubicación y destino de la producción así como distancias promedio entre actores, también las distancias de las industrias con los municipios productores de RFF de palma de aceite por estado y la pertenencia a corporativos.

Para las industrias extractoras se calculó el diferencial de precios por fletes y transportes en relación con su destino (IMCO, 2006).

Capital estructural: tecnológico y organizativo

En el cálculo de estos capitales, primero se determinó el tipo de tecnología y proceso. Para los palmicultores por el tipo de agricultura: tecnificada o tradicional, condiciones de suelo, fertilización, orden geoespacial parcelario, materiales genéticos ocupados por entidad federativa. Para las industrias aceiteras por la tecnología de extracción: química o física. Y a la industria del biodiesel por su avance tecnológico.

En cuanto a la organización se evidenció el tipo y estructura de la organización. Para los palmicultores por el tipo y porcentaje de organización: ejidatario, asociado e INAI organizacional.

3.- Resultados y discusión

3.1 Capital social y capital humano

3.1.1 Palmicultores

Dentro del SAI-BPA, la palmicultura es el eslabón más beneficiado socialmente. De acuerdo a las bitácoras de palmicultores, genera en promedio 58 jornales hectárea⁻¹ año⁻¹, equivalentes a 2 610 000 jornales anuales, o 9 321 empleos fijos en el sureste mexicano. Por esta razón es un mejorador social, crea oportunidades de empleo y mejores condiciones de vida. Además fortalece a las organizaciones tra-

dicionales, ejidos y comunidades, mediante asociaciones comerciales o técnicas por ejemplo en el acopio de RFF de palma para el mercado (Cuadro III-8).

Estos resultados son congruentes con lo señalado por Steinfield, Ellison y Lampe. (2008) ellos mencionan que el incremento de capital social mejora las relaciones sociales y coadyuva a la paz social. Además corrobora lo hallado por Salas (2011) quien argumenta que la actividad palmícola impulsa el fortalecimiento social de las comunidades en términos de poder adquisitivo, autogestión y representatividad.

a) Tipología y competencia de los palmicultores

Aun cuando la mano de obra (MO) es abundante en el primer eslabón, ésta no tiene capacitación suficiente para desarrollar la actividad palmícola y la que posee tiene poco efecto competitivo. Algunos indicadores se observan en la tipología de los palmicultores y sus índices de adopción de la innovación (cuadro III-1).

Cuadro III-1. Índice de adopción de innovaciones en productores de RFF en México

Estado	(%)				
	Sanidad	Nutrición	Organización	Capacitación y asesoría	Mercados
Tabasco	27	8	30	18	10
Campeche	25	34	0	19	6
Veracruz	42	30	15	16	29
Chiapas	20	14	7	7	0

Fuente: Elaboración propia con bitácoras de producción obtenidas por las AGI estatales.

Las innovaciones adoptadas en los estados se agruparon en conceptos generales y en cada estado fueron distintos el número y los conocimientos involucrados para los índices evaluados.

En este eslabón participan productores con educación en el rango de 3 a 5 años de escolaridad, experiencia en la actividad palmícola entre 8 a 13 años, superficie promedio plantada de 4.2 a 7.3 ha, que reconvirtieron potreros con ganado de doble propósito (del 13-35%), y parcelas de maíz (entre 13 y 45%) a plantaciones

palmícolas. Por tanto un porcentaje importante (entre 26 a 80%) posee pobre nivel tecnológico y bajo nivel académico, ambos factores debilitantes de la adopción de innovaciones y mala *praxis*. Además bajos recursos limitan adquirir asesoría técnica especializada o adoptar tecnologías e insumos que incrementen sus rendimientos y la competitividad (Cuadro III-3).

3.1.2 Industria extractora

El segundo eslabón de la agroindustria, del SIA-BPA, lo componen siete industrias, dos con rendimiento menor a 9 ton de RFF hr⁻¹ t y cinco con producción mayor a 30 ton de RFF hr⁻¹. Ambos con distinto número de empleados, aproximadamente 380 para éste eslabón (Cuadro III-2).

Del universo de relaciones sociales que tiene la empresa y su personal hay algunas con mayor influencia en la competitividad. En el departamento de compras cae un problema básico de la AI, la poca provisión, y sobre los encargados de recibir los RFF recaen mejoras al capital relacional social. Éstos empleados pueden pasar fruta de baja calidad y mermar las utilidades de la AI, sin embargo, si rechazan RFF crea conflictos y tensión social con los productores que ante el rechazo pueden acudir a otra AI. Esto es congruente con lo hallado por Delgado *et al.*, (2011) quienes demostraron que las relaciones inter-organizativas juegan un papel muy importante en el éxito de las organizaciones mayor que el obtenido por las relaciones intra-organizativas.

Cuadro III-2. Indicadores sociales del sector extracción de aceite.

<i>Indicador</i>	<i>Unidad</i>	<i>Industria Grande</i>	<i>Industria Pequeña</i>
<i>Empleos obrero-patronales generados</i>	<i>Puestos de trabajo</i>	17	7
<i>Mano de obra operacional generada</i>	<i>Puestos de trabajo</i>	46	17
	<i>Total</i>	63	24

Fuente: Elaboración propia con datos de dos industrias.

a) Tipología y competencia de los empleados en las extractoras

En una de las cinco industrias extractoras de mayor capacidad, los empleos generados oscilan entre cincuenta y sesenta y tres, de los cuales doce son permanentes con grados universitarios (entre 15 y 17 años de estudios), cinco tienen escolaridad técnica superior (12 años de escolaridad) y el resto, entre treinta cinco y cuarenta y cinco empleados, grados con escolaridad equivalente o superior a educación primaria (7.5 años).

3.1.3 Industria de biodiesel

El último eslabón productivo es también el más incipiente dentro del SAI-BPA. Aunque el contexto actual de encarecimiento y agotamiento del petróleo lo ubica con mayor potencial económico que los eslabones primarios, sin embargo, su éxito depende de los logros de estos. Srivastava *et al.* (2010) mencionan que el éxito de las cadenas de demanda o redes de valor son dependientes de cada uno de sus elementos para generar y entregar valor, factor imprescindible para la competitividad.

Teóricamente el desarrollo a proveedores es uno de los tres pilares en que descansa la generación de biocombustibles, incluido el biodiesel, pues impulsa el desarrollo de empleos indirectos. En el caso de la planta del gobierno de Chiapas,

la generación de empleos indirectos es de 500 palmicultores y la cantidad de empleos directos generados son siete. Un desarrollo modesto comparado con los eslabones primarios, pero intensivo en el uso de conocimientos especializados debido a su tecnología de punta.

a) Tipología y competencia de biodiesel

En el caso de los empleados de la planta de producción de biodiesel son seis: tres ingenieros, un técnico y dos veladores, los operarios son uno de dos ingenieros y un laboratorista; el administrador de la planta también es ingeniero. El grado de estudios de los ingenieros es de entre 15 y 17 años y del laboratorista 12 años. De las habilidades de ellos depende reducir o aumentar hasta en 23.39% los costos debidos a reproceso e insumos por lote de 400 kg.

Las capacidades humanas de la industria biodiesel comparado contra los palmicultores y la industria extractora revela un mayor grado de especialización, además de una menor planta obrera, la cual responde más rápida y eficientemente que los eslabones que le anteceden. Ha logrado disminuir los costos de producción, y se espera que a mediano plazo los reduzca aún más hasta cerca del 20% del costo por proceso.

3.2 Capital financiero

3.2.1 Palmicultores

Resultado del análisis de rentabilidad a los palmicultores en las entidades productivas se encontró que el rango de ingreso medio mensual es similar: entre \$3 650 a \$4 800. Lo cual significa aportes individuales modestos en la renta de los palmi-

cultores, afectando en conjunto la competitividad del primer eslabón. Porter (2007) menciona que sólo con inversión sostenida y cuantiosa es como se crean o sustituyen los factores necesarios para competir. La poca disponibilidad financiera minimiza la inversión en capital intelectual y reduce la competitividad palmícola.

Estos resultados muestran que las evaluaciones financieras no son suficientes para tomar decisiones. En este caso, al evaluar la actividad sólo a partir de los resultados típicos de un análisis financiero con indicadores tales como la Tasa Interna de Retorno (30 a 37%) o el Valor Actual Neto (\$138 000 a \$188 000) los resultados podrían ser engañosos mostrando una actividad muy rentable y competitiva cuando en la realidad el aporte a los ingresos generados para las familias o UPR son modestos. Limitando la capacidad de pago y/o compra de servicios relacionados con la mejora de sus actividades sustantivas (Cuadro III-3).

Cuadro III-3. Indicadores de rentabilidad privada de los productores de palma de aceite.

<i>Estado</i>	<i>Tabasco</i>	<i>Veracruz</i>	<i>Chiapas</i>
<i>Ingreso medio mensual familiar (ingresos + mano de obra-gastos, \$/mes)</i>	4 817.86	3 656.13	3 748.42
<i>Total de Inversión Inicial (\$)</i>	9 667.81	6 445.08	8 800.24
<i>Costo de producción ha-1 año-1 (\$)</i>	5 291.07	5 238.60	5 246.40
<i>Tasa Interna de Rentabilidad (%)</i>	37.17	30.22	30.74
<i>Valor Presente Neto (\$)</i>	188 815.45	162 222.72	138 064.28

Fuente: Elaboración propia con bitácoras de producción obtenidas por las AGI.

Mano de obra (MO): Jornales destinados a la siembra, producción y cosecha.

Al análisis financiero se le añadió un indicador del uso del capital, es decir, el porcentaje de palmicultores con acceso a crédito, el cual es muy bajo. Por ejemplo, en 2010 en el estado de Veracruz 12.4% (de una muestra a 250 palmicultores) obtuvo crédito para cultivo y en Campeche sólo el 5.3% (de una muestra a 167 palmicultores). Con los ingresos y acceso a crédito se evidencia que los palmicul-

tores difícilmente pagan por recibir capacitación y menos aún para llevar a cabo las actividades e innovaciones necesarias.

3.2.2 Industria extractora

La rentabilidad de este eslabón es positiva y al igual que en la palmicultura es una actividad muy rentable, con indicadores financieros positivos, pero en contraste con la palmicultura los flujos de efectivo por empresa son mayores. Alta rentabilidad y flujos de efectivo altos abren la posibilidad para recibir y contratar servicios en la mejora del capital intelectual.

Aun con el argumento anterior comparando los costos de las empresas mostraron que el porcentaje usado para mano de obra especializada (MO) es muy bajo en comparación con gastos por adquisición de materia prima (MP), menos del 1% por MO frente a 87% y 94% de MP en las industrias grandes y pequeñas respectivamente. Razón por la cual aumentando el gasto porcentual en capital intelectual, el desempeño competitivo y los ingresos de la empresa pueden mejorar significativamente (Cuadro III-4).

Cuadro III-4. Indicadores financieros del sector industrial.

Indicador	Unidad	Industria Grande
Costo de producción de aceite	\$/L	8.92
Punto de equilibrio	%	13.72
T.I.R.	%	52.39
Valor Actual Neto (VAN)	\$	115 586 143.26

Fuente: Elaboración propia con datos de las industrias.

La inversión realizada para la producción industrial, \$157 416 751.4, en conjunto con los costos de producción, \$122 574 338.8 anual promedio, y los ingresos anuales, \$187 252 873.28, son muestra de la capacidad financiera de las industrias.

La capacidad financiera se mantiene aún en diferentes escenarios, variando el precio de la MO y el precio del aceite, ambos análisis de sensibilidad muestra la actividad de la AI como rentable y financieramente viable (Cuadro III-5).

Cuadro III-5. Sensibilidad de los indicadores financieros del sector industrial al precio de fruta.

INDICADOR	Variación porcentual del valor de la variable "precio de fruta" por kg.				
	-20 (\$1,54)	-10 (\$1,74)	0 (\$1,93)	10 (\$2,12)	20 (\$2,32)
Indicadores financieros					
Costo de producción de aceite de palma (\$)	6,99	7,95	8,92	9,88	10,85
Punto de Equilibrio (\$)	10,94	12,17	13,72	15,73	18,42
T.I.R. (%)	68,60	60,40	52,40	44,30	36,30
Valor Actual Neto (\$)	164 372 851	139 979 497	115 586 143	91 061 048	66 429 241

Fuente: Elaboración propia con datos de las industrias.

Se muestran la simulación de resultados de la industria grande.

3.2.3 Industria de biodiesel

A la planta productora de *biodiesel* se le evaluó financieramente tomando como fuente financiera al gobierno federal a través de subsidios a fondo perdido y del CONACyT, y al gobierno estatal como beneficiario. Los ingresos del proyecto son por la venta de biodiesel a vehículos de transporte público del gobierno de Chiapas.

El proyecto actualmente no es rentable ni sostenible con las proporciones de materia prima usados: 80% de aceite de palma y 20% de reciclado; sin embargo se

aplican dos estrategias para lograrlo. Por un lado se busca disminuir los costos y por el otro incrementar el precio de venta del biodiesel a más de \$14.5 por litro.

En cuanto a reducir los costos se ha producido biodiesel a partir de mezclas de aceites más baratos; sin embargo surge la eventualidad de mantener el abasto en volumen, proporciones y precio. Otra estrategia que busca disminuir los costos de producción es realizar el cambio de tecnología tradicional o química a otra física que reduzca hasta en 20% los costos de producción por ahorro de insumos y energía.

Subir el precio de biodiesel lleva al proyecto a ser rentable y sostenible sobre todo si se combina con altas proporciones de aceite comestible usado; sin embargo hay dos inconvenientes principales: el primero es competir con el precio más bajo del diésel de petróleo, hasta que se agote o esté más cercano a ello, y el segundo, la falta de regulaciones en cuanto a mezclas (diésel-biodiesel) que se pueden comercializar.

Cabe señalar que al realizar la corrida financiera sólo con aceite de palma, debido a los precios de la materia prima en ninguna circunstancia el proyecto es rentable, por lo cual en el mediano plazo no sería un proyecto viable con los precios de MP y biodiesel actuales.

3.3 Capital relacional: base de clientes relevantes y cercanía al mercado

Debido a lo perecedero de los RFF, la distancia entre palmicultores y agroindustria debe ser menor a doscientos kilómetros, pero en ocasiones están a pocos cientos de metros. Por lo cual en la misma región donde se establecen las plantaciones se establecen polos de desarrollo agroindustrial.

Cuadro III-6. Localización y distancia de los palmicultores a la AI extractora

<i>Extractora</i>	<i>Zona de Abastecimiento</i>	<i>Distancia promedio</i>	<i>Distancia máxima</i>	<i>Distancia mínima</i>
<i>PROPALMA BEPASA AGROIMSA La Lima o El Desengaño</i>	<i>Nueve municipios de Chiapas</i>	<i>44.5</i>	<i>96</i>	<i>16</i>
	<i>Cinco municipios de Chiapas</i>	<i>45.6</i>	<i>101</i>	<i>28</i>
<i>AGROIPSA PALMATICA</i>	<i>Cuatro municipios de Campeche</i>	<i>190.0</i>	<i>243.0</i>	<i>128.0</i>
	<i>Siete municipios de Tabasco</i>	<i>126.0</i>	<i>145.0</i>	<i>101.0</i>
<i>Aceites de Palma</i>	<i>Nueve municipios de Veracruz</i>	<i>57.8</i>	<i>90.0</i>	<i>20.0</i>

Fuente: Elaboración propia.

Algunas empresas pertenecen a algún grupo o corporación, lo cual asegura la compra de la producción y flujo de efectivo para la compra de materia prima.

En el sureste mexicano hay tres centros agroindustriales. El primer polo está ubicado en Acayucan, Veracruz, tiene una sola industria extractora “Aceites de Palma S.A” con capacidad de 30 t de RFF hora⁻¹, y produce más del 16% de la producción nacional de APC. La segunda zona productiva está en Palenque; Chiapas, cuenta con dos plantas extractoras que abastecen cerca del 30% de la producción nacional. Y por último la tercer región se encuentra en Chiapas en la región del Soconusco ahí se ubican cuatro industrias extractoras de distintos tamaños desde 6 y 9 t de RFF hora⁻¹ hasta una de 30 y otra de 20 t de RFF hora⁻¹. De ellas se obtiene más del 54% de la producción nacional.

La distancia entre productores y AI son un factor competitivo. Teniendo desventaja las entidades que no cuentan con plantas extractoras (Campeche y Tabasco), pues mayores recorridos aumentan los costos y riesgos debidos a fletes y podredumbre.

Cuadro III-7. Localización de plantas extractoras de aceite de palma en México

<i>Extractora</i>	<i>Ubicación: Localidad o municipio</i>	<i>Destino del APC</i>	<i>Distancia al destino (km)</i>
<i>PROPALMA</i>	<i>Acapetahua, Chiapas</i>	<i>DF, Guadalajara y Monterrey</i>	<i>Entre 1075 a 1940</i>
<i>BEPASA</i>	<i>Acapetahua, Chiapas</i>	<i>DF, Guadalajara y Monterrey</i>	<i>Entre 1075 a 1940</i>
<i>La Lima o El Desengaño</i>	<i>Ejido El Porvenir, Villa Comantitlán, Chiapas</i>	<i>Proteínas y Oleicos de Yucatán y Grupo Oleofinos S.A.” en Guadalajara</i>	<i>Entre 997 y 1620</i>
<i>AGROIMSA</i>	<i>Mapastepec, Chiapas</i>	<i>Grupo Oleofinos</i>	<i>Entre 1075 a 1940</i>
<i>AGROIPSA</i>	<i>La Libertad, Palenque, Chiapas</i>	<i>Grupo Oleofinos</i>	<i>Entre 900 a 1780</i>
<i>PALMATICA</i>	<i>Palenque, Chiapas</i>	<i>DF, Guadalajara y Monterrey</i>	<i>Entre 900 a 1780</i>
<i>Aceites de Palma</i>	<i>Acayucan, Veracruz</i>	<i>Grupo Oleoquímicos, Chiameca, Veracruz</i>	<i>Entre 45 a 560</i>

Fuente: Elaboración propia.

Algunas empresas pertenecen a algún grupo o corporación, lo cual asegura la compra de la producción y flujo de efectivo para la compra de materia prima.

Por otra parte el mercado actual del APC básicamente tiene dos destinos. Un gran porcentaje (99%) va a las refinadoras que procesan el aceite para consumo humano y otro poco va a la incipiente industria del biodiesel 20 000 litros por mes (Cuadro III-7)

Según el Proexport, (2004) los destinos del APC para consumo humano son Monterrey, Guadalajara, D. F. y estado de México, San Luis Potosí, Navojoa y Morelia. Con ello se estimó que el APC debe realizar diferentes recorridos y rutas, en pro-

medio de 1,460 km, con un mínimo de 560 km y hasta 2,150 km, creando un diferencial de precios hasta de \$1 472 ton⁻¹ por fletes y transportes.

Por otro lado el APC destinado a biodiesel, debido a la ubicación de la industria de biodiesel palma de aceite, única en México en Tapachula, Chiapas, los proveedores idóneos de APC naturalmente son las plantas extractoras del Soconusco con distancias menores a 100 kilómetros (Cuadro III-6).

Actualmente los principales consumidores del biodiesel en México son los camiones del transporte público del estado de Chiapas, una flotilla de cerca de 140 vehículos con un consumo aproximado de 700 L diarios, además de algunos consumidores privados.

3.4 Capital estructural: tecnológico y organizativo

3.4.1 Palmicultores

Tecnológicamente, el manejo del cultivo se realiza con conocimiento parcial de las condiciones ideales para las plantas de palma en términos de luz, agua, nutrición, tipos de suelo, etc., lo cual deriva en bajos rendimientos a nivel nacional, noventa por ciento o más se desarrolla bajo la agricultura tradicional sin riego.

Raramente se hace muestreo de las condiciones de suelo para conocer las deficiencias y demandas nutricionales del cultivo; además la fertilización es deficiente o mal aplicada y en un alto porcentaje nula; la cosecha de los RFF es manual, lo que incrementa el uso de mano de obra y los costos finales de los palmicultores.

Así mismo el orden geoespacial parcelario no facilita las tareas de acarreo y transporte en la cosecha ni en el abasto de insumos.

Por su organización los palmicultores mexicanos son en mayoría ejidatarios, y/o pertenecen a alguna otra asociación. Sin embargo adoptan pocas innovaciones en la mejora de las organizaciones (Cuadro III-8).

Cuadro III-8. Organización en los estados productores de palma de aceite

<i>Estado</i>	<i>Ejidatario</i>	<i>Asociado</i>	<i>INAI organizacional</i>	
<i>Tabasco</i>		79%	86%	30%
<i>Campeche</i>		93%	100%	<i>n.d.</i>
<i>Veracruz</i>		86%	39%	15%
<i>Chiapas</i>		95%	55%	7%

Fuente: Elaboración propia con datos de las AGI.

El INAI organizacional fue calculado a partir de prácticas relevantes de organización.

3.4.2 Industria extractora

La tecnología de extracción, es principalmente mecánica, tomada de los países líderes en producción de APC; es tecnología de zaga que limita la producción y el proceso de extracción. En toda la AI nacional los procesos de extracción son realizados por lotes, mientras que en los países líderes los procesos son continuos, con tecnologías de escala y eficiencia operacional.

Existe tecnología química que incrementa el índice de extracción hasta un cinco por ciento sin embargo el destino del aceite no puede ser para uso alimenticio solo industrial. Pero en ninguna AI se tiene planeado en el corto plazo realizar cambio de equipos, tecnología ni infraestructura o abastecimiento industrial o para biodiesel.

En cuanto a la organización de la AI es similar con estructura piramidal donde el gerente general es el dueño de la empresa y dirige toda la organización según convengan sus intereses, en el sentido que su propia experiencia indique. Después de ellos los encargados generalmente son los jefes de planta y por último los operarios de los equipos.

En un intento por organizarse las siete plantas se han agremiado dentro del llamado sistema producto palma de aceite que integra a industriales y palmicultores logrando poseer un foro y plataforma que permita dialogar y tener objetivos comunes, así como mejorar el desempeño del sistema en conjunto. También pertenecen a la Asociación Nacional de Industriales de Aceites y Mantecas (ANIAME).

3.4.2 Industria del biodiesel

La tecnología de producción de biodiesel en el proyecto chiapaneco ha pasado por varias etapas industriales desde la producción de biodiesel con tecnología británica y baja capacidad de producción: 400 L⁻¹ día. Con el reactor de producción *FuelPods*, pasó a la planta de producción de biodiesel *PE2000* con tecnología sueca y capacidad de producción de 2 000 L diarios entre otros. Actualmente se cuenta con la planta de producción de biodiesel *FuelMatic* de tecnología británica y capacidad de producción de 20 000 L de biodiesel diarios a partir de APC.

En todas las tecnologías probadas por el instituto chiapaneco los procesos de transesterificación son por procesos físico-químicos. Pero actualmente está en desarrollo una tecnología por procesos físicos, con tecnología de condiciones supercríticas, la cual de desarrollarse, bajaría los costos por proceso en veinte por ciento al suprimir los costos de los insumos químicos, además de ser procesos

continuos y con aceites de menor calidad que el proceso tradicional, alto nivel de acidez, con lo cual se reducen costos por reproceso y aumenta la cantidad de aceites usados de baja calidad que pueden ser usados (Wen *et al.*, 2009).

En cuanto a la organización por el número de empleados su estructura es sencilla. Sin embargo dada la especialización de su recurso humano la estructura de organización y los sistemas tecnológicos de punta los resultados en eficiencia y eficacia son óptimos y con un alto grado de competitividad.

En el caso de este eslabón es necesario mejorar sustancialmente la organización inter industrias, con las extractoras, los palmicultores y otros proveedores de materias primas e insumos, de modo tal que se logre la competitividad del sistema y este eslabón sea un detonante en la generación empleos, mejora ambiental y bienestar social.

4. Conclusiones

La disparidad de visión y dinámica en los integrantes del SAI-BPA mexicano afectan la competitividad del SAI en el conjunto de tal modo que no es competitivo como sustituto del diésel de petróleo a pesar de su potencial técnico, económico, ecológico, social, agrícola y de mercado. Factores importantes para alcanzar su pleno potencial competitivo están en resolver las dificultades de su integración, la credibilidad afecta la toma de acuerdos y la competitividad, así como mejorar la competitividad individual con inversiones en capital intelectual y financiero.

En el primer eslabón de los *palmicultores* es primordial atender el capital intelectual ya que de su desempeño dependen los logros productivos del resto del SAI.

Asimismo, el capital financiero requiere inversiones directas capacitación para la mejora del capital humano. En el segundo eslabón (industria de extracción) la insuficiencia de proveedores es el problema primordial; la atención a su capital relacional es medular en la resolución de su competitividad, el resto de los capitales no amenazan la competitividad pero pueden mejorar.

Por último el tercer eslabón (industria de biodiesel) es el más dependiente del desempeño productivo de los eslabones que le preceden, aunque es el más desarrollado en capital intelectual. En su empeño por superar esas deficiencias, ha mejorado sobretodo en capital estructural tecnológico consiguiendo elevar su rentabilidad.

En general, el fortalecimiento del capital intelectual social en todo el SAI es primordial para obtener mejores resultados en el enlace del sistema y su competitividad conjunta. La relación entre palmicultores y extractores así como de estos últimos y la industria del biodiesel tiene fuertes vínculos a partir de la confianza. Por último, cada uno de los capitales estudiados tiene relación directa con la rentabilidad y el capital financiero a su vez con la competitividad.

Otro hallazgo importante es que los análisis heurísticos son de mucho valor porque muestran razones por las que sistemas en apariencia rentables no son competitivos principalmente por deficiencias en capital intelectual.

5. Referencias bibliográficas

- Adner, R. (2006). "Ajuste su estrategia de innovación con su ecosistema de innovación". *Harvard Business Review*. Vol. 84, núm. 4. Santiago de Chile.
- Arango, M., Pérez, G., & Gil, H. (2008). Propuestas de modelos de gestión de capital intelectual: una revisión. *Contaduría Universidad de Antioquia*, 105–130. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Propuestas+de+modelos+de+gestión+de+capital+intelectual:+Una+revisión#0>
- Arbonies, O. A., y Calzada, M. I. (2004). "El poder del conocimiento tácito: por encima del aprendizaje organizacional". *Intangible Capital*, núm. 6, vol. 0.
- Barrera, A., Jaramillo, J., Garrido, J., y Cabrera, B. (2011). "Rentabilidad y competitividad de los sistemas de producción de vainilla (*Vanilla planifolia* J.) en la región del Totonacapan, México". *Agrociencia*, 625–638.
- Bueno, E., Rodríguez, P., Salmador, MP. (1999) "Experiencias en medición del capital intelectual en España: el modelo *intelect*". Comunicación al IX congreso nacional de ACEDE. <http://www.geocities.ws/msimoz2/ihai/SKA016.doc>. Consultado el 3 de abril de 2013.
- Bueno, E., Salmador, MP y Merino, C. (2008). Génesis, concepto y desarrollo del capital intelectual en la economía del conocimiento: Una reflexión sobre el Modelo Intellectus y sus aplicaciones. *Estudios de Economía*. Retrieved from <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/301/30113187003.pdf>
- Carrión, M. J, (1998). "La Gestión del Conocimiento en Sun Microsystems". <http://fec.uh.cu/websasignaturas/GI/Bibliografia/CPE/La%20GC%20en%20SumMicrosystem.pdf> Consultado el 3 de abril de 2013.
- Delgado V. M.; Martín de C. G; Navas L. JE; y Cruz G. J. (2011) Capital social, capital relacional e innovación tecnológica. Una aplicación al sector manufacturero español de alta y media-alta tecnología. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 14(4), 207–221. doi:10.1016/j.cede.2011.04.001

- Dragonetti, W.C. y Roos, G. (1997). "La evaluación de la Industria y el Business Network Program: una perspectiva desde el capital intelectual"; Boletín de Estudios Económicos, nº 164, pp. 265-280.
- Edvinsson, L. y Malone, M. S. (1997). El Capital Intelectual: Cómo identificar y calcular el valor de los recursos intangibles de su empresa. Madrid: Gestión.
- Ellis, F. (1987). Peasant Economics. Farm Households and Agrarian Development. Cambridge University Press
- Fine, C. H; Vardan, R; Pethick, R; Jamal, E. (2002). Respuesta rápida. *Sloan Management Review*, 8. *Gestión de Negocios*, 8.
- Fukuyama, F., 1997. Social capital and the modern capitalist economy: creating a high trust workplace. *Stern Business Magazine* 4, 45–76.
- Garrido, C. R, (2002). "Diseño de un modelo de gestión del conocimiento para la Unellez que promueva el desarrollo de ventajas competitivas en el área de investigación". Tesis Doctoral, Unellez, Barinas, Venezuela.
- Gittinger, J.P. 1993. Análisis económico de de proyectos agrícolas. Instituto de desarrollo económico del banco mundial. Editorial tecnos S.A. Madrid, España.
- González Á. ME. (2009). Producción de bioenergía en el norte de México: tan lejos y tan cerca. *Frontera Norte*, Enero-Junio, 177-183.
- Hernández, C, JM., 2006. Tecnología para la producción de palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. En México. Inifap, México.
- IMCO (2006). Elementos para mejorar la competitividad del transporte de carga. Resumen ejecutivo. Disponible en: http://imco.org.mx/images/pdf/transporte_carga_impacto_iniciativas_08_INF.pdf.
- Kaplan, R y Norton, D. (2000). Mapas estratégicos. Como convertir los activos intangibles en resultados tangibles. (Ediciones Gestión 2000.)

- López, C. MA., y Grandío, D. A. (2009). Capital humano como fuente de ventajas competitivas: Algunas reflexiones y experiencias. Primera edición. España. Netbiblo.
- López, S. P., (1999). Relevancia estratégica del capital intelectual empresarial en la economía del conocimiento. Comunicación al XIII Congreso Nacional, IX Congreso Hispano-Francés, Logroño (La Rioja), 16, 17 y 18 de junio, 1999. La gestión de la diversidad. *Economía del conocimiento*, 697–701.
- Ostrom, E. (2011) *El Gobierno de Los Bienes Comunes: La Evolución de Las Instituciones de Acción Colectiva*. México. Colección Economía Contemporánea. UNAM. 2ª Edición.
- Porter, M. E. (2007). La ventaja competitiva de las naciones. *Harvard Business Review*.
- PROEXPORT (2004). “Estudio de mercado en México -sector aceites y grasas”. Convenio; ATN/MT-7253-CO. Programa de Información al Exportador por Internet. Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://antiguo.proexport.com.co/vbecontent/library/documents/DocNewsNo8719DocumentNo7183.PDF>
- Rodríguez, G. A., Ponssa, E. E., y Abrego, D. S. (2009). El cuadro de mando integral y su factibilidad de aplicación a empresas ganaderas de cría bovina. *XIII Jornadas Nacionales de la Empresa Agropecuaria*.
- Rodríguez, O. A. y Hernández, E. M. (2003). La creación de valor y de ventaja competitiva en la red de relaciones de negocios. *Revista Universidad Eafit*, 39, 8–22.
- Saint-Onge, H. (1996). "Tacit knowledge: the key to the strategic alignment of intellectual capital", *strategic & leadership*.
- Salas P. R. (2011). Fortalecimiento social en la cadena productiva palma de aceite en Villa Comatitlán, Chiapas. Tesina. Colegio de Postgraduados campus San Luis Potosí.
- Srivastava, V., & Singh, T. (2010). “Value creation through relationship closeness”, *Journal of Strategic Marketing*, 18(1), 3-17.

Steinfeld, Ch., Ellison, N. B., y Lampe C. (2008). Social capital, self-esteem, and use of online social network sites: A longitudinal analysis. *Journal of Applied Developmental Psychology* 29. 434-445.

Sveiby, K. E. (1997). *The New Organizational Wealth Managing and Measuring Knowledge*. Berrett-Koehler Publishers Inc.

Toro V., J. 2004. Alternativas silvícolas para aumentar la rentabilidad de las plantaciones forestales. *Bosque* [en línea] 2004, vol. 25 [citado 2011-05-16]. Disponible en Internet:
<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=173113282010>.
ISSN 0717-9200.

Wen, D., Jian, H., Zhang, K. (2009). "Supercritical fluids technology for clean biofuel production", *Progress in natural science*, 19(9).

CONCLUSIONES GENERALES

- a) El sistema biodiesel palma de aceite tiene ventaja competitiva sobre otros sistemas de producción de biodiesel en México como el sistema piñón blanco (*Jatropha*) y el sistema de aceite vegetal de recolección. Cuenta con paquetes tecnológicos que el sistema piñón no tiene y una base de provisión de materia prima con mayor potencial que los otros dos sistemas evaluados. Este sistema también muestra potencial en el corto plazo por razón de sus precios de producción.
- b) En comparación con el precio internacional, el precio del biodiesel mexicano a partir de aceite de palma es muy similar (\$ 17.97 para el precio internacional y \$ 17.50 para el precio de biodiesel nacional); además, la rapidez tecnológica del eslabón biodiesel en México es similar e incluso superior a la competitividad internacional.
- c) El segundo estudio realizado al SAI-BPA mexicano mostró la disparidad de visión y dinámica en sus integrantes la cual afecta la competitividad del conjunto de dicho sistema por lo que no es competitivo actualmente para sustituir al diésel de petróleo a pesar de su potencial técnico, económico, ecológico, social, agrícola y de mercado. La deficiente integración (en proveeduría y comunicación) de los eslabones del SAI-BPA y las limitadas inversiones en capital intelectual y financiero, impiden alcanzar su pleno potencial competitivo.
- d) En general, el eslabón con mayores deficiencias en capital intelectual y financiero es el de los *palmicultores* por lo que su fortalecimiento es esencial para robustecer al SAI-BPA en su conjunto. Por último, cada uno de los capitales intelectuales estudiados tiene relación directa con la rentabilidad y competitividad.

OTRAS REFERENCIAS

- FAO (2008). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Biocombustibles: perspectivas, riesgos y oportunidades. Roma, Italia. ISSN 0251-1371
- Iglesias, D. (2002). Cadenas de valor como estrategia: las cadenas de valor en el sector agroalimentario. Documento de Trabajo, (1), 1–19. Retrieved from http://econegociosforestales.com/ena/files/Rde_cv_documentos_IGLESIAS.pdf
- Lundy, M., Gottret, M., Cifuentes, W., Ostertag, C., y Best, R. (2004). Diseño de estrategias para aumentar la competitividad de cadenas productivas con productores de pequeña escala. Manual de campo. CIAT, Cali, Colombia.
- ONU (1998). Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Naciones Unidas, 1998. Documento en línea. Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>.
- Ralston, J. J. (2008). Peak oil: the eventual end of the oil edge. Washington University in St. Louis.
- Rodríguez, O. A; y Hernández E. M. (2003). La creación de valor y de ventaja competitiva en la red de relaciones de negocios. Universidad Eafit, volumen 39 numero 132. Medellín, Colombia.