

Eficiencia energética y monetaria de sistemas de producción de durazno (*Prunus persica*) en El Jarillo, Venezuela

Energy and monetary efficiency of peach (Prunus persica) production systems in El Jarillo, Venezuela

Silvia Josefina Silva-Laya^{1*}, Humberto José Silva-Laya², y Simón Pérez-Martínez³

RESUMEN

La producción agrícola de durazno (*Prunus persica*) es la actividad comercial principal en El Jarillo (segundo productor a nivel nacional), Venezuela. En el presente trabajo se comparó la eficiencia y la productividad energética con el margen de beneficio económico de veintisiete sistemas de producción de durazno de El Jarillo. Los objetivos fueron analizar los flujos energéticos y monetarios de esos sistemas durante cuatro años (2009, 2011, 2013 y 2015) y establecer los estándares de consumo y producción para hacer producir una hectárea de durazno. El estudio fue observacional descriptivo de tipo transversal. Los sistemas fueron seleccionados con base en las subdivisiones de la localidad reconocida por los productores (Jarillo Abajo, Jarillo Centro, Enea, Tierra Caliente y La Ciénaga), la disposición de los y las productoras y los sistemas de manejo de la producción; también se consideraron las características de vegetación, suelo y clima. Los indicadores calculados y analizados fueron: eficiencia energética, productividad energética y margen de beneficio. Los sistemas resultaron ser económicamente eficientes (margen de beneficio promedio 59%) y energéticamente deficitarios (eficiencia energética promedio de 0,58). Sustentan su productividad en el uso excesivo de insumos externos, en particular, fungicidas, gallinaza, gasolina y fertilizantes químicos (promedios entre 859.947 MJ - 604.215 MJ). En términos monetarios los costos son mayores para los rubros jornales, fertilizantes químicos y la gallinaza (promedios entre 8.195.499 Bs.F. - 1.152.395 Bs.F.). Resultó determinante el uso de la gallinaza, las fincas que la usan tuvieron menores valores en el margen de beneficio y en la eficiencia energética. En cuanto a la rentabilidad de la producción agrícola en esta zona, los elevados precios de venta del durazno permitieron obtener una utilidad promedio alrededor del 50%, un valor alto a costa de una eficiencia y productividad energéticas deficitarias.

Palabras clave: eficiencia energética, productividad energética, margen de beneficio, durazno, *Prunus persica*.

ABSTRACT

The agricultural production of peach (Prunus persica) is the main commercial activity in El Jarillo, Venezuela, the second biggest producer in the country. In the present work, the efficiency and the energy productivity were compared with the profit margin of twenty-seven peach's producer in El Jarillo. The objective was to analyze the energy and monetary flows of these systems over four years (2009, 2011, 2013 and 2015). The methodology used was a cross-sectional observational study for the years 2009, 2011, 2013 and 2015. The selection were based on subdivisions of the locality recognized by the producers (Jarillo Abajo, Jarillo Centro, Enea, Tierra Caliente and La Ciénaga), producers' disposal and production management systems (determined by the variety Of peach); We also considered the characteristics of vegetation, soil and climate. The indicators calculated and analyzed were: energy efficiency, energy productivity and profit margin. The systems proved to be economically efficient (average profit margin 59%) and energy deficient (average energy efficiency 0.58). They sustain their productivity in the excessive use of external inputs, in particular fungicides, poultry, gasoline and chemical fertilizers (averages between 859,947-604,215 KJ). In monetary terms, the costs are higher for daily items, chemical fertilizers and chicken manure (averages between 8,195,499 - 1,152,395 Bs.F.). The farms that use gallinaza had lower values in the Profit Margin and Energy Efficiency. On the other hand, the high selling prices allowed obtaining an average profit around 50%, a high value at the cost of deficit energy efficiency and productivity.

Key words: energy efficiency, energy productivity, profit margin, peach, *Prunus persica*.

¹ Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo, Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

² Consultor independiente. Level 6 203 Pacific Highway. St Leonards Nsw 20. Australia.

³ Universidad Estatal de Milagro, FACI-UNEMI. Calzada Universitaria Km. 1.5 vía Milagro-Km 26, Milagro. Guayas, Ecuador.

* Autora para la correspondencia: silvia.josefina.silva@upc.edu

Introducción

Con la modernización agrícola, la agricultura y la ecología se separan porque los principios ecológicos se reemplazan por técnicas artificiales de control de plagas y enfermedades, fertilización y floración con productos químicos derivados de los combustibles fósiles (Iermanó y Sarandón, 2009). El distanciamiento entre agricultura y ecología incrementa el costo energético de la producción (Mäder, 2002), la pérdida de capacidad productiva de los suelos (FAO, 2015) y los impactos sociales negativos en muchas familias campesinas; además, los agroecosistemas serán insostenibles (Altieri y Toledo, 2011).

Ante esta problemática, la ciencia de la sostenibilidad contribuye con estudios de la insostenibilidad de los agroecosistemas en sus diferentes dimensiones (Funtowicz *et al.*, 1999; Salas-Zapata *et al.*, 2012) y presenta resultados que no son descripciones completas ni definitivas; son mediciones de aspectos que ayudan al diálogo entre los actores que intervienen en los sistemas. La agroecología aborda aspectos de la producción agrícola, como eficiencia energética y margen de beneficio económico (Lu Jianbo, 2006; Tobasura, *et al.*, 2012) con estudios que trascienden un análisis de tipo costo-beneficio (Munda, 2004).

En escenarios de márgenes de beneficio satisfactorios pero de escasez energética es necesario un análisis que trascienda lo crematístico. A la luz de la sostenibilidad, es importante que los sistemas productivos sean económicamente favorables y socialmente aceptables, pero también deben ser energéticamente eficientes. Deben requerir menos energía para mantener la productividad en el largo plazo (Moreno *et al.*, 2011), sin menoscabo de la salud del suelo, de la biodiversidad y de la salud humana.

En ese sentido, hay dos conceptos relacionados con el uso de la energía en los sistemas agrícolas que ayudan a analizar la productividad tomando en cuenta otros elementos: 1) la eficiencia energética, que es la relación entre las unidades energéticas producidas y las unidades energéticas invertidas y 2) la productividad energética, esto es, la relación entre la cantidad de producto obtenido y la energía invertida en el proceso productivo (Fluck y Baird, 1980; Fluck, 1995).

La importancia de realizar la investigación desde esta perspectiva radica en que en la zona de

estudio es notable la ausencia de investigaciones que relacionen las dimensiones económicas y energéticas de la producción agrícola, las que guardan una relación estrecha con el manejo sostenible de los recursos naturales. Indagar sobre esta relación ofrecería información necesaria para tomar decisiones acerca de un manejo mejor de los recursos naturales.

El Jarillo ocupa el segundo lugar en producción de durazno en Venezuela con unas 500 ha distribuidas en cerca de 90 fincas productoras y comercializadoras. Las organizaciones de productores locales han dinamizado su entorno en asuntos de distribución equitativa del recurso, autogestión y satisfacción de necesidades básicas, pero esta agricultura enfrenta desafíos nuevos. Los recursos naturales sufren grave deterioro porque la tecnología productiva local y las prácticas agrícolas no tienden a conservar la vida en el suelo ni intentan disminuir la dependencia de insumos externos.

De esta zona, o del cultivo del durazno en Venezuela, no se han publicado investigaciones que tomen en cuenta el uso de la energía para la producción agrícola y que relacionen la eficiencia energética con el margen de beneficio económico. Un estudio de los flujos energéticos ofrecería información oportuna para la toma de decisiones sobre el manejo de insumos y recursos a nivel local.

Los objetivos de esta investigación fueron: 1) analizar los flujos energéticos y monetarios de estos sistemas de producción para evaluar comparativamente la eficiencia energética y monetaria y 2) establecer los estándares de consumo y producción para hacer producir una hectárea de durazno; todo esto en El Jarillo, Venezuela para los años 2009, 2011, 2013 y 2015.

Materiales y Métodos

Localización del área de estudio

La investigación se llevó a cabo en la parroquia El Jarillo, ubicada en el estado Miranda de la República Bolivariana de Venezuela. Este estado se localiza en la zona litoral central del país y ocupa una superficie de 7.950 km² (0,9% del territorio nacional). Aunque desde el punto de vista de la extensión territorial es uno de los estados más pequeños de Venezuela, es el segundo en población, con aproximadamente tres millones de habitantes; por esto constituye un

centro importante de actividades sociopolíticas, económicas, culturales y comerciales. El Jarillo es una parroquia periurbana a 34 km de Los Teques, capital del estado Miranda y a 75 km de Caracas, capital de país.

El Jarillo es un poblado establecido en una de las laderas de la cordillera de la Costa a una altitud que va desde los 1.200-2.000 msnm con temperaturas promedio anuales bastante estables de 16,7 °C. Enero y febrero son los meses más fríos (15,5-16,0 °C), y los más cálidos abril y mayo (17,1-17,3 °C). El promedio de precipitación anual es de 1.283 mm, con meses secos de febrero y marzo y meses húmedos entre junio y noviembre.

Tipo de estudio, técnicas e instrumentos

La información recabada corresponde a los años 2009, 2011, 2013 y 2015. Para ello se diseñó un estudio observacional descriptivo transversal, dentro de la modalidad de investigación de campo. Se utilizaron fuentes vivas para la recolección de datos y se observó el evento en su contexto natural (Hernández *et al.*, 2010).

Se usaron herramientas mixtas de recolección de datos cuantitativos. La población incluyó las 90 fincas registradas por el Ministerio de Agricultura y Tierras y se hizo un muestreo no probabilístico o dirigido. Se seleccionaron veintisiete fincas distribuidas en las cinco zonas en que los habitantes dividen el poblado (Jarillo Abajo, Jarillo Centro, Enea, Tierra Caliente y La Ciénaga). Además se tomó en cuenta la accesibilidad y disposición de los productores para participar en el estudio.

Se realizaron entrevistas estructuradas, para lo que se aplicó un instrumento previamente utilizado en esta localidad (Silva y Pérez, 2010). Este sirvió tanto de guion de entrevista como de hoja de registro de la información. Las entrevistas fueron grabadas, fotografiadas y transcritas de manera independiente para cada una de las personas encargadas de las fincas seleccionadas. El guion se diseñó con la intención de obtener datos generales sobre los productores, número de familias e integrantes, localización por GPS de las fincas, su tamaño, número de plantas de durazno, área cultivada con durazno, cosechas al año, otros rubros producidos y su destino (autoconsumo o venta).

También se indagó acerca de los insumos (químicos y biológicos) requeridos para la producción: tipo, dosis por planta, frecuencia de

aplicación y costos. Así como, de los volúmenes de producción para cada año estudiado; condición de medianería (las fincas son atendidas por el núcleo familiar el que se apoya pactando con otros productores que intervienen en el proceso productivo, dividiendo los costos y beneficios a partes pactadas previamente). Esta forma de intercambio es conocida por los lugareños como medianería, producción por año y por hectárea, precio de venta y compradores. Otro punto sobre el que se indagó fue el de las labores realizadas para los cultivos y las horas hombre destinadas a estas.

Los indicadores del estudio fueron dos de funcionamiento energético para agroecosistemas de producción de alimentos y uno financiero (Chamorro *et al.*, 2015) (Tabla 1). La literatura reporta que los indicadores de eficiencia energética son una herramienta adecuada para el análisis integral de los agroecosistemas (Abbona *et al.* 2007). Se hizo una adaptación respecto a la referencia original: solo se consideró el área de cada finca dedicada a la producción de durazno, cultivo principal y emblemático de la localidad. Todos los cálculos están realizados con base en una hectárea de durazno.

Para el análisis de los resultados

Se delimitó el área a las hectáreas dedicadas a la producción del durazno como unidad básica para el análisis de los flujos energéticos y monetarios (entrada/salida). Algunos autores hacen una distinción entre gastos de energía directos e indirectos (Baird *et al.*, 1997). En este estudio no se hizo tal distinción; todos los gastos se consideraron como energía insumida. Los fungicidas, herbicidas, desfoliantes y plaguicidas se relacionaron en forma lineal con la dosis aplicada. Para los fertilizantes químicos se consideró la concentración del nutriente en el producto comercial contenida en la dosis aplicada. Todos los cálculos energéticos se convirtieron en unidades equivalentes a Megajoules (Tabla 2).

La energía producida (salida) se calculó multiplicando las unidades de energía equivalentes al durazno por el total de la producción. La energía insumida (entrada) se calculó multiplicando el equivalente energético de cada insumo por el total de la cantidad consumida. Luego se relacionó la producción con cada unidad de energía que se invirtió, el coeficiente de esta relación salida/

Tabla 1. Indicadores energéticos y financieros empleados en el estudio.

Tipo	Indicador	Descripción	Fórmula
Energético	Eficiencia energética (EE)	EP: Cantidad de energía producida, expresado en Megajoules por año (MJ/año). EP = (producción * energía)	EE = EP/EI
		EI: Equivalente energético de la cantidad del insumo gastado en la producción (en MJ) por año. EI = (Gasto*Energía)	
		Gasto = (N° de plantas) * (Dosis por planta) * (Cosechas al año) * (Aplicac/cosecha)	
	Productividad energética (PE)	Relación entre la cantidad de producto obtenido (Pr = producción) y la energía insumida (EI) en el proceso de producción	PE = Pr/EI
Financiero	Margen de beneficio (MB)	Ingresos totales: IT = (PVP) * (Producción)	MB = IT- CT/IT
		Costos totales: CT = Cantidad insumo * Costo unitario	

Tabla 2. Equivalentes energéticos según varios autores.

Producto	Contenido energético (mj /unidad)
Insumos (Zentner, 2004)	
Defoliante (kg)	238
Fósforo (kg)	5
Nitrógeno (kg)	57
Urea (kg)	57
Potasio (kg)	7
Gallinaza (kg)	11
Fungicida (kg)	104
Herbicida (kg)	238
Insecticida (kg)	184
Gasolina (L)	39
Herramientas (Pimentel, 1991)	
Unidades de sistema de riego, fertilizadoras, fumigadoras, mangueras alta presión, Asperjadores	88
Mano de obra (Zentner, 2004)	
Mano de obra (horas hombre)	1,05
Otros (Zentner, 2004)	
Electricidad (KW)	3,60
Durazno (kg)	1,63

entrada es la unidad de energía que produce el sistema por cada unidad de energía invertida, es decir, la eficiencia energética (Pimentel, 1991).

En cuanto a los flujos monetarios, para calcular el margen de beneficio económico se consideraron las entradas: multiplicando la producción anual de durazno, en kg, por el

precio de venta en el mercado para cada año y las salidas: multiplicando los costos de mercado de cada año por las cantidades de insumo gastado en el proceso productivo. Como costos fijos para poner a funcionar el sistema se consideró: la electricidad y la depreciación de las herramientas. Todos los costos de los insumos y los precios de la producción fueron los valores de mercado para cada período estudiado. Finalmente, se calculó el margen de beneficio (Tabla 1).

Resultados y Discusión

Eficiencia energética y productividad energética en el cultivo de durazno de El Jarillo

El análisis de los flujos energéticos de la producción de durazno en los sistemas estudiados mostró que el mayor peso de las entradas energéticas recae sobre la gallinaza y los fungicidas, los que representan el 50% del total de energía insumida. Un comportamiento similar se mantuvo en los cuatro períodos (Tabla 3). Comparando los tipos de insumo entre los sistemas se encontró que casi el 100% de la energía que el sistema necesita para producir el durazno es energía externa a la finca. La mano de obra representa menos de 1%.

Este alto porcentaje de insumos hace que la eficiencia energética del sistema resulte por debajo de la unidad; por ejemplo, para los años 2009, 2011 y 2013 el promedio de la eficiencia

Tabla 3. Flujos energéticos en los sistemas de cultivo de durazno, de El Jarillo, Venezuela, para el período 2009/2015 (expresado en megajoules).

Categoría de la energía	2009	2011	2013	2015	Promedios
Entradas					
Fungicida	949.018	927.153	893.495	670.121	859.947
Gallinaza	952.317	870.480	788.642	591.481	800.730
Gasolina	675.675	657.638	634.725	476.044	611.020
Fertilizantes químicos	663.965	649.158	630.707	473.031	604.215
Defoliante	328.232	317.921	305.290	228.968	295.103
Electricidad	133.650	130.082	125.550	94.163	120.861
Herramientas	65.331	63.704	61.461	46.096	59.148
Herbicida	38.456	35.563	32.669	24.502	32.798
Mano de obra	13.052	12.703	2.261	9.195	11.803
Insecticida	9.733	9.733	9.733	7.300	9.125
Total	3.829.428	3.674.135	3.494.534	2.620.900	3.404.749
Salidas					
Total producción de durazno	2.096.100	1.995.569	1.924.169	1.924.169	1.985.002
Eficiencia energética	0,55	0,54	0,55	0,73	0,58

energética resultó de 0,55, lo que significa que con una unidad de energía que ingresa al sistema este solo es capaz reproducir 0,55. Esta situación hace que los sistemas sean deficitarios en términos de energía. En el estudio se observó que para el año 2015 hubo una mejora en la eficiencia energética la que pasó de 0,55 a 0,73; sin embargo, aun con la mejora el sistema sigue siendo deficitario. Esta mejora, que se puede observar en la Tabla 3, obedece, básicamente, a que por la escasez de productos químicos que ha vivido el mercado venezolano producto de la crisis política y socioeconómica, los productores y productoras se han visto obligados a disminuir la aplicación de productos químicos.

Debido a que se encontraron sistemas que producen una y media cosecha al año y sistemas con dos cosechas por año, la salida de energía por año varía para los diferentes sistemas, aunque tengan igual número de plantas o la misma cantidad de hectáreas cultivadas. No obstante, esta variación en las cosechas al año no repercute en la mejora de la eficiencia energética.

Referente a la productividad energética, se estableció la relación entre la unidad del producto por cada MJ (energía invertida) utilizado en el proceso de producción y se obtuvo que la mayor productividad energética la tiene la finca 11, con un valor de 0,81 kilogramos de durazno por MJ invertido, para el año 2015. La finca 13 resultó

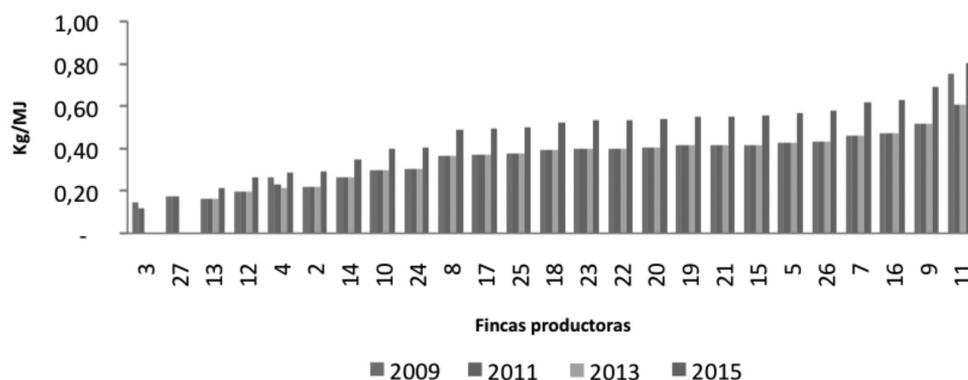


Figura 1. Productividad energética de los sistemas de producción de durazno de El Jarillo (período 2009-2015).

con la menor productividad energética de 0,22 kg de durazno por MJ. La relación de productividad entre las dos fincas es 1:0,27; es decir, la finca 11 produce 0,27 veces más durazno que la finca 13 por cada unidad energética (MJ) utilizada; lo que indica que no hay una diferencia sustancial en la productividad energética a pesar de que la finca 11 duplica el uso de productos químicos, tanto para provocar la floración como para fertilizar el suelo.

Beneficios económicos en el cultivo de durazno de El Jarillo

El mayor costo económico recae sobre la mano de obra, los fertilizantes químicos y la materia orgánica (Tabla 4). La mano de obra se lleva casi el 50% del costo. El siguiente porcentaje lo ocupan los fertilizantes (químicos y gallinaza) pero el precio de estos insumos externos, comparado con el precio de venta del durazno, no impide que el durazno sea un producto económicamente rentable para los productores. En esta Tabla 4 se observa, también, un incremento considerable en los flujos energéticos desde el año 2009 hasta el 2015, este incremento obedece, básicamente, a la inflación del país para cada período estudiado.

El estudio muestra que el 42% de los costos monetarios y energéticos recae sobre los fertilizantes, ambos externos a la finca. El margen de beneficio

relaciona los valores monetarios de los ingresos y los gastos en los que se incurre durante un año de actividad económica. Al utilizar el mismo período para las veintisiete fincas, el indicador permite comparar la eficiencia monetaria de la producción de durazno de las fincas estudiadas (datos no mostrados).

El mejor desempeño, desde el punto de vista costo-beneficio, considerando los precios de venta y costos del mercado en cada período, 2009, 2011, 2013 y 2015, lo mostraron las fincas con los códigos: 8, 10, 11, 25 y 25, con valores entre 66% y 41% (según análisis de conglomerados de este indicador, correlación cofenética 0,87, datos no mostrados). Dieciséis fincas, la mayoría, tuvieron un margen de beneficio entre 27% y 44%, y las de menores valores mostraron resultados entre 5% y 16%. Para las fincas 3 y 27 solo se promediaron los años 2009 y 2011 porque cambiaron de actividad productiva durante los siguientes períodos del estudio. Las diferencias radican principalmente en el uso de la gallinaza como fuente de fertilización, las fincas que usan este fertilizante fueron las que menor margen de beneficio y menor eficiencia energética mostraron.

Los elevados precios de venta del durazno, durante este período estudiado, les permitió obtener una utilidad promedio que se mantuvo alrededor del 50%, un margen de beneficio alto a costa de

Tabla 4. Flujos monetarios* de los sistemas de cultivo de durazno, de El Jarillo, Venezuela, para el período 2009/2015 (expresado en bolívares).

Categoría Monetaria	2009	2011	2013	2015	Promedio
Salidas					
Mano de obra	1.418.268	2.445.161	4.141.398	23.776.959	8.195.499
Fertilizantes químicos	1.165.890	1.479.943	3.262.685	4.894.028	2.700.636
Gallinaza	634.878	754.416	1.288.115	1.932.173	1.152.395
Fungicida	172.982	222.108	917.545	1.376.310	672.236
Defoliante	12.470	20.025	368.228	552.341	238.266
Herramientas	45.559	57.813	71.132	106.534	70.259
Gasolina	17.325	21.921	39.874	59.811	34.733
Electricidad	37.125	36.134	34.875	26.156	33.573
Herbicida	2.878	3.497	9.340	14.009	7.431
Insecticida	2.283	2.969	5.595	8.392	4.810
Total	3.509.659	5.043.985	10.138.786	32.746.712	13.109.838
Entradas					
Venta de durazno	5.351.563	8.151.833	15.327.325	29.475.625	23.517.526
Total	5.351.563	8.151.833	15.327.325	29.475.625	23.517.526
Margen de beneficio	52%	62%	51%	63%	59%

* El incremento considerable de los flujos monetarios obedece a la inflación.

una eficiencia y productividad energética que está por debajo de la unidad (Figura 2). Es decir, hay una producción promedio de energía al año de 1.985.002 MJ y un promedio de energía ingresada, en forma de insumos externos, de 3.404.709 MJ al año, por lo tanto la relación salidas/entradas resulta en 1:0,58, lo que significa que por cada unidad de energía invertida solo se obtiene 0,58. Esto muestra al sistema como energéticamente ineficiente; el 99% de la energía que utiliza el sistema se concentra en los insumos externos a la finca (Tabla 3).

Esta forma de manejo, basada en el uso de insumos externos, para enfrentar problemas de fertilización del suelo, manejo de plagas y enfermedades y para provocar artificialmente la floración con fines de obtener más de una cosecha por año desfavorece la autosuficiencia y, por lo tanto, atenta contra la sostenibilidad de los sistemas productivos en el largo plazo (Blandi *et al.*, 2013), debido al deterioro del capital natural.

Las fincas que resultaron con mayores y menores resultados, se muestra en la Tabla 5.

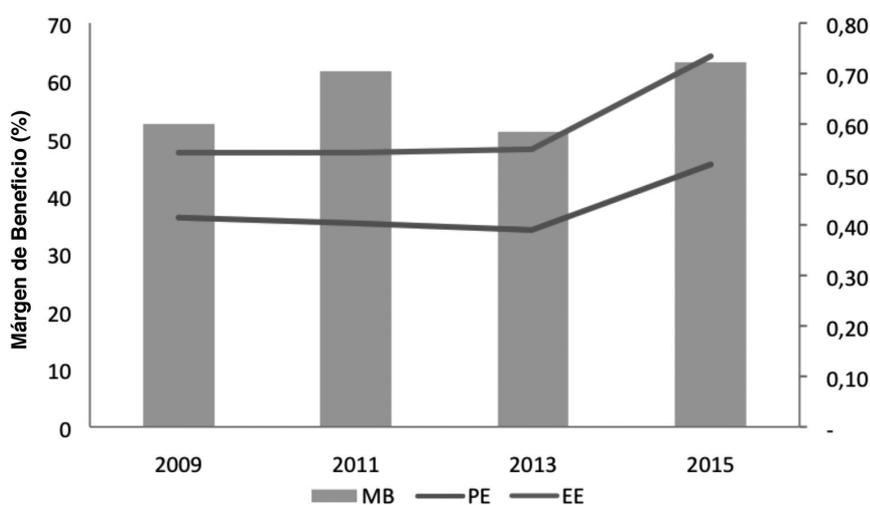


Figura 2. Resultado de los indicadores eficiencia energética (EE), productividad energética (PE) y margen de beneficio (MB) de los sistemas de producción de durazno de El Jarillo (período 2009-2015).

Tabla 5. Características de las fincas con mayor y menor eficiencia energética.

Indicadores	Mayor eficiencia (0,82)	Menor eficiencia (0,35)
	Finca 11	Finca 4
Hectáreas cultivadas	3,5	5
Número de plantas	230	500
Densidad de plantación (plantas/ha)	65	100
Cosechas al año	2	1,5
Uso de insumos (por planta):		
Defoliantes (kg)	0,09	0,19
Fertilizantes químicos (kg)	1,63	11
Gallinaza (kg)	0	107
Fungicida (kg)	0,40	0,23
Herbicida (kg)	0,14	0
Insecticida (kg)	0	0,06
Promedio de indicadores:		
Producción (kg/ha/año)	48.000	90.000
Productividad energética	1,48	0,91
Eficiencia energética	0,82	0,35
Margen de beneficio	66%	15%

Las diferencias más significativas se sustentan en la cantidad de insumos externos a la finca utilizados para hacer producir cada sistema, más específicamente en la utilización de fertilizantes químicos y fungicidas (Tabla 5). La finca con mejores resultados no usa gallinaza y usa tres veces menos cantidad de fertilizantes químicos. Esta diferencia en el uso del insumo le representa a la finca 11 una mejora energética de más del 100%, con respecto a la finca 4.

Estándares de consumo y producción

Según el período analizado y los datos a los que se tuvo acceso, una hectárea de durazno con 100 plantas puede producir 30.000 kg año⁻¹, según se detalla en la Tabla 6. Estos valores sirven de referente en condiciones donde la inflación y las fluctuaciones de precios son significativas.

La mayoría de los sistemas agrícolas modernos que dependen de los combustibles fósiles son ineficientes desde el punto de vista energético y, a largo plazo, insostenibles. Las prácticas agrícolas sanas deben priorizar el uso de energías renovables, para conservar la energía fósil y los recursos de suelo, agua y biológicos (Pimentel y Pimentel, 2005). Estos sistemas estudiados son un ejemplo de ello, cada unidad de energía usada para producir, en el mejor de los resultados, solo devuelve el 73% de lo invertido, es decir, el sistema tiene un déficit energético de 37%.

Evaluar sistemas agroproductivos con atención en los flujos energéticos y monetarios de los sistemas permite entender cómo se sustenta la productividad, desde el punto de vista de la energía necesaria para

sacar adelante la producción (Gliessman, 2002). Estos sistemas de El Jarillo han alcanzado una producción económicamente eficiente a base de implementar una tecnología local dependiente de productos químicos; descartan manejos basados en los procesos naturales que les permitirían tener organismos con funciones ecológicas fundamentales que podrían optimizar los procesos del ecosistema y hacer que este se autorregule. Por ejemplo, se podría mejorar la eficiencia en el uso de los recursos naturales locales, como las plantas fijadoras de nitrógeno (leguminosas) (Paredes, 2013) o las que actúan como repelentes naturales (Vázquez *et al.*, 2008; Elkinton, 2007), o el manejo de la biodiversidad para el control biológico de plagas (Nicholls, 2006).

El estudio mostró que el 42% de los costos monetarios y energéticos recae sobre los fertilizantes externos a la finca; si hubiera una tendencia a mejorar la fertilización del suelo de manera natural, aprovechando mejor los desechos orgánicos e incorporando prácticas sanas de conservación de la vida en el suelo esto repercutiría en un mejor uso de la energía y a la larga volvería a estos sistemas más sostenibles.

Conclusiones

La tecnología productiva local y las prácticas agrícolas de las fincas estudiadas atentan contra la sostenibilidad de la producción en el largo plazo. Las fincas sustentan su productividad en el auxilio de productos químicos externos. Utilizan defoliantes para provocar la floración y obtener más de una cosecha por año. Los problemas de

Tabla 6. Estándares de consumo y producción para 100 plantas de durazno en un año.

Descripción	Cantidad	Descripción	Cantidad
Entradas			
Insumos (kg)		Costos Fijos	
Defoliante	60	Electricidad (Kw)	1.473
Fungicida	369	Gasolina (L)	714
Insecticida	18	Jornal (horas)	660
Herbicida	33		
Fertilizantes químicos	2.588		
Gallinaza	2.625		
Salidas			
Producción durazno	30.000		

plagas y enfermedades los enfrentan con el uso de insecticidas y fungicidas y para lograr la fertilización del suelo recurren a fertilizantes químicos y gallinaza. El alto uso de insumos externos repercute en un elevado costo energético que vuelve a los sistemas energéticamente deficitarios. Sin embargo, a la luz de los indicadores calculados y analizados, las fincas son económicamente rentables porque el precio de venta del durazno cubre suficientemente los costos monetarios. Los sistemas son altamente dependientes de insumos externos, de estos los

que más inciden en el aumento de los costos, tanto energéticos como monetarios, son los fungicidas y el fertilizante gallinaza.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración esmerada de Lucas Gerik y Florencia Ardán y a sus familias por su empeño en participar en el estudio y en ayudarnos con los demás productores y productoras para que nos recibieran en sus fincas y estuvieran abiertas a responder nuestras preguntas.

Literatura Citada

- Abbona, E.; Blandi, S. *et al.*, 2013 y Marasas, M.
2007. Análisis de la eficiencia energética en viñedos tradicionales de Berisso, Argentina. *Revista Brasileira Agroecología*, 2: 1449-52.
- Altieri, M. Y Toledo, V.
2011. The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants. *J. Peasant Studies*, 38: 587-612.
- Baird, G.; Acorn, A. y Haslam, P.
1997. The energy embodied in building materials-update New Zealand coefficients and their significance. *IPENZ Transaction*, 24: 46-54.
- Blandi, M.; Paleologos, M.; Sarandón, S. y Veiga, I.
2013. Identificación de impedimentos para avanzar hacia una conducta sustentable en pequeños horticultores de La Plata, Argentina. *Cuadernos Agroecología*, 8: 1-5.
- Elkinton, J.
2007. El papel de la ecología de poblaciones y de los modelos de población en el control biológico. En: Van Driesche, R.; Hoddle, M.; Reardon, R. *Control de plagas y malezas por enemigos naturales*. FHTET. Washington, D.C. US. pp. 153-178.
- FAO
2015. Energy-smart food for people and climate. Issue paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 68 p.
- Fluck, R.
1995. The hidden input. Southern Regional Workshop Evaluating Sustainability. Florida, USA. University of Florida. pp. 31-43.
- Fluck, R.C. and Baird, C.D.
1980. Agricultural Energetic. Avi Publishing Company, Inc. Gainesville University of Florida. US. 192 p.
- Funtowicz, S.; Martínez-Alier, J. y Ravetz, J.
1999. Information tools for environment policy under conditions of complexity. *Environmental Issues Series 9*. European Environmental Agency. Copenhagen, Denmark. 34 p.
- Gliessman, S.
2002. *Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sustentable*. CATIE. San José, Costa Rica. 359 p.
- Gliessman, S.
2013. Agroecología: Plantando raíces de la resistencia. *Agroecología*, 8 (2): 19-26.
- Iernanó, M. y Sarandón, S.
2009. ¿Es sustentable la producción de agrocombustibles a gran escala? El caso del biodiesel en Argentina. *Revista Brasileira de Agroecología*, 4 (1): 4-17.
- Lu Jianbo
2006. Energy balance and economic benefits of two agroforestry systems in northern and southern China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 116: 255-262.
- Mäder, P.
2002. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science*, 3 (5): 94-97.
- Moreno, M.; Lacasta, C.; Meco, R. y Moreno, C.
2011. Rainfed crop energy balance of different farming systems and crop rotations in a semi-arid environment: Results of a longterm trial. *Soil & Tillage Research*, 114 (1): 18-27.
- Munda, G.
2004. Métodos y procesos multicriterio para la evaluación social de las políticas públicas. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 1 (19): 31-45.
- Nicholls, C.
2006. Bases Agroecológicas para Diseñar e Implementar una Estrategia de Manejo de Hábitat para Control Biológico de Plagas. *Agroecología*, 1 (2006): 37-48.
- Paredes, M.
2013. Fijación biológica de nitrógeno en leguminosas y gramíneas. *Agroecología*, 9 (2): 9-18.
- Pimentel, D.; Berardi, G. y Fast, S.
1991. Energy efficiencies of farming wheat, corn, and potatoes organically. In: *Organic Farming Current Technology, its Role in Sustainable Agriculture*, ASA, USA. *Special publication*, 46: 151-161.
- Pimentel, D. y Pimentel, M.,
2005. Energy use in agriculture: an overview. *Mag. Low External Input Sustain. Agric.* 21 (1): 5-7.
- Salas-Zapata, W.; Ríos-Osorio, L. y Álvarez-Del Castillo, J.
2012. Marco conceptual para entender la sustentabilidad de los sistemas socioecológicos. *Ecología Austral*, 22: 74-79.
- Silva, S. y Pérez, S.
2010. Sustentabilidad de fincas productoras de durazno en El Jarillo, estado Miranda, Venezuela. RET. *Revista de Estudios Transdisciplinarios*, 2: 45-62.
- Silva, S. y Pérez, S.
2016. Evaluación agroecológica de sistemas hortícolas de dos zonas del oriente antioqueño, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10 (2): 355-366.
- Tobasura, I.; Moreno, F.; Aya, S. y Mora, J.
2012. Productividad energética y monetaria en fincas campesinas del departamento de Caldas. Tres estudios de caso. *Luna Azul*, 34: 101-112.

Vázquez, L. y Martínez, H.

2015. Propuesta metodológica para la evaluación del proceso de reconversión agroecológica. *Agroecología*, 10 (1): 33-47.

Zentner, R.; Lafond, G.; Derksen, D.; Nagy, C.; Wall D. y May, W.

2004. Effect of tillage method and crop rotation on non renewable energy use efficiency for a thin Black Chernozem in the Canadian Prairies. *Soil and Tillage Research*, 77: 125-136.