

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

Convocatoria 2011-11



ANEXO B. DEMANDAS DEL SECTOR 2011-11

I. Demandas por Temas Estratégicos Transversales

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

Es importante aclarar que se espera apoyar un solo proyecto por demanda específica, ya que el Macro proyecto (multidisciplinario e interinstitucional) propuesto, debe cumplir con todos los productos esperados.

I. Demandas por Temas Estratégicos Transversales

Bioenergéticos

Demanda 1.1

Mejoramiento genético de sorgo dulce para generar variedades con alto rendimiento agronómico y alto contenido de azúcares para la obtención de bioetanol.

Beneficiarios del proyecto

Productores agrícolas interesados en establecer sorgo dulce en agroambientes potenciales en su producción para la obtención de bioetanol.

Antecedentes

La Ley de Promoción y Desarrollo de los bioenergéticos tiene como fin coadyuvar a la diversificación y seguridad energética y al desarrollo sustentable apoyando al campo mexicano a través de: a) Promover la producción de insumos para bioenergéticos; b) Fomentar la producción, comercialización y uso eficiente de los bioenergéticos; c) Promover el desarrollo regional y el de las comunidades menos favorecidas; d) Procurar la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera; y e) Coordinar las acciones entre los Gobiernos Federal, Estatales, y Municipales, además de f) Promover la participación de los sectores social y privado.

Por otra parte el Programa Nacional de Investigación Científica y Tecnológica en Materia de Insumos para Bioenergéticos establece que ante la creciente demanda de insumos para la producción de bioenergéticos, se presentan áreas de oportunidad para los productores rurales de nuestro país; a través de los siguientes cultivos: caña de azúcar, sorgo dulce, yuca, palma de aceite, piñón, higuera y algunos pastos, entre otros, así como el uso de rastrojos y derivados de la industria forestal, mismos que representan amplias posibilidades para la generación de bioenergéticos.

Cabe recalcar que existe un renovado interés en la utilización de los azúcares obtenidos de cultivos como materias primas para la producción de bioenergéticos. Entonces es necesario un cambio de perspectiva para mejorar unas especies para su uso como materia prima en el rubro de bioenergéticos: los cultivos deben ser considerados como sistemas vivos para la captura y almacenamiento de energía en lugar de simplemente como una única fuente de alimentos (Murray *et al.*, 2008).

El sorgo dulce pertenece a la misma especie domesticada [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] como grano, pero se ha seleccionado por acumular altos niveles de sacarosa en el parénquima de los tallos (Murray *et al.*, 2009). Los niveles de acumulación de azúcar pueden ser similares a los de caña de azúcar (*Saccharum* spp.), un pariente cercano, aunque los estudios sobre el control enzimático y el transporte de carbono sugieren que el mecanismo de acumulación es diferente (Murray *et al.*, 2009). No está claro si existe un verdadero equilibrio fisiológico entre la producción de azúcar del tallo y reducción del rendimiento en grano, o si es simplemente porque la relación de cultivares de sorgo dulce nunca se han mejorado para características del grano. La posibilidad de que la producción de energía pueda ser maximizada por la mejora simultánea de rendimientos en granos y tallo, lo que se llama doble propósito, no se ha realizado. Debido a que los cultivares elite de sorgo tradicionalmente han sido utilizados para un solo uso (es decir, el grano para el consumo humano o animal; el tallo para la producción de jarabe, o forraje-ensilaje para la alimentación animal), poco se sabe sobre los efectos fisiológicos entre la producción de azúcar del tallo y rendimiento en grano (Murray *et al.*, 2008).

En México, a partir de 2008 la SAGARPA ha impulsado los trabajos para el estudio de cultivos con potencial bioenergéticos, a través del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se han seleccionado variedades de sorgo dulce y desarrollado tecnologías para su producción.

Problemática

El amplio rango de variabilidad en grados Brix, el porcentaje de sacarosa, el rendimiento del tallo y el rendimiento de biomasa en sorgo dulce, indica que existe un alto potencia para el mejoramiento genético de este cultivo (Reddy *et al.*, 2005), a fin de obtener variedades con mejores características para obtener mayor cantidad de bioetanol.

Demanda

Desarrollar variedades de sorgo dulce con alto rendimiento de bioetanol en los diferentes agroambientes potenciales para su producción en México.

Objetivo general

Liberar variedades de sorgo dulce con alto rendimiento en agronómico y alto contenido de azúcares para la producción de bioetanol en los diferentes agroambientes potenciales para la producción en México.

Objetivos específicos

1. Identificar el germoplasma con alta calidad agronómica para incorporar sus cualidades a las nuevas variedades.

2. Generar variedades con alto rendimiento de biomasa en campo y calidad agroindustrial para los principales agroambientes potenciales para la producción de sorgo dulce en México.
3. Caracterizar la composición bioquímica del jugo de sorgo dulce, así como determinar el rendimiento de etanol de las nuevas variedades generadas.
4. Generar paquetes tecnológicos para producción de las nuevas variedades de sorgo dulce en cada uno de los principales agroambientes potenciales evaluados para la producción de sorgo dulce en México.
5. Realizar los balances de energía de los paquetes tecnológicos para la producción de las nuevas variedades generadas en los principales agroambientes potenciales evaluados para la producción de sorgo dulce en México.
6. Realizar el análisis de rentabilidad de la producción en las nuevas variedades generadas.
7. Elaborar folletos técnicos.
8. Implementar eventos de transferencia de tecnología en los principales agroambientes potenciales evaluados para la producción de sorgo dulce en México.

Justificación

El sorgo dulce es utilizado como un insumo para la producción de biocombustibles, es por ello que se deriva la necesidad de establecer mejoramiento genético con el fin de aumentar la producción de bioetanol.

Logros y avances

El genoma del sorgo ha sido recientemente secuenciado (Lam *et al.*, 2009). El sorgo y la caña de azúcar pertenecen a la misma subtribu, *Saccharinae*, dentro de la familia de las gramíneas *Poaceae* y son parientes cercanos el uno al otro, comparten un ancestro común cerca de 8-9 millones de años. La secuenciación genómica del sorgo ofrece oportunidades sin precedentes para la investigación genómica de caña de azúcar (Wang *et al.*, 2010).

Productos esperados

1. Generación de al menos una variedad de alto rendimiento agronómico y calidad agroindustrial en los principales agroambientes potenciales para la producción de sorgo dulce en México.
2. Reporte de caracterización bioquímica sobre jugo y rendimiento de etanol.
 - a) °Brix
 - b) Azúcares totales
 - c) Azúcares reductores
 - d) pH
 - e) Compuestos fenólicos
 - f) Estimación de rendimiento de etanol.

3. Paquetes tecnológicos para la producción de la(s) nueva(s) variedad(es) de sorgo dulce en los principales agroambientes potenciales evaluados para su producción en México.
4. Reporte de balances de energía de los paquetes tecnológicos en cada uno de los principales agroambientes potenciales evaluados para la producción de sorgo dulce en México.
5. Reporte del análisis de rentabilidad de la(s) nueva(s) variedad(es) de sorgo dulce generadas.
6. Folletos técnicos ilustrados en forma impresa y digital, uno para cada uno de los principales agroambientes potenciales evaluados para la producción de sorgo dulce en México.
7. Eventos de transferencia de tecnología en los principales agroambientales potenciales evaluados para la producción de sorgo dulce en México.

Contacto para consultas técnicas sobre la demanda

Ing. Jaime Paz Arrezola

Secretario Ejecutivo SNITT

Teléfono (55) 56398981

Correo Electrónico jpaz@snitt.org.mx

Ing. Guillermo del Bosque Macías

Director General Adjunto de Bioeconomía

Teléfono (55) 38711000 ext 40182

Correo Electrónico guillermo.delbosque@sagarpa.gob.mx

Literatura citada

- Murray, S.C.A.; Sharma, W.L.; Rooney, P.E.; Klein, P.E.; Mullet, J.E.; Mitchell S.E. and Kresovich, S. 2008. Genetic improvement of sorghum as a biofuel feedstock I: QTL for stem sugar and grain nonstructural carbohydrates. *Crop Science*. 48:2165-2179
- Murray, S.C.; Rooney, W.L.; Hamblin, M.T.; Mitchell S.E. and Kresovich S. 2009. Sweet sorghum genetic diversity and association mapping for brix and height. *Plant Genome*. 2:48–62
- Reddy, B.V.S; Ramesh, S.; Reddy, S.P.; Ramaih, B.; Salimath, P.M. and Kachapur, R. 2005. Sweet sorghum-a potential alternative raw material for bio-ethanol and bio-energy. *Int. Sorghum Millets Newslett*.46:79–86
- Lam, E.; Shine, J.Jr.; da Silva, J.; Lawton, M.; Bonos, S.; Calvino, M.; Carrer, H.; Silva-Filho, M.C.; Glynn, N.;Helsel, Z; Ma, J.; Richard,E.Jr.; Souza, G. and Ming, R. 2009. Improving Sugarcane for Biofuel: Engineering for an even better feedstock. *Global Change Biology Bioenergy*. 1:251-255.
- Wang, J.; Roe, B.; Macmil, S.; Yu, Q.; Murray, J.E.; Tang, H.; Chen, C.;Najar, F.; Wiley, G.; Bowers, J.; Van Sluys, M-A.;Rokhsar, D.S.; Hudson, M.E.; Moose, S.P.; Paterson, A.H. and Ming, R. 2010. Microcollinearity between autopolyploid sugarcane and diploid sorghum genomes. *Genomics*.11:261

Demanda 1.2

Mejoramiento genético de higuierilla para generar variedades con frutos indehiscentes, alto rendimiento agronómico y alto contenido de aceites para la obtención de biodiesel.

Beneficiarios del proyecto

Productores agrícolas interesados en establecer higuierilla en agroambientes potenciales en su producción para la obtención biodiesel.

Reactivar el cultivo de higuierilla en México, la cual en la actualidad es considerada como maleza en la mayoría de los estados del país y con ello contribuir a la investigación de esta especie en materia de bioenergéticos. Además la producción de este cultivo permitiría obtener ingresos en particular a los pequeños agricultores, a los molinos de oleaginosas subcontratados y a miembros de plantaciones comunitarias o a los trabajadores de las plantaciones privadas que lo producen.

Antecedentes

Con la visión de la Ley de Promoción y Desarrollo de los bioenergéticos se procura impulsar el desarrollo científico y tecnológico que permita ampliar las posibilidades productivas del sector, asegurando la transferencia de tecnología para otorgar un valor agregado a la producción agropecuaria y pesquera, brindar mayor certidumbre energética y mejorar la economía rural mexicana.

Lo anterior se logra con: 1) El establecimiento de acciones que permitan el desarrollo humano sustentable, social y patrimonial de las zonas rurales del campo mexicano, promoviendo la inversión y los esquemas de participación e integración de productores de insumos en la cadena de los Bioenergéticos; 2) Fomentando la diversificación de las actividades productivas, que permita a los productores agrícolas la oportunidad de impulsar la producción de insumos para bioenergéticos, garantizando siempre la seguridad alimentaria; 3) Asegurando un bajo criterios de sustentabilidad, la producción de insumos y abasto de biomasa que demande la producción de los bioenergéticos; 4) Conformar una cadena competitiva en apego a los criterios de sustentabilidad, desarrollo humano, económico, ambiental y cultural; 5) Considerando nuevos arreglos de organización campo-industria, que aseguren el impulso de los bioenergéticos, dentro de la normativa y las economías de los sectores de consumo final.

La búsqueda de fuentes de energías renovables y limpias se ha convertido en una necesidad urgente, debido a los graves problemas ambientales que ha causado la liberación de contaminantes provenientes de la quema de

combustibles fósiles y a la disminución de las reservas petroleras. Existen varias fuentes alternativas de energía que poseen un gran potencial para cubrir nuestras necesidades energéticas en el futuro, dentro de estas fuentes se encuentran: sol, viento, mareas, olas y biomasa; esta última ha cobrado gran importancia en los últimos años y dentro de ella ubicamos a los biocombustibles tales como biodiesel, bioetanol (García-Cota *et al.*, 2009) y bioturbosina.

El interés en la investigación de los biocombustibles se puede ver reflejado en el número de artículos y patentes que han generados entre 2000-2005, en Estados Unidos (26), patentes corporativas (19), Brasil (9), Hungría (7), Alemania (7) entre otras (Pinto *et al.*, 2005). Contemplando varias fuentes de insumos para su obtención como: maíz, trigo, sorgo dulce, caña de azúcar, palma de aceite, *Jatropha*, higuera por mencionar algunas.

La higuera o planta de ricino (*Ricinus communis*) se originó en Etiopía y poco a poco se dispersó hacia el sur de África, la región mediterránea y las zonas cálidas de Asia, finalmente se estableció como una especie natural en la mayoría de las regiones de clima templado del mundo (García-González *et al.*, 1999). Es de autopolinización y de polinización cruzada, los estudios en todo el mundo revelan una escasa diversidad genética entre el germoplasma de ricino (Chan *et al.*, 2010).

R. communis cuenta con un total de 22 subespecies y variedades así como un puñado de cultivares desarrolladas por horticultores ornamentales y cultivadores de plantas. Es la única especie en su género, también como en subtribu, *Ricinae*, en la tribu *Acalypheae*, subfamilia *Acalyphoideae* de la familia *Euphorbiaceae* (O'Connell *et al.*, 2006).

Higuera es un arbusto de crecimiento rápido siempre verde que produce semillas con alto contenido de aceite (35-55%). Rendimientos extracción en frío 30-36% de aceite medido en peso, mientras que con prensado en caliente (>70°C) produce 38 a 48%. El aceite de ricino se ha utilizado por lo menos desde hace 6,000 años, el cual es de alta viscosidad se emplea actualmente para más de 700 productos, incluyendo medicinas, cosméticos, lubricantes, pinturas, y nylon. La higuera se trata de una planta resistente que se producen en condiciones donde otros cultivos fracasan. Se desarrolla así en el marco de las mismas condiciones que la *Jatropha*. En el medio silvestre es una planta perenne que lleva semillas de hasta 15 años y crece con el tamaño de un pequeño árbol; mientras que cuando se trata como cultivo crece normalmente de forma anual.

El aceite de ricino contiene aproximadamente 90% de sus ácidos grasos, como aceite de ricino y es la única fuente comercial de aceite de ricino. Debido a que el ricino contiene la toxina ricina y potentes alérgenos, es peligroso para cultivar, cosechar y procesar (Lin *et al.*, 2002). El aceite es no comestible, el cual tiene mucha importancia económica debido a su composición única (Chen *et al.*, 2005). Semillas de ricino también se ha propuesto como una fuente potencial de biodiesel, el alto contenido de aceite de sus semillas y la facilidad

con la que se pueden cultivar en ambientes desfavorables contribuyen a su atractivo como un cultivo en países tropicales en desarrollo (Chan *et al.*, 2010).

En 2008 se sembró higuierilla en unas 900,000 hectáreas en todo el mundo, de las cuales 760,000 en Asia, 120,000 en África y 20,000 en América Latina. Se estima que para el 2015 los cultivos llegarán a 12.8 millones de hectáreas (WEB REPORT ONU, 2010). Este cultivo tiene el mayor potencial en las zonas áridas y alejadas donde, debido al elevado precio de insumos como los fertilizantes y los costos del transporte, no es competitiva la producción de alimentos. Sin embargo, para obtener cosechas sostenidas en suelos degradados de las zonas áridas, se requieren insumos tales como agua y fertilizantes.

En México, a partir de 2008 la SAGARPA ha impulsado los trabajos para el estudio de cultivos con potencial bioenergéticos, a través del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se han seleccionado genotipos de higuierilla y desarrollado tecnologías para su producción.

Problemática

La higuierilla en América sigue siendo, una planta que necesita mejoramiento genético debido a que en algunos países como es el caso de México, la higuierilla presenta bajo rendimiento alrededor de 800 kg·ha⁻¹ (Ruiz, 2009) mientras que países como Brasil presentan rendimientos de aproximadamente 1500 kg·ha⁻¹ (de Meneses *et al.*, 2010); además que algunas genotipos presentan frutos dehiscentes dificultan la recolección de semillas y los de frutos indehiscentes son de porte alto dificultando la cosecha. Es sabido que higuierilla ayuda a los suelos debido a que sus raíces son bajas, llegan hasta la humedad en las profundidades del suelo y las raíces superficiales ayudan a aglutinarlo y pueden aportar a reducir la erosión. Sus semillas se pueden convertir en un biodiesel menos contaminante que el de origen fósil y ofrecer a las familias rurales pobres un combustible para producir luz y cocinar. Además que las tortas de semillas obtenidas como producto secundario de este proceso pueden tener valor como fertilizantes una vez detoxificadas. A diferencia de otros cultivos biocombustibles importantes, como el maíz, no se utiliza como alimento y se puede cultivar en tierras marginales y degradadas, donde no crecen los cultivos alimentarios.

Demanda

Dada la demanda de aceites vegetales para biocombustibles y otras aplicaciones se busca consolidar el mejoramiento genético que permita el desarrollo y selección de variedades de higuierilla con porte bajo, frutos indehiscentes, alto rendimiento agronómico y alto contenido de aceite en los principales agroambientes potenciales para su producción en México.

Objetivo general

Generación de variedades con porte bajo, frutos indehiscentes, alto rendimiento agronómico y alto contenido de aceite y balances positivos de energía para la producción de biodiesel.

Objetivos específicos

1. Identificar el germoplasma con alta calidad para incorporar sus cualidades a las nuevas variedades.
2. Generar variedades de higuierilla con porte bajo, frutos indehiscentes alto rendimiento agronómico y alto contenido de aceite en los principales agroambientes potenciales para la producción en México.
3. Realizar los balances de energía de los paquetes tecnológicos para cada una de los agroambientes potenciales para la producción de higuierilla en México.
4. Analizar bioquímicamente el aceite de las nuevas variedades de higuierilla generadas en cada uno de los agroambientes potenciales para la producción evaluados en México.
5. Analizar bromatológicamente torta de aceite de higuierilla (subproducto después de extracción de aceite) de las nuevas variedades generadas.
6. Caracterizar materiales de ensayos aceite-ambiente para los principales agroambientes potenciales para la producción de higuierilla en México.
7. Desarrollar paquetes tecnológicos para la producción de las nuevas variedades en los principales agroambientes potenciales para la producción de *Jatropha* en México.
8. Realizar el análisis de rentabilidad de las nuevas variedades generadas.
9. Elaborar folletos técnicos.
10. Implementar eventos de transferencia de tecnología en los principales agroambientes potenciales evaluados para la producción de *jatropha* en México.

Justificación

Entre los aceites más investigados se encuentran el aceite de girasol, soya, canola, palma, higuierilla y grasas animales, siendo las tres primeras las más usadas para la producción de biodiesel en Europa y Norte América. En el plano nacional en el contexto de la política de sustitución de energéticos; el aplazar el agotamiento de reservas, evitar el alza en los costos por importación y disminuir el impacto por las emisiones gaseosas y de material particulado a la atmósfera, representa para la industria de biocombustible, una enorme oportunidad como consecuencia del aumento del precio del petróleo.

Logros y avances

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, por sus siglas en inglés) y el FIDA (Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola) también hacen hincapié en que debido al poco mejoramiento del ricino de América, la productividad de sus semillas, calidad de su aceite y su contenido oleaginoso son muy variables. La mayor parte que

se cultiva hoy en día es tóxica, no se utiliza para el ganado, además que representaría un peligro para la salud humana. Se debe apoyar la investigación para obtener mejores variedades no tóxicas, semillas de calidad y prácticas agronómicas mejoradas, incluida la agricultura de conservación y el manejo integrado de plagas y de los nutrientes. Tomando como base estudios anteriores en donde se tiene selección de genotipos con característica con un alto rendimiento y con características agronómicas deseables.

Productos esperados

1. Generación de al menos una variedad de alto rendimiento agronómico y calidad agroindustrial en los principales agroambientes potenciales para la producción de higuera en México.
2. Reporte de balances de energía de los paquetes tecnológicos en cada uno de los principales agroambientes potenciales evaluados para la producción de higuera en México.
3. Reporte de caracterización del aceite en la(s) nueva(s) variedad(es) generadas de higuera.
 - a) Contenido de aceite en porcentaje.
 - a) Perfil de ácidos grasos.
 - b) Viscosidad a diferentes temperaturas.
 - c) Índices de yodo.
 - d) Índice de acidez.
 - e) índice de saponificación.
4. Reporte del análisis bromatológico de torta de aceite y toxicidad de higuera:
 - a) Porcentaje de proteína
 - b) Identificación de proteínas por peso moleculares
 - c) Aminoácidos esenciales
 - d) Concentración ricina
5. Reporte de caracterización de la(s) variedad(es) sobre aceite-ambiente la en los diferentes agroambiente potenciales evaluados para la producción de higuera.
6. Paquetes tecnológicos para la producción de la(s) nueva(s) variedad(es) de higuera en los principales agroambientes potenciales evaluados para la producción en México.
7. Reporte del análisis de rentabilidad de la(s) nueva(s) variedad(es) de higuera generadas.
8. Folletos técnicos ilustrados en forma impresa y digital, uno para cada uno de los principales agroambientes potenciales evaluados para la producción de higuera en México.
9. Eventos de transferencia de tecnología en los principales agroambientales potenciales evaluados para la producción de higuera en México.

Contacto para consultas técnicas sobre la demanda

Ing. Jaime A. Paz Arrezola

Secretario ejecutivo SNITT

Teléfono (55) 56398981

Correo Electrónico jpaz@snitt.org.mx

Ing. Guillermo del Bosque Macías

Director general adjunto de bioeconomía

Teléfono (55) 38711000 ext 40182

Correo Electrónico guillermo.delbosque@sagarpa.gob.mx

Literatura citada

- Chan, A.; Crabtree, J.; Zhao, Q.; Lorenzi, H.; Orvis, J.; Puiu, D.; Melake-Berhan, A.; Jones, K.; Redman, J.; Chen, G.; Cahoon, E.; Gedil, M.; Stanke, M.; Haas, B.; Wortman, J.; Fraser-Liggett, C.; Ravel, J. and Rabinowicz, P. 2010. Draft genome sequence of the oilseed species *Ricinus communis*. *Nature biotechnology*. 28(9):951-956
- Chen, G.; He, X. and Mckee, T. 2005. A Simple and Sensitive Assay for Distinguishing the Expression of Ricin and *Ricinus communis* Agglutinin Genes in Developing Castor Seed (*R. communis* L.). *J. Agric. Food Chem.* 53: 2358-2361
- De Meneses, P.H.P.; de Sa Barreto, Y. and de Sa Barreto, E.V. 2010. Análise da competitividade da mamona para produção de Biodiesel no nordeste do Brasil. *Rev. de Economia Agrícola*, São Paulo, 57(1): 35-48
- García-Cotaa, T. del N. J.; de la Cruz-González, V. M.; Nájera-Martínez, I. y Sánchez-Daza O. 2009. Purificación de biodiesel obtenido de aceite de ricinus. *Superficies y Vacío*. 22(3): 20-23
- García-González, J.J.; Bartolomé-Zavala, B.; Trigo-Pérez, M. del M.; Barceló-Muñoz, J.M.; Fernández-Meléndez, S.; Negro-Carrasco, M.A.; Carmona-Bueno, M.J.; Vega-Chicote, J.M.; Muñoz-Román, C.; Palacios-Peláez, R.; Cabezudo-Artero, B. and Martínez-Quesada, J. 1999. Pollinosis to *Ricinus communis* (castor bean): an aerobiological, clinical and immunochemical study. *Clinical and Experimental Allergy*. 29:1265-1275
- Lin, J-T.; Chen, J.; Liao, L. and Mckee, T. 2002. Molecular Species of Acylglycerols Incorporating Radiolabeled Fatty Acids from Castor (*Ricinus communis* L.) Microsomal Incubations. *J. Agric. Food Chem.* 50:5077-5081
- O'Connell, K.P.; Leshin, J. A.; Weeks, A. and Skowronski E. W. 2006. Discovery and characterization of novel signatures from the *Ricinus communis* (castor bean) genome. Proceedings of the 25th Army Science Conference, Orlando, L.
- Pinto, A.; Guarieiro, L.; Rezende, M.; Ribeiro, N.; Torres, E.; Lopes, W; Pereira, P. and Andradel, J. 2005. Biodiesel: an overview. *J. Braz. Chem. Soc.* 16(6b):1313-1330.
- Ruiz, J. 2009. Cultivos asociados para enfrentar la crisis energético-ambiental en las zonas tropicales subhúmedas de México. CIIDIR Oaxaca, IPN.

Presentado en el Congreso Estatal Agronómico, 28 de febrero 2009, Oaxaca, Oax., México
WEB REPORT ONU, 22 DE JULIO DE 2010. La ONU apuesta por la producción del ricino de América como biocombustible.
http://www.portalautomotriz.com/content/site/module/news/op/displaystory/story_id/32647/format/html/