

10636 - Eficiencia en el uso de la energía de distintas secuencias agrícolas en el Partido de Tres Arroyos, Buenos Aires, Argentina.

Energy use efficiency of different crop sequences in Tres Arroyos, Buenos Aires, Argentina.

CHAMORRO, Adriana¹; SARANDÓN, Santiago.²

1 Oleaginosas, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales - UNLP, Argentina, chamorro@agro.unlp.edu.ar;

2 Agroecología, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales - UNLP. CIC Prov. de Buenos Aires, Argentina, sarandon@agro.unlp.edu.ar

Resumen: Se analizó la eficiencia energética de tres secuencias de cultivo (trigo/soja, colza/soja y cebada/soja) en el Partido de Tres Arroyos, Buenos Aires, Argentina, y la influencia que la capacidad productiva de los suelos y el nivel tecnológico empleado tienen sobre la misma. Los resultados obtenidos muestran la influencia de estas variables sobre la demanda y eficiencia de uso de la energía de los sistemas productivos agrícolas y la importancia de analizar la secuencia de cultivos y el aporte de cada componente al resultado final. Muestran también la necesidad de integrar y considerar simultáneamente los distintos aspectos de la sustentabilidad en el análisis de la misma, y el riesgo de decidir la incorporación de tecnología o cultivos con los parámetros de la economía convencional que no valora los bienes ambientales.

Palabras clave: agroecosistema, trigo, cebada, colza, soja.

Abstract: *The energy use efficiency of three crop sequences (wheat/soybean, oilseed rape/soybean and barley/soybean) in Tres Arroyos (Buenos Aires, Argentina) was analyzed as well as the influence of production capacity of soils and technology applied in these productions on them. Results showed the energy use efficiency as affected by soils and technology applied and the importance of analyze both the sequence and the individual crops. Results also showed the need of to integrate and to consider simultaneously the different aspects of sustainability in their analysis, and the risk of to decide the change of technology or crops on the base of the conventional economy that do not give value to environmental goods.*

Keywords: *agroecosystems, wheat, barley, oilseed rape, soybean.*

Introducción

El manejo sustentable de agroecosistemas requiere un uso eficiente de los recursos de los cuales dependen, entre ellos, la energía. Esto es importante, además, para optimizar el retorno económico, preservar las reservas de combustibles fósiles y reducir la contaminación del aire. No obstante, las evaluaciones sobre la eficiencia del uso de la energía en la producción agropecuaria argentina, han sido poco abordadas.

Los cambios tecnológicos o en los patrones de uso de los territorios modifican el funcionamiento de los agroecosistemas. En el Partido de Tres Arroyos tradicionalmente predominó un sistema mixto agrícola-ganadero, pero se está registrando un proceso de agriculturización, con incremento de los cultivos de segunda, sobre todo la secuencia trigo/soja. Recientemente, se empezaron a probar otros antecesores como cebada, trigo y colza. Siendo estos cultivos muy distintos en cuanto a producción y manejo y

con distintos efectos sobre la soja, es importante analizar el uso de la energía por cada secuencia. Además, Tres Arroyos, posee diferentes aptitudes ecológicas para la actividad agrícola y diferentes niveles tecnológicos aplicados por sus productores, que afectarían el consumo y uso de la energía y deberían ser tenidos en cuenta.

El objetivo del trabajo es analizar el uso de la energía en tres secuencias de cultivo (trigo/soja, colza/soja y cebada/soja) y la influencia que la capacidad productiva de los suelos y el nivel tecnológico empleado tienen sobre la misma en el Partido de Tres Arroyos, Buenos Aires, Argentina.

Metodología

Se identificaron dos zonas agroecológicas de diferente productividad diferenciadas por la profundidad del suelo (suelos someros: SS, suelos profundos: SP) y dos niveles de aplicación de tecnología en cada zona (identificados como NT medio y alto) determinando cuatro modelos productivos coexistentes en el Partido. El modelo tecnológico incluye maquinaria, semilla, tipo y dosis de agroquímicos usados, y producción para cada cultivo de la secuencia.

Para calcular la eficiencia energética (EE) se relacionó las entradas y salidas de energía para cada cultivo y secuencia. El ingreso de energía se calculó según la cantidad de labores e insumos usados, incluyendo la energía directa (combustible) y la energía indirecta asociada a la fabricación de los insumos utilizados. La salida de energía para cada producto se calculó relacionando su rendimiento con su contenido energético.

Resultados y discusión.

El ingreso de energía varió entre 11.000 y 16.000 MJ.ha⁻¹ (Tablas 1 y 2). Los menores valores se observaron en SS con NT medio y los mayores, en SP y NT alto. Esto sería producto de un mayor uso de insumos que acompañaría a las mayores expectativas de rinde. La menor energía la requirió la secuencia colza/soja.

Un 25% de la energía ingresó como energía directa. Dentro de la energía indirecta, los dos rubros de mayor importancia, fueron los fertilizantes y las semillas. Los primeros representaron un 30% del total de los ingresos, con mayor incidencia en el modelo de alto NT y SS. En las tres secuencias, la mayor aplicación de fertilizantes se registró en el cultivo invernal ya que la soja se maneja con bajo o nulo suministro de nutrientes. Las semillas, aportaron más del 25% del ingreso de energía al sistema y colza/soja obtuvo los menores valores por la baja densidad de siembra de la colza. Su participación tendió a reducirse en el NT alto y al cultivarse en SP debido al mayor uso de otros insumos, mientras que este rubro se mantuvo sin cambios.

Los egresos de energía fueron de entre 76.500 y 136.000 MJ.ha⁻¹. Los menores correspondieron a colza/soja debido a la relativamente baja producción de la colza, que es un cultivo nuevo, con dificultades técnicas en su producción. Es de considerar que la mejora de los principales problemas (implantación y pérdidas de cosecha) no implicaría costo energético adicional.

Tabla 1: Ingresos y egresos de energía (MJ.ha⁻¹) y eficiencia energética (EE) para tres secuencias de cultivos en la zona agroecológica “suelos someros” del Partido de Tres Arroyos (Buenos Aires, Argentina) bajo dos niveles de aplicación de tecnología.

	Tecnología media			Tecnología alta		
	Colza/soja	Cebada/soja	Trigo/soja	Colza/soja	Cebada/soja	Trigo/soja
Energía directa	2746	2971	2860	2412	3517	3829
Energía indirecta	8153	9547	8617	9606	10997	10604
Maquinarias	729	789	759	640	934	1016
Semilla	2607	4095	3559	2616	4228	3665
Insecticidas	84	9	9	81	6	15
Herbicidas	1177	1090	1020	2005	1581	1607
Fungicidas	0	0	0	0,9	0,2	40
Fertilizantes	3556	3564	3270	4263	4247	4261
Otros	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
INGRESO	10899	12518	11477	12018	14514	14433
EGRESO	77160	90550	76630	89450	119400	130100
EE	7,08	7,23	6,68	7,44	8,23	9,01

La EE varió entre 6,7 y 9. Se observó una mayor eficiencia con el mayor NT que respondería a un mayor incremento en el rendimiento de los cultivos como respuesta a la aplicación de insumos que del costo energético de los mismos. De la misma manera, en los SP la EE fue mayor que en los SS, si bien los ingresos de energía fueron mayores, comparativamente crecieron más las salidas. A pesar de esto, paralelamente a esta mejora en la EE en las condiciones de mayor productividad, se registró también una mayor exportación neta de nutrientes asociada a una insuficiente o nula fertilización según el nutriente considerado (datos no mostrados). Esto muestra la necesidad de evaluar la sustentabilidad integralmente, ya que mientras una mayor productividad de los cultivos aportan a una mejora en la EE, el mismo hecho también determina situaciones de menor sustentabilidad asociadas al manejo de los nutrientes que conducen al deterioro del capital natural, situación ya observada por Iermanó y Sarandón (2009) en otros cultivos.

Los resultados obtenidos para los distintos cultivos, se encuentran dentro de los rangos informados (IERMANÓ y SARANDÓN, 2009; TAMAGNO et al.; 2009). En todos los casos, el mayor ingreso como egreso de energía fue hecho por el cultivo de invierno y no por la soja. Igualmente, y excepto en SP con alto NT, la EE siempre fue mayor para los cultivos invernales. Para éstos, los valores de EE variaron entre 7,6 y 10,8, mientras que para la soja lo hicieron entre 4,6 y 8,1. Esta baja EE de la soja indica, como fue señalado por Iermanó y Sarandón (2009), su baja adaptación a la zona desde el punto de vista agroecológico. Sin embargo, su cultivo con esta modalidad de segunda siembra se difunde alentado por resultados económicos que no consideran el costo ambiental asociado a su producción. Es necesario señalar, que los valores de EE de 8 para la soja sólo se registraron en condiciones de alto NT y SP, y podrían estar relacionados con el aprovechamiento de la fertilidad residual de las aplicaciones hechas a los cultivos invernales, determinando una mayor producción, ya que el modelo de producción de la soja en cuanto a labores y aplicación de insumos registra poca variación según zonas y antecesores, pero sí varía en términos de producción. Son conocidos los altos requerimientos nutricionales de este cultivo (sobre todo de N), y así como sus mayores rendimientos obtenidos con las mismas recetas de producción en algunas situaciones

mejoran la EE, también determinan balances de nutrientes cada vez más negativos con la consecuente degradación del suelo.

Tabla 2: Ingresos y egresos de energía (MJ.ha⁻¹) y eficiencia energética (EE) para tres secuencias de cultivos en la zona agroecológica “suelos profundos” del Partido de Tres Arroyos (Buenos Aires, Argentina) bajo dos niveles de aplicación de tecnología.

	Tecnología media			Tecnología alta		
	Colza/soja	Cebada/soja	Trigo/soja	Colza/soja	Cebada/soja	Trigo/soja
Energía directa	2891	3208	3172	2484	3535	3182
Energía indirecta	8804	10190	9560	11486	11878	12763
Maquinarias	767	852	842	659	938	845
Semilla	2607	4095	3559	2616	4228	3665
Insecticidas	84	9	9	84	9	18
Herbicidas	1217	1090	1021	2005	1581	2194
Fungicidas	0	0	0	0,9	0,2	60
Fertilizantes	4129	4144	4129	6121	5121	5981
Otros	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
INGRESO	11695	13398	12732	13970	15413	15945
EGRESO	89650	111150	104750	109250	123500	136250
EE	7,67	8,30	8,23	7,82	8,01	8,54

Entre los cultivos de invierno, la colza presentó la menor EE, y el trigo la mayor. La colza, si bien requirió menos energía que los cereales para su producción, también rindió menos. El trigo, requirió niveles de energía similares a la cebada, pero alcanzó mayores rendimientos. La mayor EE del trigo sería el resultado de su mejor adaptación a la zona, en cuyo bioma las gramíneas tienen alta representación. Por su lado, la soja siempre presentó la menor EE después del trigo que después de colza o cebada debido a sus menores rendimientos.

Mientras que la mayor EE de los cultivos de invierno se registró en SP con NT medio (con un promedio de 8,9), la de la soja se registró en SP pero con NT alto (promedió 7,7). Como resultado, la EE fue mayor con NT medio para cebada/soja, pero con NT alto para colza/soja y trigo/soja.

Cada secuencia obtuvo la mayor EE en distintas condiciones, trigo/soja en SS y NT alto, cebada/soja en SP y NT medio, y colza/soja, en SP y NT alto. Esto se relacionaría con las adaptaciones, tolerancias y capacidad de respuesta de los distintos cultivos a las distintas condiciones de crecimiento.

Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran la influencia de la zona ecológica y del manejo tecnológico sobre la demanda y eficiencia de uso de la energía de los sistemas productivos agrícolas y también la importancia de analizar la secuencia de cultivos y el aporte de cada componente al resultado final. Muestran también la necesidad de integrar y considerar simultáneamente los distintos aspectos de la sustentabilidad en el análisis de la misma, y el riesgo de decidir la incorporación de tecnología o cultivos con los parámetros de la economía convencional que no valora los bienes ambientales.

Bibliografía citada

IERMANÓ, M.; S. SARANDÓN, 2009. ¿Es sustentable la producción de agrocombustibles a gran escala? El caso del biodiesel en Argentina. **Rev. Bras. de Agroecologia**. 4:4-17.

TAMAGNO, L.; A. CHAMORRO; R. BEZUS; S. SARANDÓN, 2009. Evaluación de la eficiencia energética en seis cultivares de colza canola en La Plata, Argentina. **Rev. Bras. de Agroecologia** 4:1413-1417.