



A5-614 Eficiencia energética de cultivos anuales en dos tipos de agroecosistemas de la Región Pampeana Argentina.

María José Iermanó¹ & Santiago J. Sarandón^{1,2}

¹ Curso de Agroecología, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. ² CIC, Provincia de Buenos Aires.

mariajoseiermano@gmail.com

Resumen

La intensificación de la producción agrícola significó la necesidad de cantidades cada vez mayores de energía fósil para aumentar el rendimiento, disminuyendo la eficiencia energética de los sistemas. En la región pampeana, el proceso de agriculturización, desarrollado bajo el modelo de agricultura moderna, significó un detrimento de la actividad ganadera y un aumento del consumo energético. Los sistemas mixtos familiares, que tienen mayores valores de agrobiodiversidad, podrían tener un menor consumo de energía. Se calculó la eficiencia energética para los cultivos anuales (output/input). La energía invertida se agrupó según diferentes procesos ecológicos. Se encontró que los cultivos agrícolas tuvieron mayor eficiencia energética en los sistemas mixtos familiares (MF) que en los sistemas agrícolas empresariales (AE), lo cual estuvo asociado principalmente a los menores consumos de energía en los sistemas MF. Los sistemas MF tienen un gran potencial para desarrollar la producción agrícola con un menor subsidio energético que los sistemas AE, a la vez que permite la producción ganadera.

Palabras-clave: agroecología; energía; sistemas mixtos; procesos ecológicos.

Abstract

The intensification of agricultural production lead to an increase in the amounts of fossil fuels to improve performance, reducing the energy efficiency of the systems. In the Pampas, agriculturization process, developed under the model of modern agriculture, represented an expense of livestock and increased energy consumption. Mixed family systems, which have higher values of agricultural biodiversity could have a lower energy consumption. Energy efficiency for annual crops (output / input) was calculated. The energy invested was grouped according to different ecological processes. It was found that crop production had higher energy efficiency in mixed family systems (MF) in intensive agricultural systems (IA), which was associated mainly to lower energy consumption in the MF systems. The MF systems have great potential to develop agricultural production with lower energy subsidy AE systems, while allowing livestock production.

Keywords: agroecology; energy; mixed systems; ecological processes.

Introducción

La intensificación de la producción agrícola de las últimas décadas, significó la necesidad de inversión de cantidades cada vez mayores de energía fósil para aumentar el rendimiento, disminuyendo la eficiencia energética de los sistemas (Viglizzo et al., 2011). La agricultura moderna demanda elevadas cantidades de energía fósil, debido al uso de combustibles e insumos derivados del petróleo (Flores & Sarandón, 2014b). Existe una estrecha vinculación entre el consumo de energía y el nivel de intensificación de los agroecosistemas (Denoia et al., 2006).

El uso ineficiente de altas cantidades de energía se contraponen con el objetivo de mantener la base de los recursos naturales no renovables, y convierte a los sistemas agrícolas en sistemas dependientes de recursos que se agotarán en un futuro relativamente inmediato (Denoia et al., 2006; Viglizzo et al., 2011; Flores & Sarandón, 2014b). Es posible mejorar la eficiencia energética a través de técnicas agroecológicas que permitan la disminución de insumos químicos y el reemplazo de los mismos por procesos ecológicos, como la regulación biótica (Iermanó et al., 2015; Iermanó & Sarandón, 2015). Identificar los costos energéticos asociados a dichos procesos ecológicos permite encontrar una vía para el rediseño de agroecosistemas y/o para redefinir estrategias de manejo.

En la región pampeana argentina, los sistemas predominantes son agrícolas y ganaderos (puros o mixtos). La agriculturización ocurrida en los últimos 25 años determinó la retracción de los sistemas mixtos familiares (de agricultura y ganadería pastoril), favoreciendo el predominio de sistemas agrícolas empresariales de alto uso de insumos (Viglizzo et al., 2011). En los sistemas agrícolas modernos de la región pampeana argentina, el uso de energía fue progresivamente mayor, con una tendencia a la disminución de la eficiencia energética de los cultivos, demostrando la dependencia creciente de combustibles fósiles de la agricultura moderna (Denoia et al., 2006). En estos sistemas se han reportado altos valores de consumo de energía (Denoia et al., 2006; Viglizzo et al., 2011). Sin embargo, los sistemas mixtos familiares, que tienen mayores valores de agrobiodiversidad, podrían tener un menor consumo de energía (Iermanó & Sarandón, 2015; Iermanó et al., 2015).

El objetivo del trabajo fue comparar el consumo de energía total y por rubros, y la eficiencia energética, de los cultivos anuales producidos en dos tipos de sistemas productivos de la región pampeana argentina: agrícola empresarial y mixto familiar (agricultura y ganadería pastoril).

Metodología

El estudio se llevó a cabo durante el año 2013, en dos tipos de sistemas productivos característicos de la región pampeana: agrícola empresarial y mixto familiar (agricultura y ganadería pastoril). Se visitaron 7 establecimientos (4 sistemas mixtos familiares y 3 sistemas agrícolas empresariales) ubicados en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina, en una zona principalmente agrícola-ganadera, con el predominio de sistemas mixtos de superficie superior a las 300 ha (Viglizzo et al., 2011).

Se calculó la eficiencia energética para los cultivos anuales, como la relación entre la energía que ingresa al sistema en forma de insumos derivados del petróleo, y la energía que sale del mismo como producto (output/input) (Zentner et al., 2011; Iermanó & Sarandón, 2015). Valores de eficiencia energética superiores a 1 indican que se obtiene más cantidad de energía que la que fue incorporada en el sistema, siendo más eficiente cuanto mayor sea el valor. Una eficiencia menor a 1, indica que se gasta más energía de la que se está produciendo en el sistema, con lo cual el proceso es energéticamente ineficiente.

Para calcular la eficiencia energética se convirtieron todas las entradas y salidas en unidades equivalentes (Megajoules: MJ) por medio de valores de energía asociada a los distintos insumos, reportados por diferentes autores (Zentner et al., 2011; Alluvione et al., 2011; entre otros). Se realizaron los cálculos considerando los inputs desde barbecho hasta cosecha. La energía invertida se agrupó según diferentes procesos ecológicos en: implantación del cultivo (insumos utilizados para la preparación de la cama de siembra), regulación biótica (insumos utilizados con la finalidad de eliminar todas las posibles interacciones negativas que disminuyan el rendimiento del cultivo -plagas, malezas y

enfermedades-) y ciclado de nutrientes (insumos utilizados para reponer los nutrientes). Se calculó la incidencia de cada proceso ecológico en el total de la energía invertida. Para calcular las salidas de energía u outputs se consideraron los rendimientos promedio de los últimos 3 años.

Resultados y discusiones

Los valores de eficiencia energética para los cultivos anuales fueron buenos para ambos tipos de sistemas, y semejantes a lo reportado por otros autores (Denoia et al., 2008; Zentner et al., 2011; Iermanó & Sarandón 2015). En Argentina, Denoia et al. (2008), reportaron para cultivos desarrollados en la región pampeana argentina bajo un modelo tecnológico moderno, valores de eficiencia energética de 15,35 en maíz, 7,35 en soja y 5,3 en trigo.

Se encontró que los cultivos agrícolas tuvieron mayor eficiencia energética en los sistemas mixtos familiares (MF) que en los sistemas agrícolas empresariales (AE) (Figura 1), lo cual estuvo asociado principalmente a los menores consumos de energía en los sistemas MF (Figura 2). Esto coincide con lo reportado por Alluvione et al. (2011) para sistemas italianos, donde los mayores valores de eficiencia energética correspondieron a sistemas de producción integrada (mixtos). El mayor consumo o input en los sistemas AE concuerda con los resultados presentados por Zentner et al. (2011), que reportaron una menor necesidad de energía en sistemas más diversos (rotación entre cultivos anuales y forrajes perennes) que en los sistemas de baja diversidad (monocultivo o rotación de cultivos anuales).

Hubo diferencias en el valor de eficiencia energética entre soja de 1° y soja de 2°, lo cual estuvo asociado al menor rendimiento de esta última y por lo tanto menor salida de energía. Las salidas fueron un 42-45% menores mientras que las entradas disminuyeron solamente un 21-23%. La disminución de las entradas tiene que ver con que el cultivo de segunda es realizado como una ganancia "extra", por lo que se intenta utilizar la menor cantidad de insumos posible.

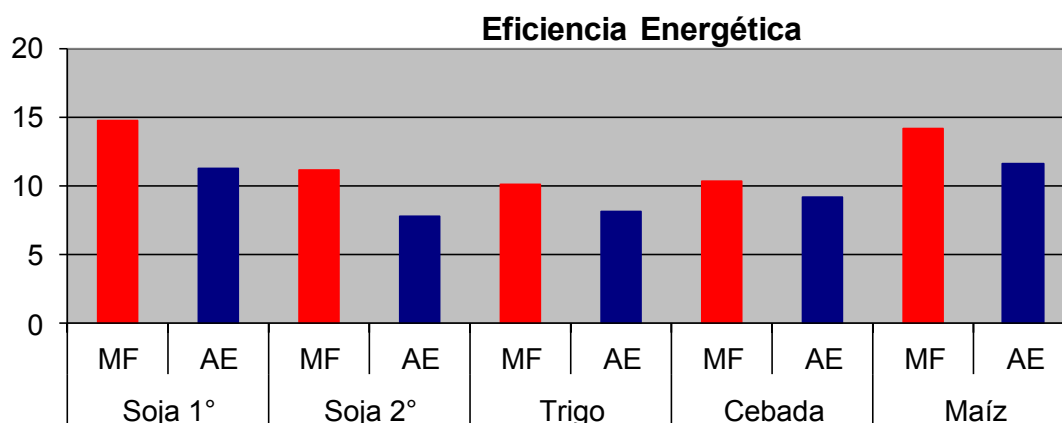


FIGURA 1. Eficiencia energética promedio de los cultivos agrícolas realizados en 4 sistemas mixtos familiares (MF) y 3 sistemas agrícolas empresariales (AE), en la región pampeana argentina.

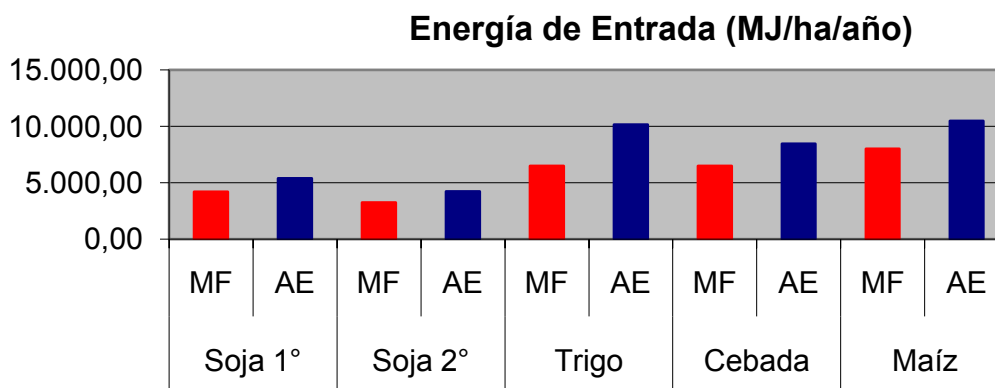


FIGURA 2. Entradas, consumo o input de energía (MJ/ha/año) promedio de los cultivos agrícolas realizados en 4 sistemas mixtos familiares (MF) y 3 sistemas agrícolas empresariales (AE), en la región pampeana argentina.

Para disminuir el consumo de energía, es necesario identificar en que procesos ecológicos o rubros se gastó la misma. Se encontró un mayor consumo de energía en todos los rubros analizados en los sistemas AE que en los sistemas MF (Figura 3).

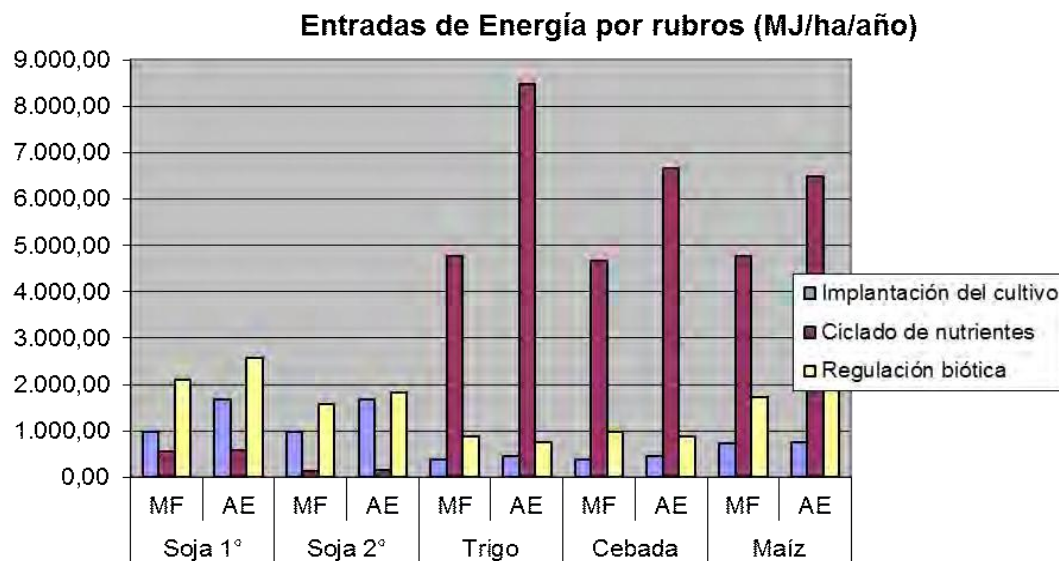


FIGURA 3. Entradas, consumo o input de energía (MJ/ha/año), según rubros o procesos ecológicos, comparando el valor promedio de los cultivos agrícolas realizados en 4 sistemas mixtos familiares (MF) y 3 sistemas agrícolas empresariales (AE), en la región pampeana argentina.

Los valores de consumo energético del rubro ciclo de nutrientes fueron menores a lo reportado por Denoia et al. (2006) para el cultivo de soja en la región pampeana argentina (1.923,4 MJ/ha), lo cual puede asociarse a la tendencia creciente a disminuir el uso de fertilizantes en el cultivo de soja, realizando las fertilizaciones en la cosecha fina (trigo y cebada) para mantener la fertilidad del campo.

En el cultivo de maíz se encontró que el gasto en regulación biótica fue mayor en AE, concentrándose en la regulación biótica post siembra. Esto concuerda con el cambio tecnológico ocurrido en los últimos 30 años, que determinó un aumento del uso de herbicidas en detrimento de las labores en barbecho (Denoia et al., 2006). El consumo energético en el ciclo de nutrientes es similar a lo reportado por Denoia et al. (2006) para maíz realizado bajo el modelo agrícola moderno.

Algunos de los rubros analizados en este trabajo (implantación del cultivo, regulación biótica o ciclo de nutrientes) pueden ser manejados con un menor uso de insumos, ya que es posible recrear en el agroecosistema los procesos ecológicos manejando la agrobiodiversidad funcional (Iermanó & Sarandón, 2015; Iermanó et al., 2015). La disminución del uso de energía, algunas veces puede estar asociada a una menor producción física del sistema y/o menor eficiencia energética (Bonaudo et al., 2014), aunque también permite una reducción de los costos de producción (Cerdá et al., 2014).

Los sistemas mixtos de agricultura y ganadería pastoril (pasturas perennes, pastizal natural y forrajes anuales) son una situación intermedia que permite una mayor productividad que los sistemas puramente ganaderos sobre pastizal, producir cultivos agrícolas utilizando poca energía y mantener un adecuado valor de agrobiodiversidad (Iermanó et al., 2015; Iermanó & Sarandón, 2015). Si bien los sistemas mixtos sobre pasturas requieren una inversión un poco mayor que los desarrollados sobre pastizales, los MF tienen un gran potencial para desarrollar la producción agrícola con un menor subsidio energético que los sistemas AE, a la vez que permite la producción ganadera.

Referencias bibliográficas

- Alluvione F, Moretti B, Sacco D & C Grignani (2011) EUE (energy use efficiency) of cropping systems for a sustainable agriculture. *Energy*, 36(7), 4468-4481.
- Bonaudo T, Burlamaqui Bendahan A, Sabatier R, Ryschawy J, Bellon S, Leger F, Magda D & M Tichit (2014). Agroecological principles for the redesign of integrated crop–livestock systems. *Europ. J. Agronomy* 57: 43–51.
- Cerdá EO, Sarandón SJ & CC Flores (2014) El caso de “La Aurora”: un ejemplo de aplicación del enfoque agroecológico en sistemas extensivos del sudeste de la Provincia de Buenos Aires, Benito Juárez, Argentina. En: SJ Sarandón & CC Flores (ed.) *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Capítulo 16: 437-463. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280>.
- Denoia J, Vilche M, Montico S, Tonel B & N Di Leo (2006) Análisis descriptivo de la evolución de los modelos tecnológicos difundidos en el distrito Zavalla (Santa Fe) desde una perspectiva energética. *Ciencia, Docencia y Tecnología*. Año. XVII, n.33, p.209-226, 2006.
- Flores CC & SJ Sarandón (2014b) La energía en los agroecosistemas. En: SJ Sarandón & CC Flores (ed.) *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Edulp. Capítulo 7: 190-210. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280>.
- Iermanó MJ & SJ Sarandón (2015) Rol de la agrobiodiversidad en sistemas familiares mixtos de agricultura y ganadería pastoril en la Región Pampeana, Argentina. Su importancia para la sustentabilidad de los agroecosistemas. *Revista Brasileira de Agroecología*. En prensa.
- Iermanó MJ, Sarandón SJ, Tamagno LN & AD Maggio (2015) Evaluación de la agrobiodiversidad funcional como indicador del “potencial de regulación biótica” en agroecosistemas del sudeste bonaerense. *Revista de la facultad de agronomía, UNLP*. En prensa.
- Viglizzo EF, Frank FC, Carreño LV, Jobbagys EG, Pereyra E, Clatt J, Pincen D & F Ricard (2011) Ecological and environmental footprint of 50 years of agricultural expansion in Argentina. *Global Change Biology*, 17:959-973.
- Zentner RP, Basnyat P, Brandt SA, Thomas AG, Ulrich D, Campbell CA, Nagy CN, Frick B, Lemke R, Malhi SS & MR Fernandez (2011) Effects of input management and crop diversity on non-renewable energy use efficiency of cropping systems in the Canadian Prairie. *European journal of agronomy*, 34(2), 113-123.