

Balance Energético del Cultivo de Soja como Fuente para la Obtención de Biodiesel en Tucumán, Argentina

Energy Balances of Soybean Crop as a Source for the Obtention of Biodiesel in Tucuman, Argentina

DILASCIO, Mónica Patricia¹; CARO, Roque F¹; SCANDALIARIS, Jorge¹; ABASCAL, Fabiola¹; PAZ, Dora²; CÁRDENAS, Gerónimo J.²; DIEZ, Oscar A.² y ROMERO, Eduardo² (1) Cátedra de Cultivos Industriales de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la U.N.T. Tucumán. Argentina (2) Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres. Tucumán. Argentina. E-mail modil@manant.unt.edu.ar

Resumen

Los biocombustibles son sustitutos renovables para los combustibles fósiles. Para determinar sustentabilidad de los cultivos energéticos se hacen evaluaciones energética, ambiental, social y económica. El objetivo de este trabajo fue determinar el impacto energético del cultivo de soja para la producción de biodiesel en Tucumán, Argentina. Se definieron tres tipos de sistemas productivos y en cada caso se analizó la fase agrícola de producción. Utilizando la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) se determinaron cuatro fases: barbecho y preparación de suelo, siembra, manejo del cultivo y cosecha. Los insumos y labores fueron convertidos a unidades de energía. Los resultados obtenidos muestran que es posible discriminar desde el punto de vista energético sistemas alternativos de producción y dentro de cada sistema identificar las etapas de mayor impacto y por ende las oportunidades de mejora.

Palabras-clave: Análisis de ciclo de vida, Sustentabilidad, Cultivos energéticos.

Abstract

Biofuels are renewable substitutes for fossil fuels. To determine sustainability of energy crops, energetic, environmental, social and economic evaluations are made. The objective of this research was to determine the energetic impact of soybeans grown for biodiesel production in Tucuman, Argentina. Three production systems were defined and, in each case, agricultural production was analysed. By using LCA methodology, four stages were determined: soil preparation, sowing, crop management, and harvest. Inputs and field operations were converted to energy units. Results show that it is possible to discriminate among alternative production systems by their energy use and, within each system, to identify stages of major impacts and hence opportunities for improvement.

Keywords: Life Cycle Analysis, Sustainability, Energy Crops.

Introducción

El cultivo de soja en el noroeste argentino (NOA) empezó a desarrollarse en la provincia de Tucumán en la primera mitad del siglo XX, pero comenzó a adquirir importancia recién a partir de la década de 1960, siendo la Cátedra de Cultivos Industriales de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán conjuntamente con la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, pioneras en el desarrollo de su cultivo en la provincia.

Actualmente el cultivo de soja ocupa un lugar destacado en la actividad agrícola de la región, habiendo desplazado en muchas zonas a otros cultivos y posibilitado la habilitación de nuevas áreas para la agricultura. Los sistemas de producción de soja en el Noroeste Argentino, al igual que en el resto del país, experimentaron cambios sustanciales en los últimos años que comprenden prácticamente todos los aspectos del cultivo: sistemas de labranza, grupos de

Resumos do VI CBA e II CLAA

madurez, variedades, distancia entre hileras, nutrición, riego, control de malezas, producción de semilla, sistemas de cosecha, etc. (DEVANI et al., 2006; DEVANI; PLOPER; PEREZ, 2007; PEREZ et al., 2008). Estas modificaciones han posibilitado que hoy se pueda cultivar soja en muchos más ambientes y con rendimientos potencialmente mayores.

En Argentina, y en la región NOA está cobrando gran impulso la producción de Biodiesel para exportación a partir del cultivo de soja. Actualmente no existen antecedentes sobre el cálculo de balances energéticos para el cultivo de soja en Tucumán teniendo en cuenta los distintos sistemas de producción. Su determinación en cultivos factibles de ser utilizados para la obtención de biodiesel es de fundamental importancia ya que los balances pueden ser pobres o negativos (cuando generan menos energía que la energía fósil utilizada) y producen escasos ahorros en emisiones según cultivo y sistema de manejo.

Los biocombustibles deben producirse con prácticas agrícolas y tecnologías que minimicen el impacto ambiental y garanticen la sustentabilidad integral (MENA BRITO, 2007).

Se ha utilizado el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para medir la eficiencia energética y emisión de efluentes en la producción de biocombustibles a través de todas las etapas, desde la extracción de materias primas hasta el uso final (CIEMAT, 2006).

En Argentina se utilizó el ACV para evaluar el impacto ambiental de la producción de biodiesel de soja para exportación utilizando como unidad de análisis la producción de 1Kg de biodiesel y como sistema de estudio la cadena de producción del biocombustible (PANICHELLI, 2006)

Se plantea como hipótesis que 1) Los distintos sistemas de producción del cultivo de soja poseen balances energéticos diferentes teniendo en cuenta el esquema definido para cada caso; 2) La aplicación del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para cada sistema permite definir cuales son las etapas de mayor impacto y por tanto las oportunidades de mejora.

El presente trabajo tiene como objetivo determinar el impacto energético del cultivo de soja en Tucumán como fuente para la obtención de biodiesel mediante la aplicación de técnicas de Análisis de Ciclo de Vida.

Metodología

Para la realización del trabajo se recopiló información agronómica y tecnológica del cultivo de soja en Tucumán. Se definieron tres tipos de Sistemas Productivos: Convencional Siembra Directa (CSD), Transgénico Siembra Directa (TSD) y Convencional sin Agroquímicos (CSA).

*El Sistema CSD comprende el uso de semilla no transgénica con práctica de siembra directa y fue el utilizado hasta comienzos de la década del 90 en la provincia.

*El manejo TSD combina el uso de variedades de soja RR (resistentes a glifosato) y la siembra directa, esquema utilizado en forma generalizada a partir de los 90.

*En el manejo CSA se elaboró un esquema teniendo en cuenta un sistema de labranza convencional combinado con el no uso de agroquímicos.

Utilizando la metodología de Análisis de Ciclo de Vida, se determinaron cuatro fases en el cultivo: barbecho y preparación de suelo, siembra, manejo del cultivo y cosecha.

Se hizo un inventario de insumos y labores requeridos en cada uno de los sistemas. Los datos

Resumos do VI CBA e II CLAA

fueron convertidos a unidades de energía (Mj) por unidad de superficie para poder calcular los balances de energía (DENOIA et al., 2006).

Los granos de soja producidos también fueron convertidos tomando como referencia el valor de 16,2 Mj/Kg. Para el cálculo de los indicadores se utilizaron los siguientes parámetros:

Energía Directa (Ed): gas oil

Energía Indirecta (Ei): semillas + fertilizantes + pesticidas

Ingreso de energía IE = Ed + Ei

Egreso de energía (EE): Grano cosechado

Balance de energía (BE) = EE - IE

Eficiencia Energética (Ef E) = EE/IE

Índice de Productividad Cultural (IPC) = kg granos.ha-1/Mj.ha-1

Productividad Energética de la Mano de Obra (PEMO): cantidad de energía producida por el cultivo/ cantidad de horas necesarias para producirlo en 1 Ha (Mj/h).

Resultados y discusión

Las Tablas 1 y 2 muestran el total de insumos y las labores requeridas para el cultivo de soja, expresado en unidades de energía (Mj/Ha) para los tres sistemas productivos definidos.

TABLA 1. Valores totales de insumos y agroquímicos expresados en unidades de energía por unidad de superficie (Mj/Ha) para las cuatro fases definidas en cada sistema.

FASES	Convencional SD	Transgénico SD	Convencional SIN AGROQ
BARBECHO Y PREPARACION SUELO	1713,8	1254	
SIEMBRA Y FERTILIZACION	1553,6	1553,6	1164,3
MANEJO DEL CULTIVO	1810,3	1975,56	182
COSECHA			
TOTAL INSUMOS Y AGROQUIMICOS (Mj/Ha)	5077,70	4783,16	1346,40

TABLA 2. Valores totales de labores y operaciones para las cuatro fases definidas expresados en unidades de energía por unidad de superficie (Mj/Ha).

FASES	Convencional SD	Transgénico SD	Convencional SIN AGROQ
BARBECHO Y PREPARACION SUELO	99,59	99,59	1321,37
SIEMBRA Y FERTILIZACION	368,05	368,05	364,40
MANEJO DEL CULTIVO	348,57	398,36	1195,08
COSECHA	562,90	562,90	562,90
TOTAL OPERACIONES Y LABOREO (Mj/Ha)	1379,11	1428,90	3443,75

Los valores de ingreso y egreso de energía se muestran en la Tabla 3:

Resumos do VI CBA e II CLAA

TABLA 3. Valores de los indicadores relacionados con el ingreso y egreso de energía para tres sistemas productivos en el cultivo de soja.

Parámetros energéticos	Convencional SD	Transgénico SD	Convencional AGROQ	SIN
INGRESO E (Mj/Ha)	6456,81	6212,06	4508,60	
RENDIMIENTO (Kg/Ha)	2700	3000	2000	
EGRESO E (Mj/Ha)	45225	50250	33500	
BALANCE E (Mj/Ha)	38768,19	44037,94	28991,40	
EFICIENCIA E	7,00	8,09	7,43	
IPC (Kg/Ha)/(Mj/Ha)	0,42	0,48	0,44	
TIEMPO OPERAT (h/Ha)	0,972	0,995	4,274	
PEMO (Mj/h)	46528	50503	7838	

Podemos observar que los sistemas de siembra directa (CSD y TSD) tienen mayor ingreso de energía (directa + indirecta) que el sistema convencional (CSA) (Tabla 3), siendo la etapa de Manejo del Cultivo la de mayor consumo energético debido al uso intensivo de fertilizantes químicos solubles y de pesticidas (Tabla 1).

En el caso del sistema CSA se incluye mayor número de labranzas para la preparación del suelo y para el control de malezas (Tabla 2), pero como contrapartida desaparece el uso de herbicidas e insecticidas convencionales (Tabla 1), produciéndose un menor ingreso energético.

El mayor consumo energético de insumos y agroquímicos se da en la fase de Manejo de Cultivo en el sistema TSD, mientras que el mayor consumo energético de labores y operaciones se da en la fase Manejo del cultivo en el sistema CSA.

Los valores de eficiencia energética obtenidos en este trabajo (de 7,00 a 8,09) son similares a los obtenidos por Denoia et al. (2006) quienes determinaron un rango de entre 7,35 y 8,13 para diferentes modelos tecnológicos.

Conclusión

Los resultados preliminares aquí presentados permiten discriminar, desde el punto de vista energético, el sistema de producción para el cultivo de soja de mayor eficiencia energética para Tucumán, Argentina. El modelo de siembra directa y uso de variedades transgénicas presenta el mayor balance de energía debido a la incorporación de tecnología genética, que le permite alcanzar mayores valores de biomasa (granos) cosechada y así contrarrestar el mayor gasto de energía indirecta que presenta.

Este tipo de análisis permite una primera aproximación a la valoración del sistema en su conjunto y además identificar oportunidades de mejora al discriminar por fases cada sistema y como consecuencia la posibilidad de realizar las recomendaciones necesarias tendientes a lograr un marco de sustentabilidad integral.

Referencias

- CIEMAT. *Análisis del Ciclo de Vida de Combustibles Alternativos para el Transporte. Fase II. Análisis del Ciclo de Vida comparativo del Biodiesel y del Diesel.* 2006, 139 p.
- DENOIA, J. et al. Análisis descriptivo de la evolución de los modelos tecnológicos difundidos en el Distrito Zavalla (Santa Fé) desde una perspectiva energética. *Ciencia y Tecnología*, v. 17, n. 33, 12 p., 2006.

Resumos do VI CBA e II CLAA

DEVANI, M. et al. *Producción de Soja en el Noroeste Argentino*. 2006. 215 p.

DEVANI, M.; PLOPER, D.; PEREZ, D. Evolución y estado actual de la producción de soja en el noroeste argentino. *Revista Agromercado*, Cuadernillo n. 145, 2007.

MENA BRITO, C. *Implicaciones ambientales de la producción y uso de biocombustibles*. In: SEMINARIO SOBRE BIOCOMBUSTIBLES, Centro Mario Molina, México, 2007.

PANICHELLI, L. Análisis del Ciclo de Vida de la Producción de Biodiesel de Soja en Argentina. [s.l.]: UBA, 2006, 90 p.

PEREZ, D. et al. Cultivo de soja: aspectos económicos productivos en Tucumán para la campaña 2007/08, y algunas aproximaciones sobre la campaña 2008/09. *Reporte Agroindustrial*, Año V, Boletín n. 23, 2008.