

# Fondo Sectorial de Investigación en Materias Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos

CONVOCATORIA 2013-03



## ANEXO B DEMANDAS DEL SECTOR 2013-03

En atención a la problemática nacional en la que la I+D+i (Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica) tiene especial relevancia, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) ha identificado un conjunto de demandas y necesidades del Sector para ser atendidas por la comunidad científica, tecnológica y empresarial con el apoyo del “Fondo Sectorial de Investigación en Materias Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos”.

Estas demandas se han clasificado en el área estratégica:

### I Temas Estratégicos Transversales

Las Demandas deben ser debidamente dimensionadas y acotadas a través de la siguiente estructura:

Es importante aclarar que se espera apoyar sólo un proyecto por demanda específica, ya que el Macro Proyecto (multidisciplinario e interinstitucional) propuesto, debe cumplir con todos los productos esperados. Asimismo el proyecto seleccionado y sus alcances estarán sujetos a la disponibilidad presupuestal de la Subcuenta de Bioenergéticos, Energía Renovable, Eficiencia Energética y Energías Alternas del Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT.

## **Demanda 1.1**

Sector bioenergético

### **I. Título tema a demandar**

**Validación tecnológica y del aprovechamiento energético de los procesos de producción de carbón vegetal y biocarbón (biochar) a partir de residuos agrícolas”.**

### **II. Beneficiarios del proyecto**

Productores agropecuarios que podrán transformar los residuos agrícolas en productos que puedan utilizarse como fuente de energía renovable, prestadores de Servicios, Agroindustriales, consumidores de energía fósil que podrán diversificar sus fuentes energéticas y el país en su conjunto por la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs) y gastos de divisas por menores importaciones de carbón mineral, coque siderúrgico y gas natural.

### **III. Antecedentes**

La mitigación del cambio climático ha sido reconocida como una importante iniciativa política a largo plazo por varios gobiernos en el mundo. Por esta razón, muchas instituciones han comenzado a invertir en múltiples investigaciones e iniciativas de desarrollo que prometen una aplicación futura generalizada y a gran escala. Es así como el biocarbón (biochar) ha sido identificado como una opción para mitigar las emisiones de carbono que de otra manera serían emitidas a la atmósfera, tanto directamente por la estabilización a largo plazo del carbono orgánico, como indirectamente mediante el desplazamiento de las emisiones de combustibles fósiles.

En México existen diversos recursos biomásicos para producir biochar, biocombustibles líquidos, sólidos y biogás, y se ha estimado que el potencial energético de las principales fuentes de bioenergía disponibles en el país equivale a 3,569 PJ/a, o el 42 % del consumo de energía primaria

en 2008. Sin embargo, la bioenergía en México actualmente abastece solo el 5 % (432 PJ) del consumo de energía primaria. Se utilizan principalmente la leña, el bagazo de caña y el carbón vegetal, pero también existe experiencia en el área de biodigestores, captura de metano y generación de electricidad en rellenos sanitarios, así como en estufas eficientes de leña para la cocción en zonas rurales (REMBIO, 2011).

El biocarbón es un material sólido carbonoso poroso producido por la conversión termoquímica de materiales orgánicos en un ambiente empobrecido o carente de oxígeno, el cual tiene propiedades fisicoquímicas aptas para el almacenamiento seguro y a largo plazo de carbono en un medio natural y, potencialmente, la mejora de la fertilidad de los suelos, por lo que se puede considerar un método alternativo para la agricultura sustentable. El biocarbón es producido a través de tecnologías de pirólisis (similar a la gasificación) en un proceso de sistema pirólisis-biocarbón.

Las tecnologías de gasificación y pirólisis también producen líquidos y gases que pueden ser capturados para proveer calor y electricidad. La producción de biocarbón tiene el potencial de proveer una serie de beneficios complementarios ambientales, económicos y sociales.

El biocarbón es importante debido a que estabiliza el carbono en el material carbonizado, reduciendo de este modo las emisiones directas de carbono a la atmósfera. También puede funcionar como un potenciador de los suelos al retener nutrientes en estos. En algunos contextos, el biocarbón tiene el potencial de incrementar la fertilidad del suelo, mientras que su proceso de producción reduce los desechos de la agricultura y otras industrias y produce energía renovable. Aunque poca investigación se ha publicado con relación a su estabilidad a largo plazo, estudios sugieren un tiempo medio de permanencia (TMP) del biochar en el suelo de al menos cien años, comparados contra 2 o 3 años de la materia orgánica en biomasa fresca o estiércol (Riegelhaupt, 2013) y contra los 50 de la materia orgánica de los suelos (Shackley & Sohi, 2010). El TMP del carbono también es altamente dependiente de una diversidad de factores sociales y ambientales, como la disponibilidad de materia prima y las condiciones de su producción, las cuales afectan las propiedades físico-químicas tanto del biocarbón como del suelo receptor (Lehmann *et al.*, 2008).

Los procesos más comunes para la producción de biocarbón son pirólisis y gasificación, aunque hay otras opciones disponibles (como torrefacción). Cada opción genera una mezcla diferente de productos finales sólidos, líquidos y gaseosos, y tiene diversas ventajas, por lo que difieren de acuerdo a los objetivos de la aplicación. Los productos energéticos pueden ser recuperables para uso en otros lugares como en calefacción urbana o turbinas eléctricas, o pueden simplemente ser quemados y emitidos como calor. Las configuraciones de sistemas de biocarbón pueden, de tal forma, involucrar tecnologías adicionales que producen energía recuperable además del carbón sólido (solid char) en un rango de escalas de pequeñas unidades familiares, hornos medianos o plantas pequeñas, hasta plantas de bioenergía de tamaño industrial.

Los sistemas de pirólisis generalmente requieren equipos especializados para contener la biomasa que se va a hornear mientras se excluye el oxígeno del proceso. La cámara de reacción puede estar ventilada para permitir el escape del gas, conocido como “syngas” (gas de síntesis). De manera alternativa, parte del syngas puede ser redireccionado para calentar la cámara de reacción, reduciendo significativamente la adición de energía requerida para ejecutar el proceso (IBI, 2013).

#### **IV. Problemática**

Históricamente, el consumo de energía global ha crecido a una tasa anual media del orden de 2 % durante casi dos siglos, si bien las tasas de crecimiento varían considerablemente en el tiempo y entre las regiones. Entre los GEI el CO<sub>2</sub> es predominante y contribuye con más de la mitad del incremento del forzamiento radiativo procedente de fuentes de GEI antropógenas. La mayoría del CO<sub>2</sub> se debe al uso de combustibles fósiles, que presenta a su vez aproximadamente el 75 % de la utilización global total de energía.

La reducción en la cantidad de recursos energéticos no renovables ha provocado que en los últimos años los precios de los combustibles se hayan elevado, originando incertidumbre entre la población por las consecuencias de una crisis energética.

El cambio climático aunado al agotamiento de fuentes fósiles de energía hace imprescindible impulsar la investigación, desarrollo e innovación de energías renovables para contribuir con la reducción de emisiones de efecto invernadero diversificando la matriz energética nacional que en México depende en más de 90 % de recursos no renovables como el petróleo y el gas.

En la actualidad, varios países del mundo, grandes cantidades de residuos de agricultura, basura biodegradable y biomasa forestal son quemadas o abandonadas para su descomposición. Estas prácticas liberan carbono y metano a la atmósfera.

La agricultura representa aproximadamente la quinta parte de los efectos previstos de los gases termoactivos antropógenos, que producen alrededor del 50 y el 70 % respectivamente, de las emisiones antropógenas globales de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O; las actividades agrícolas representan en torno al 5 % de las emisiones antropógenas de CO<sub>2</sub>. Se estima que la tierra total cultivada en el mundo es de 1 700 Mha. Las estimaciones de la reducción global potencial en el forzamiento radiativo en todo el sector agrícola varían entre equivalentes de 1,1 y 3,2 Gt C al año. De las reducciones globales totales, aproximadamente el 32 % puede deberse a las reducciones de las emisiones de CO<sub>2</sub>, el 42 % a las compensaciones de carbono mediante la producción de biocombustibles en la tierra cultivada actualmente, el 6 % a la reducción de las emisiones N<sub>2</sub>O.

## **V. Logros y Avances**

Actualmente se aplican diferentes tipos de sistemas de conversión termoquímicos: pirólisis lenta, pirólisis rápida y gasificación. La cantidad de biocarbón y sus co-productos (syngas y aceites) originados por estos sistemas, se diferencian de acuerdo a la exposición de los factores previamente mencionados. En general, la pirólisis rápida tiende a producir más aceites y líquidos, mientras la pirólisis lenta produce más syngas y biocarbón. Los sistemas de gasificación producen, por su parte, pequeñas cantidades de biocarbón y grandes cantidades de syngas.

Cross y Sohi (2013) desarrollaron una herramienta para evaluar el potencial de secuestro de carbono a largo plazo del biocarbón, y con esta identificaron que el carbono que es estable en varias muestras de biocarbón oscila entre 42-76 % del total del carbono orgánico. Otros estudios

han sugerido que la estabilidad puede alcanzar un 90 % bajo ciertas condiciones (Shackley *et al.* 2011). Esta estabilidad del carbono a largo plazo es la que hace del biocarbón una opción para la mitigación global del cambio climático.

Recientes Análisis de Ciclo de Vida (ACV) han sido desarrollados para un Sistema pirolisis-biocarbón (PBS por sus siglas en inglés) de pequeña, mediana y gran escala con base en diferentes tipos de tecnologías de materias primas de biomasa para evaluar el potencial de la mitigación de carbono y la producción de electricidad (Hammond *et al.*, 2011; Ibarrola *et al.*, 2012). Estos estudios han mostrado que los PBS podrían conseguir una mayor mitigación del carbono que otros sistemas de bioenergía. La mayor contribución a la mitigación del carbono proviene del carbono estabilizado (40 – 50 %). Pero se puede obtener una mitigación adicional por los efectos menos específicos del incremento de los niveles de carbono orgánico en el suelo y la disminución de los requerimientos de fertilizantes como el nitrógeno, fósforo y potasio (entre un 25 a un 40 %). Finalmente, el desplazamiento de tecnologías de generación de energía proveniente de combustibles fósiles (gas natural, petróleo) y que emiten grandes cantidades de gases de efecto invernadero, contribuye indirectamente a una mitigación adicional.

## **VI. Propósito de la Demanda**

Generar, validar y transferir desarrollos tecnológicos para transformar biomasa residual de cultivos agrícolas en energéticos gaseosos, líquidos y sólidos que den valor agregado a las actividades de los productores rurales.

## **VII. Objetivos**

### **7.1 Objetivo General**

Generar, validar y transferir desarrollos tecnológicos para transformar biomasa residual de cultivos agrícolas en energéticos gaseosos, líquidos y sólidos que den valor agregado a las actividades de los productores rurales.

## **7.2 Objetivos particulares**

- Evaluar experiencias internacionales de procesamiento de residuos agrícolas con fines energéticos.
- Identificar, cuantificar y evaluar residuos de cultivos disponibles como materias primas para producir biocarbón y carbón vegetal, por área prioritaria agrícola o región con potencial.
- Validar diferentes opciones tecnológicas para la transformación de biomasa residual en energía térmica, electricidad y biocombustibles líquidos o sólidos, que puedan ser aprovechados en diferentes contextos socioeconómicos, generar productos y usos energéticos finales escalables.
- Realizar estudios de impacto socioeconómico y viabilidad financiera de las alternativas tecnológicas identificadas como técnicamente viables. Realizar un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para evaluar el balance energético e impactos ambientales (balance de gases de efecto invernadero) de cada sistema tecnológico con base en la generación de materia prima-tratamiento-uso energético de productos.
- Evaluar la sostenibilidad de los desarrollos tecnológicos identificados y generados para el tratamiento de residuos agrícolas.
- Evaluar la competitividad de la energía y biocombustibles producidos de residuos agrícolas en relación con otros, tanto convencionales como alternativos, identificando el contexto de uso más ventajoso como energético (carbón vegetal) o biocarbón (mejorador de suelos).
- Transferir las tecnologías más apropiadas y convenientes para cada contexto.

## **VIII. Justificación**

La mitigación del cambio climático ha sido reconocida como una importante iniciativa política a largo plazo por varios gobiernos en el mundo. La agricultura contribuye en la generación de GEI antropógeno, representando aproximadamente la quinta parte de los efectos previstos de los GEI. Las actividades agrícolas representan en torno al 5 % de las emisiones antropógenas de CO<sub>2</sub>.

El biocarbón (biochar) ha sido identificado como una opción para mitigar las emisiones de carbono que de otra manera serían emitidas a la atmósfera, tanto directamente por la estabilización a largo plazo del carbono orgánico, como indirectamente mediante el desplazamiento de las emisiones de combustibles fósiles.

El biocarbón es un material sólido que resulta del tratamiento de la materia orgánica (biomasa) en un ambiente bajo en oxígeno. Este proceso se conoce comúnmente como pirólisis. Cuando es procesado en estas condiciones, una alta fracción de carbono permanece estable en los subproductos carbonizados y sólo se emite después de cientos o miles de años. La pirólisis - al igual que la gasificación (que es una de sus variantes)- descompone la materia orgánica o biomasa en tres grupos de compuestos: gaseosos, líquidos y sólidos (Shackley y Sohi 2010). Los tres grupos pueden ser utilizados como combustibles y son por lo tanto bioenergéticos.

Recientes investigaciones sugieren que el sólido carbonizado (biocarbón) es útil en otras aplicaciones como mejorador de suelo, vehículo nutrientes y microorganismos simbiotes, descontaminador de agua y gases, elemento filtrante, etc. (Ogawa, 1994; van Zwieten *et al.*, 2010; Rondon *et al.*, 2006).

En México existen diversos recursos biomásicos para producir biochar, biocombustibles líquidos, biocombustibles sólidos y biogás, y se ha estimado que el potencial energético de las principales fuentes de bioenergía disponibles en el país equivale a 3,569 PJ/a, o el 42% del consumo de energía primaria en 2008. Sin embargo, la bioenergía en México actualmente abastece sólo el 5 % (432 PJ) del consumo de energía primaria. Se utilizan principalmente la leña, el bagazo de caña y el carbón vegetal, pero también existe experiencia en el área de biodigestores, captura de metano y generación de electricidad en rellenos sanitarios, así como en estufas eficientes de leña para la cocción en zonas rurales (REMBIO, 2011).

## **IX. Productos a entregar**

- Una base de datos para identificar tipo y volumen de residuos agrícolas susceptibles de aprovechamiento en biochar y carbón por área prioritaria agrícola o región con potencial, en

particular de residuos provenientes de pajas de cereales de invierno (trigo, cebada y centeno), hojas de cereales de verano (maíz y sorgo), caña de azúcar (punta y hoja de la caña), agave tequilero y/o mezcalero y en general hortifrutícolas de invierno.

- Un reporte con los resultados operativos de la validación de las tecnologías consideradas.
- Un estudio de evaluación técnico-financiero de cada una de las tecnologías validadas (más de cuatro en total) con plan de negocios.
- Estudio de impactos socioeconómicos por residuo vegetal involucrado y área geográfica de procedencia.
- Reporte con los resultados del ACV; Estrategia de sostenibilidad.
- Estudio de competitividad de la energía y los productos obtenidos.
- Guías y manuales de operación de las tecnologías de producción de biocarbón a nivel de planta piloto semicomercial.
- Guías y manuales para realizar auto-estudios de pre-factibilidad con base en el tipo de residuo agrícola, usuarios y/o beneficiarios potenciales.
- Seminario Nacional con las entidades externas a SAGARPA que pueden facilitar la realización de estos proyectos, SENER, CFE, CRE, FIRA, BANOBRAS, CONUEE, SEMARNAT, INECC, entre otros.
- Diplomado técnico-práctico para la profesionalización de técnicos y usuarios en la producción de carbón vegetal y biochar.

## **X. Impactos a lograr con los productos a obtener**

### **Socioeconómico**

- Impactos positivos en la diversificación de fuentes energéticas lo que generará una disminución en el balance de divisas del país.
- Generación de actividades productivas, de valor agregado y nuevos empleos
- Aumento en la competitividad de las empresas o actividades productivas consumidoras de energéticos fósiles, por medio de la reducción de costos de la fuente de energía.

- Impactos positivos en la economía de los productores agrícolas y agroindustrias por medio de la diversificación de ingresos generando valor agregado.

### **Tecnológico**

- Reconocer, evaluar y mejorar las tecnologías que se aplican para diferentes tipos de conversión de termoquímicos para aumentar la cantidad de biocarbón y sus co-productos.

### **Ecológico**

- Impacto a nivel nacional en la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

## **XI. Literatura citada**

Cross, A. y Sohi, S.P. 2013. A method for screening the relative long- term stability of biochar. *GCB Bioenergy* 5: 215-220.

Hammond, J., Shackley, S., Sohi, S., Brownsort, P. 2011. Prospective lifecycle carbon abatement for pyrolysis biochar systems in the UK. *Energy Policy* 39: 2646–2655.

Ibarrola, R., Shackley, S., Hammond, J. 2012. Pyrolysis biochar systems for recovering biodegradable materials: A life cycle carbon assessment. *Waste management* 32: 859-868.

International Biochar Initiative (IBI). 2013. International Biochar Initiative. Disponible en: <http://www.biochar-international.org>.

Lehmann, J., Skjemstad, J., Sohi, S., Carter, J., Barson, M., Falloon, P., Colema, K., Woodbury, P. y Krull, E. 2008. Australian climate-carbon cycle feedback in reduced soil by black carbon. *Nature Geoscience* 1: 832-835

Ogawa, M. 1994. Symbiosis of people and nature in the tropics. *Farming Japan* 28: 10-34.

REMBIO. 2011. La bioenergía en México, situación actual y perspectivas.

Rondon, M.A., Molina, D., Hurtado, M., Ramirez, J., Lehmann, J., Major, J. y Amezquita, E. 2006. Enhancing the productivity of crops and grasses while reducing the greenhouse gas

emissions through bio-char amendments to unfertile tropical soils. En 18th World Congress of Soil Science, 9-15th July, Philadelphia, PA.

Shackley, S. y Sohi, S. 2010. An assessment of the benefits and issues associated with the application of biochar to soil. HM Government: UK.

Shackley, S., Carter, S., Shackley, S., Sohi, S. (2011). Expert perceptions of biochar as a carbon abatement option. Energy and Environment (22)3.

van Zwieten, L., Kimber, S., Morris, S., Chan, K.Y., Downie, A., Rust, S., Joseph, S. y Cowie, A. 2010. Effects of biochar from slow pyrolysis of peppermill waste on agronomic performance and soil fertility. Plant Soil 327: 235-246.

### **Contactos para consultas técnicas sobre la demanda**

**Ing. Guillermo del Bosque Macías**

**Director General de Fibras Naturales y Biocombustibles SAGARPA y,  
Secretario Técnico de la Subcuenta de Bioenergéticos, Energía Renovable,  
Eficiencia Energética y Energías Alternas del Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT  
Teléfono: (55) 3871-1000 ext. 40188 y 40195**

Correo Electrónico: guillermo.delbosque@sagarpa.gob.mx

**Dr. Rafael Mora Aguilar**

**Secretario Administrativo del Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT y,  
Secretario Ejecutivo del SNITT  
Teléfono: (55) 5639-8916**

Correo electrónico: rmora@snitt.org.mx

## **Demanda 1.2**

### **I. Título tema a demandar**

**“Desarrollo de tecnología para generar Bioenergéticos a partir de los desechos orgánicos de la pesca y la acuicultura”.**

### **I. Beneficiarios del Proyecto**

Ejidos y comunidades ribereñas del Noroeste, Golfo y centro de México, dedicados a la pesca y a la acuicultura, de los que se pueda obtener materia prima a partir de desechos (biomasa) y, en general toda persona física o moral, que de manera individual o colectiva realicen cualquier actividad relacionada con la pesca y la acuicultura, y puedan beneficiarse con la producción, comercialización y/o distribución, transporte y almacenamiento de biocombustibles.

### **III. Antecedentes**

Uno de los principales problemas medioambientales, en los que actualmente se están buscando alternativas, es sobre la generación de altas emisiones de CO<sub>2</sub> y que amenazan con el cambio climático, este problema es consecuencia del elevado consumo de combustibles fósiles, como el carbón, entre otros.

Ante estos problemas, las nuevas tecnologías destinadas a la producción de biocombustibles surgen como una necesidad para contribuir al desarrollo sostenible del planeta. El biodiesel producido a partir de grasas residuales vegetales o animales reúne en un mismo proceso el tratamiento y eliminación de un residuo difícil de degradar y su reciclado para obtener un bien de uso y consumo, el biodiesel. Éste se va a utilizar como combustible ecológico ya que no incrementa el CO<sub>2</sub> neto en su combustión.

El biodiesel es el monoalquil éster de un ácido graso de cadena larga derivado de aceites vegetales o de grasas animales, que se utiliza en motores de ignición por compresión (llamados Diesel). Se obtiene por transesterificación de grasas animales o aceites vegetales. Estos compuestos son ésteres de ácidos grasos y el trialcohol glicerol. En la reacción de transesterificación se sustituye el glicerol por etanol o metanol, se forman así los metil o etil ésteres de los mismos ácidos grasos. Esto se puede lograr tratando los triglicéridos con metanol o etanol en medio ácido o alcalino y la mezcla obtenida se separa en dos fases correspondientes al biodiesel y al glicerol (glicerina). El glicerol obtenido como subproducto tiene aplicaciones en otros sectores industriales, contribuyendo a la rentabilidad del proceso.

El uso de biodiesel presenta importantes ventajas frente a otros combustibles derivados del petróleo, su índice de cetano es más alto que el del diesel de petróleo, no contiene azufre, reduce las emanaciones de CO<sub>2</sub>, CO, partículas e hidrocarburos aromáticos, en caso de accidente los vertidos son menos contaminantes que los de combustibles fósiles, es biodegradable y su transporte y almacenamiento resulta más seguro que el de los petroderivados ya que posee un punto de ignición más elevado.

En México, se han realizado investigaciones relacionadas con la fabricación de biocombustibles, dentro de estas investigaciones destacan el trabajo de Aburto *et al.* (2008), llevaron a cabo una evaluación técnico - económica de la producción de bioetanol a partir de residuos lignocelulósicos, especialmente de bagazo de caña de azúcar mediante una simulación. Sin embargo, las investigaciones más relevantes sobre la generación de biocombustibles han sido a partir de residuos agroindustriales reportados en la literatura, están enfocados hacia la producción de: bioetanol, biodiesel, otros biocombustibles, biohidrógeno y biogás (Saval, 2012).

Dentro de las actividades pesqueras y acuícolas, después de sus procesos, generan una gran cantidad de desechos orgánicos tanto sólidos (piel, vísceras, huesos y carne no aprovechable de pescados así como cascaras y cabezas de crustáceos como camarón, jaiba entre otros) y líquidos, llamado "aguas de cola" ricos en proteínas y grasas que pueden ser aprovechados bajo un

tratamiento específico que no ocasione impactos negativos al medio ambiente y que cumpla con la normativa vigente.

Los desechos mencionados esconden oportunidades de negocios que necesitan ser evaluadas con el fin de revalorizarlos. Esto supone implementar sistemas de gestión –esta vez considerados como insumos – y un manejo eficiente con costos ajustados que hagan de la retirada de los desechos un buen negocio. Por otra parte, la gestión debe, igualmente, contemplar los beneficios ambientales que se derivan de la eliminación del residuo y su repercusión en la sociedad, local o global; todo esto entendido como compromiso ambiental y social de la empresa.

En este sentido, y en el marco de Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos (D.O.F. 01-02-2008) se establecen una serie de procesos que están siendo estudiados a escala piloto y otros aplicados industrialmente.

Entre los procesos tradicionales de revalorización de desechos orgánicos derivados de las industrias pesqueras se encuentran: la producción de harinas y aceites de pescado obtenidos mayoritariamente de los desechos de la pesca industrial y plantas de procesos de productos pesqueros.

Entre estos procesos se destacan:

- **Producción de ácido hialurónico (AH):** Se obtiene del ojo de los peces, y si bien aún estos no representan una fuente importante para la extracción del AH, debido a problemas tecnológicos, su potencial aplicación está en la industria farmacéutica (osteoporosis, artrosis, oftalmología) y cosmetológica (tratamientos estéticos, implantes y cosmética).
- **Biometenización:** Proceso biológico anaeróbico mediante el cual se descompone la materia orgánica para obtener una fracción gaseosa llamada biogás. El biogás es una mezcla de metano y dióxido de carbono, producido por la fermentación bacteriana de residuos orgánicos el cual puede ser utilizado para la producción de calor, combustible o electricidad.
- **Producción de gelatinas:** Las gelatinas son obtenidas mediante la hidrólisis del colágeno, que es la principal proteína presente en la piel y espina de los peces. Su aplicación se centra en la

industria alimentaria (lácteos, complementos nutricionales), farmacología (excipientes), industria química (detergentes, adhesivos, etc.) y cosmética (hidratantes de la piel).

- **Obtención de Biodiesel:** El biodiesel es un biocombustible líquido que se obtiene a partir de lípidos naturales como aceites vegetales a través de un proceso denominado transesterificación alcohólica. Aunque hasta el momento sólo se ha logrado extraerlo de grasas vegetales, se están realizando pruebas para hacerlo de grasas animales provenientes de la acuicultura.
- **Ensilados:** En relación al proceso de ensilado, se comprobó que estos no están siendo utilizados masivamente para su revalorización en harina y aceite de pescado, ya que las tecnologías de las plantas de harina no están preparadas para su procesamiento, existiendo un límite máximo de incorporación de ensilado cercano al 10 % del volumen de desecho de biomasa que se procesa.

Sin embargo para la atención de los productos antes mencionados, el problema radica en que las plantas de harina de pescado están tecnológicamente adaptadas para procesar un producto semisólido resultante de la molienda de la biomasa de desecho de plantas de proceso, por lo que la incorporación del ensilado –un producto semilíquido que se introduce en la etapa de secado de la biomasa– introduce un exceso de humedad al proceso, con lo cual se requiere un mayor tiempo de secado y, consecuentemente, un mayor gasto energético.

Por otra parte, es bueno destacar que cuando la biomasa de desechos de las industrias pesqueras y acuícolas ha llegado al proceso de secado, se le ha extraído previamente el aceite para una mayor revalorización, por lo que la adición de ensilados en esta etapa del proceso de producción de harina, supone perder esa opción de revalorización.

#### **IV. Problemática**

Algunas de las problemática actuales que se plantea a nivel mundial, con respecto a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) son las siguientes:

1. Emanaciones de CO<sub>2</sub>, CO, partículas e hidrocarburos aromáticos.
2. Aumento en la temperatura por el efecto invernadero.

3. Lluvias acidas por la contribución de emisiones de anhídrido carbónico y dióxido de azufre a la atmosfera
4. Contaminación al medio ambiente por las emisiones de metano
5. Uso excesivo de energías causando la emisión de gases en las plantas industriales.
6. Contaminación por los derrames de combustible (diesel) en ríos y mares.

Las políticas de los Gobiernos para combatir los efectos del cambio climático y las tecnologías emergentes han contribuido al crecimiento del mercado del biodiesel. Al mismo tiempo, la adaptación de la tecnología para la producción de biodiesel a partir de grasa animal con el objetivo de utilizar los desechos de la acuicultura y la pesca empieza a despertar interés. En países como Canadá y Vietnam, el biodiesel procedente de aceite de pescado se usa ya comercialmente. Esta tecnología es transferible a muchas zonas de pesca, con una inversión relativamente baja en unidades locales de procesamiento y piscifactorías. La producción de combustible no tóxico y totalmente biodegradable puede hacerse localmente, proporcionando una nueva fuente de ingresos y aliviando la presión sobre los precios del combustible para los pescadores.

## **V. Logros y avances**

La utilización de biocombustibles líquidos es tan antigua como la de los mismos combustibles de origen fósil y los motores de combustión. Así, hace más de 100 años se diseñó el prototipo de motor diésel funcionando con aceites vegetales. Sin embargo, cuando el petróleo irrumpió en el mercado era barato, razonablemente eficiente y fácilmente disponible. Uno de éstos derivados, el gasóleo, rápidamente se convirtió en el más utilizado en el motor diésel.

En América del Sur existen varios países que se encuentran actualmente trabajando en el tema: Bolivia ha instalado una planta de producción de biodiesel a partir de aceite de soya; Argentina es el mayor productor de biodiesel generado a partir de aceite vegetales en Sudamérica; Brasil, gran productor de etanol para su utilización en mezclas con gasolina, produce biodiesel de soya utilizando alcohol etílico aprovechando la gran producción que tiene de este insumo.

En el laboratorio de centro de Investigaciones en Tecnologías Lacto-cárnicas (CITELAC) en Argentina, se están haciendo investigaciones con el objetivo de obtener combustibles a base de grasa animal para uso en motores, maquinarias agrícolas y vehículos (Universia Argentina, 2006).

Hace tiempo que se investiga el uso de tripas de animales para producción de biodiesel, pero aún hay que adaptar esta tecnología a los recursos acuáticos de cada región. En realidad, el proceso no es muy complicado. El aceite de pescado se deriva de los desechos de la industria pesquera que quedan después de obtener los filetes.

## **VI. Propósito de la Demanda**

Generar, validar y transferir nuevas tecnologías para la producción de Bioenergéticos a partir de los residuos orgánicos generados por la pesca y la acuicultura.

## **VII. Objetivos**

### **7.1. Objetivo General**

Generar, validar y transferir desarrollos tecnológicos para transformar biomasa residual de la pesca y la acuicultura en Bioenergéticos líquidos y gaseosos, bajo un esquema de negocio con factibilidad técnica, económica y ambiental.

### **7.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar experiencias internacionales de procesamiento de residuos orgánicos pesqueros y acuícolas con fines energéticos.
- Caracterizar los residuos orgánicos pesqueros y acuícolas disponibles en las regiones noroeste (Baja California Sur, Sonora y Sinaloa), Occidente (Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán y Guerrero), Golfo (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Campeche), Oriente (Puebla, Tlaxcala y Hidalgo) y Centro Sur (Morelos y Estado de México), tipificando especies, estacionalidad y volumen de biomasa disponible.
- Validar diferentes opciones tecnológicas para la transformación de residuos pesqueros y acuícolas en biocombustibles líquidos y gaseosos, que puedan ser aprovechados en diferentes contextos socioeconómicos, generando productos y usos energéticos finales escalables,

asimismo el uso de los co-productos derivados de los procesos para producir biogás y el desarrollo de abonos orgánicos.

- Evaluar la calidad del aceite obtenido de los desechos orgánicos provenientes de los residuos pesqueros y acuícolas con base en el estándar de aceite proveniente de pelágicos menores.
- Evaluar el uso de los biocombustibles líquidos y gaseosos elaborados a partir de los desechos orgánicos provenientes de los residuos pesqueros y acuícolas en vehículos terrestres y marinos.
- Desarrollar un plan de negocios o un portafolio de inversión con base en el insumo y las alternativas identificadas como técnicamente viables.
- Realizar el balance energético y de emisiones (GEI) del proceso de producción de cada sistema tecnológico identificado.
- Evaluar la sostenibilidad de los desarrollos tecnológicos identificados y generados para la producción de biocombustibles a partir de residuos pesqueros y acuícolas.
- Evaluar la competitividad de los biocombustibles producidos de residuos orgánicos pesqueros y acuícolas en relación a otros, tanto convencionales como alternativos, identificando el contexto de uso más ventajoso como bioenergético.
- Diseñar y validar un modelo de transferencia de tecnología a los usuarios a nivel social o esquema de negocios.

## **VIII. Justificación**

La exagerada demanda de alimento provoca la sobreexplotación de los recursos pesqueros y conlleva problemas asociados, como la captura incidental de especies no objetivo, el descarte de las especies sin valor comercial, y el deterioro ambiental, especialmente en las áreas costeras, que provoca la pérdida de hábitats y la contaminación.

Las pesquerías en latitudes tropicales son multi-específicas. Debido al traslape en los nichos de diferentes especies, la pesca incide en la captura de varias especies que no son el objetivo de pesca (bycatch), tales como peces, moluscos y otros crustáceos, entre otros, que por lo general son regresados al mar ya muertos (descarte). La pesca de camarón mediante redes de arrastre tiene la más alta tasa de descarte y representa más del 27 % de 7.3 millones de toneladas de los

descartes estimados para todas las pesquerías en el planeta, con valores de proporción de hasta 1 Kg de camarón por 96 Kg de descartes de otras especies. (INAPESCA, 2010) El número total de especies en la región del golfo de California en el conjunto de las referencias publicadas puede ascender a más de 1000. La magnitud de las capturas puede ascender en la región de la boca del Golfo de California a más de 100 mil toneladas. Derivado de lo antes mencionado el manejo de los descartes y la fauna acompañante es uno de los problemas importantes en la discusión internacional sobre la utilización y manejo de los recursos marinos y de la que a pesar de la discusión y manejo referido en la bibliografía desarrollada del tema, es necesario actualizar, continuar proponiendo herramientas de manejo y dar las condiciones científicas y técnicas para que esta sea aprovechada (Madrid *et al.* 2011).

Por otro lado, la composición química de las especies para consumo humano y animal fue similar y nutricionalmente tienen el mismo valor que la de algunas especies de descarte, como los son: *U. parvus*, *C. arenarius*, *T. lepturus* y *L. pealei*, por lo cual ya se ha propuesto que de acuerdo a su valor nutricional y el uso, regionalmente establecido, se recomiendan como alimento para animales en diferentes regiones del sureste mexicano (Castro *et al.* 1998).

La principal fuente de producción de descartes de la pesca provienen de la pesquería de camarón, la cual desde la década de los 70's a aportado en los litorales Golfo de México y Pacífico, una relación promedio de camarón con respecto a la fauna de acompañamiento (FAC), son de 1:3 y de 1:9 respectivamente para cada una de estas regiones, con una magnitud de biomasa de FAC anual está estimada en las 410 mil toneladas, de las cuales solo 154 mil toneladas al año eran susceptibles de industrializarse para obtener pulpas (Grande y Diaz, 1981).

Toda esta producción pesquera que no tiene destino o uso impacta directamente en los ecosistemas costeros, ya que en estos se descarga parte de los desechos de la pesca, y se vuelve parte de los impactos a cuerpos lagunares, derivado del desarrollo irregular de los diversos sectores productivos, que hacen uso del sistema y sus recursos, un ejemplo de esto es el desecho de los descartes cerca de los campos pesqueros (CNP 2012).

## **IX. Productos a entregar**

- Una base de datos tipificando especies, estacionalidad y volumen de biomasa residual de origen pesquero y acuícola susceptible de ser aprovechada para la producción de biocombustible por área prioritaria o región con potencial (fauna de acompañamiento de camarón; cabeza de camarón de cultivo; descarte del proceso de captura de calamar (vísceras); captura de pez diablo (pez armado); descarte de la captura de pez león; descarte de la captura de escama (vísceras, cabeza, piel, etc).)
- Informe de las tecnologías validadas para la extracción de aceite a partir de residuos orgánicos pesqueros y acuícolas.
- Un reporte de los resultados operativos de la validación de al menos tres tecnologías consideradas.
- Informe de la calidad del aceite obtenido de los desechos orgánicos provenientes de los residuos pesqueros y acuícolas con base en el estándar de aceite proveniente de pelágicos menores.
- Informe del uso de los biocombustibles líquidos y gaseosos elaborados a partir de los desechos orgánicos provenientes de los residuos pesqueros y acuícolas en vehículos terrestres y marinos.
- Reporte con los resultados del balance energético y de emisiones de GEI del proceso de producción de biodiesel, bioturbosina y biogás de cada sistema tecnológico identificado. (A partir de que la materia prima se transforma en residuo).
- Informe de la evaluación de la sostenibilidad de los desarrollos tecnológicos identificando con base en la estacionalidad de las materias primas disponibles, así como las estrategias de recolección y acopio que resulten económicamente viables.
- Informe con los resultados de la evaluación de la competitividad de los biocombustibles (biodiesel y biogás) producidos de residuos orgánicos provenientes de la pesca y acuicultura, en relación a otros combustibles (convencionales y alternativos).(En caso de bioturbosina hasta la calidad del aceite)
- Diplomado teórico-técnico práctico para la profesionalización de técnicos y usuarios en la producción de biogás y biodiesel elaborados a partir de los desechos orgánicos provenientes de los residuos pesqueros y acuícolas.

- Guías y manuales para realizar auto-estudios de Pre-factibilidad con base a los desechos orgánicos provenientes de los residuos pesqueros y acuícolas
- Guías y manuales de operación de las tecnologías para producción de biocombustibles elaborados a partir de los desechos orgánicos provenientes de los residuos pesqueros y acuícolas a nivel de planta piloto semicomercial.
- Un plan de negocios o portafolio de inversiones con base en el insumo y para cada alternativa identificada como viable.

## **X. Impactos a lograr con los productos a obtener**

### **Socioeconómico**

- Impactos positivos en la diversificación de fuentes energéticas lo que generará una disminución en el balance de divisas del país.
- Generación de actividades productivas, de valor agregado y nuevos empleos
- Aumento en la competitividad de las empresas o actividades productivas consumidoras de energéticos fósiles, por medio de la reducción de costos de la fuente de energía.
- Impactos positivos en la economía de los productores agrícolas y agroindustrias por medio de la diversificación de ingresos generando valor agregado.

### **Tecnológico**

- Reconocer, evaluar y mejorar las tecnologías que se aplican para diferentes tipos de conversión de termoquímicos para aumentar la cantidad de biocarbón y sus co-productos.

### **Ecológico**

- Reduce las emanaciones de CO<sub>2</sub>, CO, partículas e hidrocarburos aromáticos.
- No contienen azufre por lo que no contribuyen a la emanación de este elemento, las cuáles son responsable de las lluvias ácidas.
- Mejor combustión, que reduce el humo visible en el arranque en un 30 %.
- El ciclo biológico en la producción y el uso del biodiesel reduce aproximadamente un 80 % las emisiones de anhídrido carbónico, y casi 100 % las de dióxido de azufre.

- Los derrames de este combustible en río y mares resultan menos contaminantes y letales para la flora y fauna marina que los combustibles.
- Volcados al medio ambiente se degradan más rápidamente que los petrocombustible, y en solución acuosa el 95 % desaparece en 28 días.
- No es nocivo para la vegetación, animales vivos y no daña monumentos y/o edificios.

## **XI. Literatura citada**

- Aburto. J., Martínez, T. y Murrieta, F., 2008. Evaluación técnico-económica de la producción de bioetanol a partir de residuos lignocelulósicos. *Tecnoogía. Ciencia Educación. (IMIQ)* 23(1): 23-30.
- Bueno-Molina, M.P., Tello-Félix, H.A. y Flores-Barazorda, L.I., 2012. Diseño y construcción de un reactor para la obtención de biodiesel, a partir de grasas de origen animal generadas en el camal municipal de la Ciudad de Abancay-Apurimac. Universidad Alas Peruanas.
- Castro-González, M.I., Silencio-Barrita, J.L., Juárez-Silva, M.E., 1998. Composición química de la fauna de acompañamiento del camarón de Veracruz (Golfo de México). *Revista de biología tropical* 46(2): 249-257.
- Dufey, A. 2006, Producción y comercio de biocombustibles y desarrollo sustentable: los grandes temas. Instituto Internacional para el Medio Ambiente y Desarrollo, Londres.
- Espinoza-Toledo, D.K., Rojas-Amón, D.G., 2009. Obtención de Biodiesel a partir de los desechos de aceites vegetales usados, en las pollerías de la Ciudad de Cuenca”. Tesis de pregrado. Universidad Politécnica Salesiana Ecuador.
- Grande, V.J.M y Díaz, L.M.L., 1981. Situación actual y perspectivas de utilización de la fauna de acompañamiento del camarón en México. SAGARPA. INAPESCA. 43-55.
- INAPESCA 2010. Incorporación de Aditamentos Selectivos a las Redes de Arrastre Camaroneras en el O. Pacífico Mexicano. Dictamen Técnico. Doc. Interno. SAGARPA. INAPESCA. 35 p. y Anexo Técnico.

## **Contactos para consultas técnicas sobre la demanda**

**Ing. Guillermo del Bosque Macías**  
**Director General de Fibras Naturales y Biocombustibles SAGARPA y,**  
**Secretario Técnico de la Subcuenta de Bioenergéticos, Energía Renovable,**  
**Eficiencia Energética y Energías Alternas del Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT**  
**Teléfono: (55) 3871-1000 ext. 40188 y 40195**  
Correo Electrónico: [guillermo.delbosque@sagarpa.gob.mx](mailto:guillermo.delbosque@sagarpa.gob.mx)

**Dr. Rafael Mora Aguilar**  
**Secretario Administrativo del Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT y,**  
**Secretario Ejecutivo del SNITT**  
**Teléfono: (55) 5639-8916**  
Correo electrónico: [rmora@snitt.org.mx](mailto:rmora@snitt.org.mx)