

JATROPHA CURCAS: ALTERNATIVA PARA NUEVOS NEGOCIOS SOSTENIBLES



Las energías de origen renovable son consideradas fuentes de energía inagotable y con un bajo impacto ambiental. Su utilización no tiene riesgos potenciales añadidos, e indirectamente supone un enriquecimiento de los recursos naturales y una alternativa a las fuentes de energía convencionales, pudiendo sustituirlas paulatinamente. En éste sentido, la introducción comercial del cultivo energético *Jatropha curcas* L. en Chile puede convertirse en un negocio rentable y económicamente viable ya que como fuente de energía renovable trae consigo una importante contribución al desarrollo económico, social y ambiental del país, la generación de empleos y la reducción de emanaciones de gases contaminantes.

*Manuel Paneque
Depto. Cs. Ambientales y Recursos
Naturales Renovables
mpaneque@uchile.cl*

Chile tiene una alta dependencia de fuentes de energía importadas, un 75% de la matriz energética corresponde a combustibles líquidos, de los cuales un 98% se genera a partir del petróleo importado. Los problemas energéticos del país se deben a la falta de una matriz energética diversificada y a patrones de producción ligados al gas natural. El sector agrícola no tiene ofertas de nuevas especies y sistemas productivos capaces de diversificar la producción de biocombustibles,

ya que no se han explorado suficientemente todas las alternativas para la generación de energía en forma sustentable, en especial las de tipo renovable, así como aquellas donde la relación costo/beneficio social fomenta su uso.

Existe un amplio consenso respecto a que el país necesita diversificar su matriz energética, por razones ambientales y estratégicas. Esto implica el desarrollo de una Política de Estado en materia

de energías renovables y biocombustibles, que incluya leyes de fomento a los efectos de poder incorporar a las grandes y pequeñas empresas al proceso productivo y de investigación, para desarrollar las tecnologías e incentivar el negocio de la agroenergía en general.

Se espera que las necesidades de energía crezcan en forma sostenida durante los próximos 25 años. De acuerdo a la Comisión Nacional de Energía, la

demanda proyectada de gasolina y diesel para el 2010 es de unos 3,3 y 7,6 millones de m³, respectivamente. Chile consume quince millones de litros al día de petróleo y los cálculos más optimistas apuntan a satisfacer con biodiésel un 5% del consumo nacional en el corto plazo.

Para mantener su tasa de crecimiento económico y productivo, Chile debe contar con una matriz energética segura, diversificada e independiente, en lo posible, de importaciones de alto riesgo.

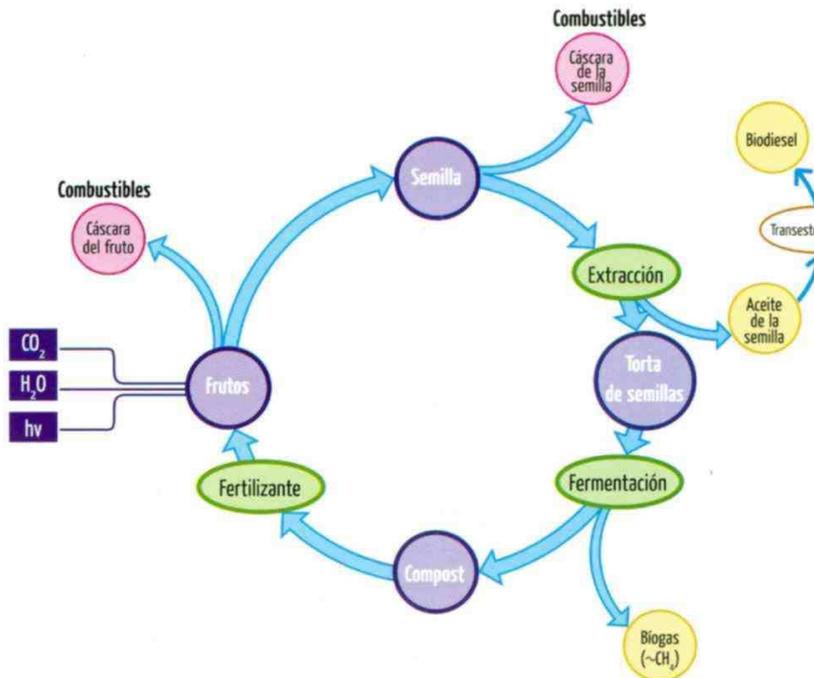
La tecnología jatropha, presentada a continuación, es viable para su introducción en la zona norte del país y tiene un mayor potencial agroindustrial que los cultivos existentes para la producción de biodiésel, los cuales se distribuyen únicamente en la zona centrosur del país.

CARACTERÍSTICAS FAVORABLES DE LA PLANTA

La planta de *Jatropha Curcas* L. es una oleaginosa de porte arbustivo, perteneciente a la familia de las Euforbiáceas, que tiene más de 3 mil 500 especies agrupadas en 210 géneros (Gubitz et al 1999). Se adapta fácilmente a zonas entre 0 y 1.300 metros sobre el nivel del mar (msnm), y precipitaciones entre 150 a 1.000mm/año; debe considerarse como un cultivo alternativo que puede generar importantes ingresos a la familia rural.

Originaria de mesoamérica, y fue llevado hasta África en las galeras portuguesas que traficaban con esclavos hacia Brasil, y es en Cabo Verde, Madagascar y Malí, donde comenzó a utilizarse el aceite de su semilla para la producción de combustibles, que servía para consumo y para el alumbrado público.

La jatropha puede implementarse como una planta productivamente rápida en situaciones adversas, tierras degradadas, clima seco, tierra marginal y al mismo tiempo ser parte de un sistema agrosilvicultural (Openshaw, 2000). Puede plantarse en las tierras que están en periodo de barbecho y a lo largo de los límites de pastizales porque no crece demasiado alto, así como también



es apropiada en los terrenos sin aprovechar junto a las vías férreas, carreteras y canales de irrigación. Se trata de un cultivo social, que puede generar miles de empleos en el sector rural, de bajo impacto ecológico y con una importante rentabilidad a corto plazo. A partir del cultivo de esta planta se ha buscado planificar la instalación de plantas de biodiésel, utilizando como materia prima exclusivamente sus semillas (Veljković et al 2006).

La jatropha es una planta con vocación tercermundista, es una alternativa para la reforestación de tierras marginales y zonas erosionadas, (Gubitz et al 1999), para los agricultores que se encuentran en regiones en donde sus cultivos han perdido su valor comercial y para aquellas tierras que no son aptas para los cultivos tradicionales, o inclusive como cultivo alternativo y/o complementario.

La variedad Cabo Verde, necesita poca agua para crecer, con 150-250mm/año tiene suficiente para su sobrevivencia, y en su producción óptima necesita entre 600-900mm/año. La planta en su primer año de siembra ya produce un 25% de su potencial máximo, y al año cinco de establecida la plantación se logra el 100% de su potencial, y se estabiliza en los 40-50 años que le quedan de vida (Banerji et al 1985; Kandpal y M. Madan, 1995; Kumar et al 2003; Pramanik 2003; Akintayo 2004; Shah et al 2004)

Las raíces de la jatropha no son muy profundas, pero aún así ayudan a retener el agua de la lluvia y a que penetre en el subsuelo hasta llegar a la capa freática. Como todo árbol, es beneficioso y equilibra el ecosistema. Con sus hojas verdes y por medio del proceso de fotosíntesis, aporta oxígeno a la atmósfera y contribuye a retirar los cada vez más abundantes tóxicos y contaminantes de la atmósfera.

Al ser una especie arbustiva perenne, la cosecha es manual, empleando importante cantidad de mano de obra campesina, lo que significará una fuente genuina de trabajo rural, tan necesario en los esquemas productivos modernos que cada día son más tecnificados, y expulsan mano de obra a las grandes ciudades. Los enormes beneficios a corto plazo de este cultivo pueden reflejarse en reducción de la pobreza y dependencia petrolera, mejora de nuestros ecosistemas y la contribución a la estabilidad económica de nuestras zonas rurales marginales.

BIODIESEL, UNA ALTERNATIVA REAL

De las semillas de los frutos de *Jatropha* puede extraerse un 55% de aceite que es susceptible de ser fácilmente transformado a biodiésel, de sus tallos se extrae látex, y de sus hojas y cortezas, otras sustancias para aplicaciones medicinales y usos como insecticida.

Distintas experiencias y ensayos arrojan un rendimiento de 2.500 litros de aceite por hectárea de *Jatropha* cultivada a partir del cuarto año (Hirota et al 1988; Gandhi et al 1995; Makkar et al 1998). La pasta residual que queda como deshecho en la extracción de aceite, es rica en proteína cruda (60-65%), y podría ser transformada en abonos orgánicos y/o un excelente alimento balanceado para aves, ganado e incluso peces (Haas y Mittelbach, 2000; Abdel Gadir et al 2003).

Las investigaciones realizadas señalan que esta planta será la llamada a sustituir a los combustibles fósiles a través de la producción de biodiésel, lo cual la convierte en el más prometedor combustible vegetal del futuro. El aceite vegetal ha sido utilizado como combustible desde tiempos remotos; las lámparas de aceite iluminaron las noches silentes de la antigüedad y todavía permanecen encendidas ante los sagrarios de los templos católicos.

Los biodiésel son metilesteres de los aceites vegetales obtenidos por reacción de los



mismos con metanol, mediante reacción de transesterificación, que produce glicerina como producto secundario y es materia prima principal para elaborar jabones (Goodrum, 2002; Canakci 2007). Los metilesteres de los aceites vegetales poseen muchas características físicas y fisicoquímicas muy parecidas al gasóleo con lo que pueden mezclarse en cualquier proporción y utilizarse en los vehículos diesel convencionales sin necesidad de introducir modificaciones en el diseño básico del motor (Crabbe et al 2001; Ghadge y. Reaman, 2005; Veljković et al 2006). A diferencia del etanol, las mezclas con biodiésel no modifican significativamente sus propiedades físicas y fisicoquímicas, como su poder calorífico o el índice de cetano (medio para determinar la calidad de la ignición del diesel).

La energía específica del biodiésel es un 5% menor que la del gasoil, pero su elevada lubricidad compensa esta diferencia, por lo que el rendimiento energético de ambos combustibles es esencialmente el mismo.

La ecuación económica del biodiésel dependerá también del tipo de residuo sólido que la extracción del aceite genera. Si este residuo es apto para alimentos balanceados y/o fertilizante,

tendrá valor, y el costo del aceite vegetal será proporcionalmente menor. El biodiésel, además de sus ventajas ambientales, permite un ahorro substancial en los costos de producción del sector agropecuario. También mejora la relación productos primarios/petróleo, y representa una respuesta económicamente válida a los subsidios del sector agropecuario en los países desarrollados o en vías de desarrollo. En la medida en que suba el precio del petróleo, las ventajas del biodiésel serán cada vez mayores, así como la mejora de los costos de producción pasa forzosamente por la reducción del costo energético (Ma y Hanna, 1999).

Por otra parte, el uso del biodiésel contribuye a reducir la contaminación atmosférica. Las emisiones netas de dióxido de carbono (CO₂) y de dióxido sulfuroso (SO₂) se reducen un 100%. La emisión de hollín se reduce un 40-60%, y las de hidrocarburos (HC) un 10-50%. La emisión de monóxido de carbono (CO) se reduce un 10-50%. Se reduce igualmente la emisión de hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs), y en particular de los siguientes derivados, de comprobada acción cancerígena: Fenantrén - 97%; Benzo(a)fluorantren - 56%; Benzopirenos - 71%. Finalmente, la emisión de compuestos aromáticos y aldehídos se reduce un 13%, y las de óxidos nitrosos (NO_x)

se reducen, o aumentan, 5-10% de acuerdo con el desgaste del motor, y la calibración de la bomba inyectora (Ma y Hanna, 1999).

El biodiésel es 100% biodegradable (Ma y Hanna, 1999). En menos de 21 días, desaparece toda traza del mismo en la tierra (Leung et al 2006). Su toxicidad es inferior a la de la sal común de mesa (Oversen et al, 1998; Nguyen et al 2005; Leung et al 2006)

Finalmente, la expansión agrícola de *Jatropha* para la producción de aceite con fines energéticos cumple con los compromisos establecidos en las Convenciones de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Biodiversidad, Desertificación y Sequía y el protocolo de Kyoto. Este cultivo, con un significativo potencial de reconversión carbono-oxígeno, permite la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Además, contribuye a la conservación

de la diversidad biológica, la protección del suelo, las fuentes hídricas, y permite que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático y el desarrollo socioeconómico prosiga de manera sostenible.

Bibliografía citada

1. ABDEL GADIR W.S., ONSA T.O., ALI W.E.M., BADIWI S.M.A. AND ADAM S.E.L. Comparative toxicity of *Crotón macrostachyus*, *Jatropha euras* and *Piper abyssinica* seeds in Nubian goats. *Small Ruminant Research* 48 (2003), pp. 61-87.
2. AKINTAYO ET. Characteristics and composition of *Parkia biglobbosa* and *Jatropha euras* oils and cakes. *Bioresourc Teehnology* 92 (2004), pp. 307-310.
3. BANERJI R., A.R. CHOWDHURY, G. MISRA, G. SUDARSANAM, S.C. VERMA AND G.S. SRIVASTAVA, *Jatropha* seed oils for energy. *Biomass* 8 (1985), pp. 277-282.
4. CANAKCI M., The potential of restaurant waste lipids as Biodiesel feedstocks. *Bioresourc Teehnology* 98 (1) (2007), pp. 183-190.
5. CRABBE E, NOLASCO-HIPOLITO C.N., KOBAYASHI G., SONOMOTO K. AND ISHIZAKI A., Biodiesel production from crude palm oil and evaluation of butanol extraction and fuel properties. *Process Biochemistry* 37 (2001), pp. 65-71.
6. GANDHI V.M., K.M. CHERIAN AND M.J. MULKY. Toxicological studies on Ratanjot oil. *Food and Chemical Toxicology* 33 (1) (1995), pp. 39-42.
7. GHADGE S.V. AND RAHEMAN H., Biodiesel production from mahua (*Madhuae indica*) oil having high free fatty acids. *Biomass Bioenergy* 28 (2005), pp. 601-605.
8. GOODRUM J.W., Volatility and boiling points of biodiesel from vegetable oils and tallow. *Biomass Bioenergy* 22 (2002), pp. 205-211.
9. GUBITZ G.M., MITTELBACH M. AND TRABI M., Exploitation of tropical oil seed plant *Jatropha euras* L. *Bioresourc Teehnology* 67 (1999), pp. 73-82.
10. HAAS W. AND MITTELBACH M., Detoxification experiments with the seed oil from *Jatropha euras* L. *Industrial Crops and Products* 12 (2000), pp. 111 -118.
11. HIROTA M., SUTTAJIT M., SUGURI H., ENDO Y., SHUDO K., WONGCHAI V., HECKER E AND FUJIKI H., A new tumor promoter from the seed oil of *Jatropha euras* L., an intramolecular diester of 12-deoxy-16-hydroxyphorbol. *Cancer Research* 48 (1988), pp. 5800-5804.
12. KANDPAL J.B. AND MADAN M., *Jatropha curcus*: a renewable source of energy for meeting future energy needs. *Renewable Energy* 6 (2) (1995), pp. 159-160.
13. KUMAR M.S., RAMESH A AND NAGALINGAM B., An experimental comparison of methods to use methanol and *Jatropha* oil in a compression ignition engine. *Biomass and Bioenergy* 25 (2003), pp. 309-318.
14. LEUNG D.Y.C., KOO B.C.P. AND GUO Y., Degradation of biodiesel under different storage conditions. *Bioresourc Teehnology* 97 (2006), pp. 250-256.
15. MA F. AND HANNA M.A. Biodiesel production: a review. *Bioresourc Teehnology* 70 (1999), pp. 1-15.
16. MAKKAR H.P.S., ADERIBIGBE AD. AND BECKER K., Comparative evaluation of non-toxic and toxic varieties of *Jatropha curcus* for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors. *Food Chemistry* 62 (1998), pp. 207-215.
17. NGUYEN, M.T., MINOWA, T., HANAOKA, T., HIRATA, S., (2005). Final Report for Biodiesel production from Palm oil by transesterification. Biomass Technology Research Center, AIST Chugoku, Kure, Hiroshima, Japan.
18. OPENSHAW, K., A review of *Jatropha curcus*: an oil plant of unfulfilled promise. *Biomass Bioenergy* 19 (2000), pp. 1-15
19. OVERSEN L., LETH T AND HANSEN K., Fatty acid composition and contents of trans monounsaturated fatty acids in frying fats, and in margarines and shortenings marketed in Denmark. *Journal of the American Oil Chemists Society* 75 (9) (1998), pp. 1079-1083.
20. PRAMANIK K., Properties and use of *Jatropha curcus* oil and diesel fuel blends in compression ignition engine. *Renewable Energy* 28 (2003), pp. 239-248.
21. SHAH S., SHARMA A AND GUPTA M.N., Extraction of oil from *Jatropha curcus* L. seed kernels by enzyme assisted three phase partitioning. *Industrial Crops and Products* 20 (2004), pp. 275-279.
22. VELJKOVIĆ V.B., LAKICEVIĆ S.H., STAMENKOVIĆ O.S., TODOROVIĆ Z.B. AND LAZIĆ K.L., Biodiesel production from tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) seed oil with a high content of free fatty acids. *Fuel* 85 (2006), pp. 2671-2675.