



A3-324 Valoración eMergética en sistemas agroecológicos de la zona centro Valle del Cauca

Judith Rodríguez Salcedo¹ Marina Sanchez de Prager²

^{1,2}Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Doctorado en Agroecología. Palmira, Valle del Cauca. Colombia. jrodriguez@unal.edu.co

Resumen

La arraigada vocación agrícola en el Valle del Cauca, ha permitido que históricamente se conserven áreas y saberes en sistemas agrícolas diversificados de economía campesina, los cuales soportan el embate expansionista del monocultivo de caña de azúcar. Para estos sistemas productivos se requiere tener otros criterios de valoración, diferentes a la medición productividad-rentabilidad monetaria, como la valoración eMergética. La medición de eficiencia energética, en términos de eMergia, en la producción de sistemas agroecológicos tropicales de la zona centro del Valle del Cauca, permitió determinar la sostenibilidad en % de Renovabilidad (%R) e Índice de carga ambiental (ELR), para 12 fincas de seis veredas en tres municipios. Los índices reflejan la influencia específica de los aportes de energía propios de las localidad dados por: i) el paisaje que interactúa con el agroecosistema, ii) las condiciones biofísicas, meteorológicas y climáticas, iii) el sistema tecnológico y prácticas agrícolas empleados, y iv), la información histórica y cultural que identifica el agroecosistema. La sostenibilidad ecológica fue integrada con la valoración de las conexiones e interacciones existentes entre los agroecosistemas y las sociedades locales, mediante la Metodología MESMIS.

Palabras claves: energía; economía ecológica; emergía, sostenibilidad; Valle del Cauca.

Abstract

Entrenched agricultural vocation in the Valle del Cauca, which historically has allowed knowledge in diversified areas and agricultural systems are preserved peasant economy, which support the expansionist onslaught of monoculture sugar cane. For these production systems are required to have other endpoints, different productivity-profitability measurement currency as the Emergy evaluation. Measuring energy efficiency in terms of emergia in the production of tropical agro-ecosystems in the central region of Valle del Cauca, allowed to determine sustainability in % Renewability (% R) and environmental load rate (ELR) to 12 six-lane farms in three municipalities. The indices reflect the specific influence of the contributions of own energy from the town given by: i) the landscape that interacts with the agro-ecosystem, ii) the biophysical, meteorological and climatic conditions, iii) technological and agricultural practices system employees, and iv), the historical and cultural information identifying the agricultural ecosystem. Ecological sustainability was integrated with the assessment of connections and interactions between the agro and local companies by MESMIS Methodology.

Key-words: energy; ecological economics; emergia; sustainability; Valle del Cauca.

Introducción

Los actuales sistemas agrícolas industrializados, a nivel mundial, basados en altos consumos de insumos fósiles, catalogados como de alta productividad, en su sostenibilidad pueden ser cuestionados, dado que hay celeridad y severidad en la erosión del suelo, contaminación del agua, reducción de Biodiversidad, entre otros. (Pimentel, et al 2005). Sistemas llamados comúnmente convencionales, afecta la soberanía alimentaria de las



regiones, consintiendo el uso de semillas mejoradas, la pérdida de saberes tradicionales, y excluyendo prácticas agronómicas que hacen un uso más eficiente de los recursos disponibles en las fincas.

La Agroecología surge como ciencia fundamental alternativa, para orientar la conversión de sistemas convencionales de producción a sistemas más diversificados y autosuficientes (Altieri, 2010). Analiza los procesos agrícolas de una manera interdisciplinaria, donde interactúan las ciencias ambientales, sociales, políticas, culturales y tecnológicas. (Gliessman, 1998).

El área agrícola en la zona centro-norte del Valle del Cauca se caracteriza por el dominio del monocultivo industrial de caña de azúcar, en expansión. La producción agrícola de productos de canasta familiar están localizados entre los 1000 y 1800 msnm y sus productos se comercializan en Mercados campesinos organizados semanalmente. A estos mercados llegan productores en sistema convencional y productores reconocidos agroecológicos.

Los sistemas de producción campesina tanto en producción agroecológica como en producción convencional de la zona, se caracterizan por: i) involucran agricultura diversificada, ii) reactivan la economía local, iii) contribuyen, en alguna medida, a la seguridad y soberanía alimentaria de la región, iv) son manejados por pequeños agricultores que integran la familia, en modalidad de Agricultura familiar v) tienen poca adaptación al medio físico natural, con riesgos agronómicos y económicos, dados por la presión del uso de recursos en el monocultivo de caña circundante, y vi). Los agricultores en producción convencional usan agroquímicos, pero aceptan prácticas agronómicas alternativas.

La función integradora de la agroecología en cuanto al manejo de agroecosistemas productivos en equilibrio con su entorno natural, aprovechamiento del conocimiento y las prácticas culturales locales, mercados socialmente equitativos, y soberanía de producción agrícola regional, requiere utilizar metodologías avanzadas de valoración de sostenibilidad, entre ellas la valoración energética. La valoración económica no es suficiente para involucrar todos los componentes misionales de la agroecología.

Surgen entonces las valoraciones físicas que incorporan el componente ecológico, basándose en los análisis de balances de materia y energía ligados a la eco-eficiencia. La economía ecológica ha surgido de la necesidad de repensar la relación entre la naturaleza y los seres humanos, involucrando visiones con una fuerte componente ecológico, en relación al funcionamiento de los ecosistemas (Costanza et al., 1997a). La valoración energética, es la forma más cercana de estimación de valor real de los productos que se obtienen en una región específica y los rendimientos integrados de la actividad agrícola en sistemas diversificados y autosuficientes, identificados en la conceptualización de la Agroecología.

La síntesis de eMergía diseñada por Odum (Odum, 1989, 1996, 2006) es un método de evaluación energética destinada a el cálculo de los indicadores de desempeño ambiental y sostenibilidad, valorando recursos naturales y económicos utilizados en el seno de los ecosistemas, empleando la energía como lenguaje común (Odum et al, 2012). La eMergía total usada en el sistema productivo se compone de la eMergía aportada por insumos comprados y a la eMergía “*gratuita*” aportada por el medio ambiente (sol, lluvia, calidad de suelos, biodiversidad y paisajes adjuntos, etc.).

El presente estudio desarrolla la metodología de síntesis eMergética para sistemas en producción agroecológica de 3 municipios (Andalucía, Buga, Sevilla) comparando sistemas en producción convencional y agroecológica. Los diagrama de flujo de materiales y energía



de los agroecosistemas muestran su identidad y arquitectura y señalan los aportes energéticos al agrosistema por recursos naturales renovables (R), no renovables (N), recursos económicos materiales (M) y Servicios (S). Con estas variables se evalúan los índices energéticos %R y ELR, para determinar sustentabilidad al interior de los sistemas productivos y comparativamente entre sistemas similares entre municipios. EL análisis también permite identificar y comparar el valor real, en términos energéticos, de los productos en diversos agroecosistemas. Para integrar el componente social en la valoración de los sistemas agroecológicos se adapta la metodología MESMIS, utilizada en evaluaciones de sostenibilidad por Marta Astier (Astier et. al, 2006)

Metodología

El estudio de campo se realizó, inicialmente, caracterizando las fincas reconocidas como en producción agroecológica, ubicadas en 6 veredas de los municipios de Buga, Andalucía y Sevilla. Dichas unidades productivas están ubicadas entre 1000- 1600 msnm. La cualificación agroecológica de las fincas ha sido establecida por criterios y principios agroecológicos acordados por los mismos agricultores miembros Red de mercados agroecológicos del Valle del Cauca, mediante el Sistema Participativo de Garantías (SPG).

El trabajo de campo requirió instrumentos de posicionamiento global (GPS), formatos de encuesta, y dispositivos de apoyo para registro de información. “In situ” se evaluaron: i) Áreas de siembra, nivel de tecnificación, prácticas agrícolas y pecuarias, distribución de arreglos de cultivos, origen de semillas ii) organización comunitaria, iii) organización familiar y transmisión de saberes, iv) prácticas agro-culturales, v) ingresos de los agricultores y prácticas de mercadeo, vi) identificación de servicios ambientales y empoderamiento.

La caracterización y tipificación de los sistemas productivos en el contexto económico-social de los municipios, debe reflejarse en la construcción de los diagramas de flujo de materia y energía específicos y totales de las fincas en estudio y la cuantificación de los flujos.

La valoración de la productividad y calidad energética de los productos agroecológicos locales, se obtiene mediante la construcción de tablas de síntesis energética, por sistema y subsistema. La eMergia (Y) del agrosistema se calcula sumando toda la energía, en unidad común Sej- Julios de energía solar. Los índices energéticos %R y ELR, determina la sostenibilidad de los agroecosistemas en estudio.

Resultados y discusiones

En promedio la distribución de uso del Suelo en la zona centro y norte del Valle del Cauca corresponde a: Cultivos industriales 12%, Pastos 36%, Pasto de corte 4%, Áreas de siembra economía campesina (incluyendo sistemas en producción agroecológica) 18%, Bosque Nativo 13%, guadua 2%, Bosques forestales y otros 15%. La sostenibilidad de los sistemas productivos en estudio fue muy marcada por la influenciada de sus zonas limítrofes. En el municipio de Andalucía la influencia del cultivo industrial de la caña por, el uso de recursos en esa actividad, el %R es 78. El costo del agua como recurso externo es alto, y la dotación de las fincas con barreras vivas para atenuar efectos por fumigaciones. La práctica de siembra de barreras vivas es común en casi 90% de los sistemas agroecológicos evaluados. En Buga y Sevilla las barreras vivas se requieren para separar de predios que practican la agricultura familiar pero en sistemas convencionales. El 6% de los predios evaluados limitan con pastos para ganadería extensiva convencional.

Las áreas de siembra en la agricultura familiar varía entre 1 a 6 hectáreas, para los sistemas agroecológicos se distinguieron en promedio los subsistemas de: i) Arreglos de plátano, café, frijol, maíz como lo muestra la Tabla 2, ii) frutales de especies nativas, iii) Hortalizas, iv) plantas medicinales de uso común para llevar al mercado y especies de saberes tradicionales de gran uso al interior de la finca para control de plagas v) Especies tropicales que caracterizan la biodiversidad remanente en los sistemas agroecológicos, como cúrcuma, guamos, mafafa, cidra, árbol del pan, mamey, y otros. Es característico en todos los sistemas usar semillas propias autóctonas y la preservación de variedades mediante intercambios.

La diversificación de actividades en los sistemas es dependiente de la dinámica de la producción pecuaria complementaria en los sistemas agroecológicos, además la siembra de especies forestales como reserva ecológica. La razón para estas prácticas es porque son fuente de aprovisionamiento de abonos e insumos para el manejo de cultivos. La Figura 1 muestra el esquema de flujo de materiales de sostenimiento y dinámica de los sistemas agroecológicos visitados.

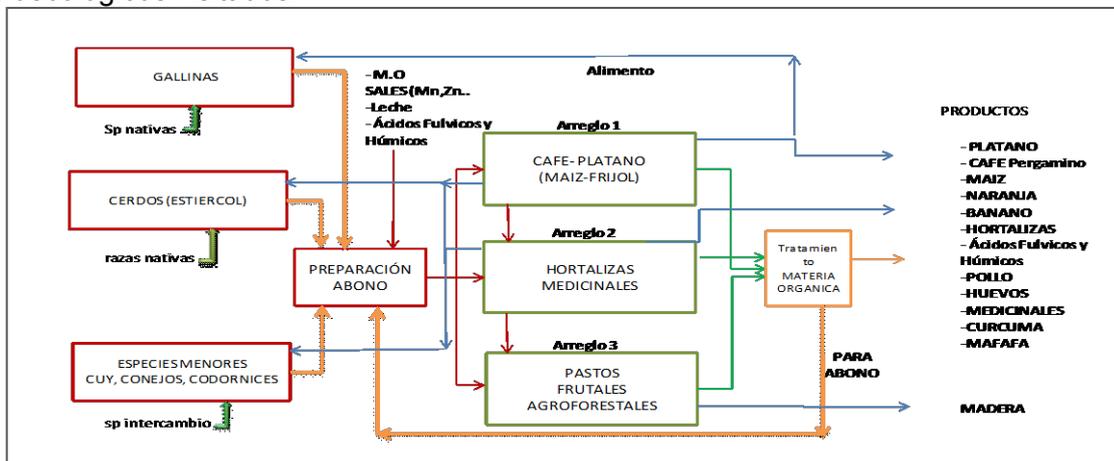


FIGURA 1. Diagrama generalizado de flujo de materiales en los sistemas productivos agroecológicos de 6 veredas de los municipios de Buga, Andalucía y Sevilla en el Valle del Cauca.

Los valores de los flujos agregados de emergencia para los sistemas de producción del subsistema Café-Plátano de los municipios de Sevilla, Buga y Andalucía se muestran en la Tabla 1. Los soportes completos de cálculo de eEmergía y balances se pueden revisar en el documento de Tesis doctorado Agroecología de autor.

TABLA 1. Flujos de eEmergía para sistemas productivos de café asociado con plátano en producción convencional y producción agroecológica.

Aportes de emergencia (Sej)	Recurso	Producción convencional		Producción agroecológica	%		
		E13	%		E13	Sevilla	Buga
Recursos renovables	R	726	9	22304	89.5	90	78,0
Recursos no renovables	N	884	11	174	0.7	0.7	0.94
Materiales externos	M	4179	52	324	1.3	1.3	1.3
Servicios externos	S	2250	28	1869	7.5	8	19.7
Aportes naturaleza	I = R + N	1610	20	22478	90.2	90.7	78.94
Aportes Externos	F = M + S	6429	80	2243	9.8	9.3	21.6
EMergía requerida	Y = I + F	8039	100	24921	100	100	100

Eficiencia energética: eMergéticos	Índices					
% de Renovabilidad del sistema	%R	9%	89,5%	89,5	90	78,0
Índice de carga ambiental	ELR	1,21	0,008	0.008	0.008	0.012

% R: indicador de sostenibilidad ecológica indica el porcentaje de los recursos naturales renovables usados en el sistema productivo. Sistemas agroecológicos superan con promedio de 89,5% al sistema convencional (9%), indicando mayor resiliencia ecológica, reciclaje de materiales y costos de producción menores. ELR, Representa la presión ejercida por los sistemas productivos sobre el ecosistema donde está localizado. Se calcula dividiendo el total de los recursos no renovables por el total de los recursos naturales. Valores cercanos al cero indican menor carga ambiental de la actividad productiva y mayor sostenibilidad del proceso productivo en el tiempo. Es el caso de los sistemas agroecológicos de producción del arreglo café plátano en los tres municipios evaluados.

Las Transformidades (T), en la Tabla 2, dan identidad a los productos locales de agroecosistemas en estudio. T expresa la eMergía que fue necesaria hasta la obtención del producto por unidad de energía de ese producto. Este factor de calidad de la energía permite dimensionar el *valor real* de los productos, muestra la correspondencia entre los aportes de energía propios al agroecosistema (en su medio físico, en su estructura socio económica y cultural) y la cantidad de energía obtenida como producto (productividad expresada en energía-julios).

TABLA 2. Índices emergéticos promedio para las 6 veredas de los municipios de Buga, Andalucía y Sevilla en el Valle del Cauca.

	TRANSFORMIDAD*				
	Cultivos	(Sej/J)		%R	ELR
ARREGLOS	P- C-F-M			87.6	0.010
	P-C	6,49E+04	5,82E+04	89.5	0.008
	P-M		3,09E+04	86.0	0.012
	F-M	1,03E+05		85.6	0.21
FRUTALES	Banano	4,67E+03		90.2	0.005
	Naranja	5,67E+04		93.7	0.004
	Limon	4,7E+04		93.7	0.004
	Papaya	1,61E+04		86.8	0.015
HORTALI	Repollo, cebolla zanahoria, tomate	7,10E+04		90.1	0.012
MEDICINALES	Yerbabuena, paico, caléndula, etc.	3,46E+05		90.4	0.011
PROD AUTOCTON OS	Guamas,cúrcuma, mafafa, mamey,			92	0.004

Integración del componente social. Mediante la metodología MESMIS se construyeron los criterios mostrados en la Tabla 3. La vocación percibida en los productores agroecológicos visitados está reflejada en las actas de compromiso que firman como miembros de la Red de mercados agroecológicos del Valle del Cauca, la cual dice *“Como miembro de la RED, me comprometo a acatar los criterios establecidos por la Red de Mercados Agroecológicos*

del Valle del Cauca, asumiendo la responsabilidad de producir, comercializar y sensibilizar a los amigos consumidores y a la comunidad sobre los beneficios de la producción y el consumo de productos agroecológicos, garantizando la calidad y continuidad de la oferta en el mercado” (Red Mercados2015).

Las fincas agroecológicas de las 6 veredas han adoptado la agroecología entre 6 a 25 años atrás. Los productores tienen conocimientos diversos de requerimientos sostenibilidad, seguridad alimentaria, transformación de productos. Han venido construyendo consolidación organizativa a medida que crecen los lazos de fortalecimiento de la asociatividad. Los criterios de escogidos para la valoración social de los sistemas en estudio fueron construidos durante la participación en las diferentes reuniones organizativas de los productores en sus propios mercados regionales, en la reunión mensual de la Red, en los diálogos individuales con productores y sus familias y durante el acompañamiento realizado en las dinámicas de los mercados regionales. Cada indicador se estima en forma separada y se le asignó un valor de 1 a 10 (siendo 1 el valor de menor calificación y 10 el de mayor calificación).

El criterio de mayor relevancia en todos los productores agroecológicos y sus familias es el criterio de participación en asociaciones con valor de 10, para todos los casos. Esto explica la tenacidad en la labor productiva con una evidente convicción de que es necesario replicar la transición de sistemas productivos a patrones de producción y consumo renovables. La convergencia del productor al mercado junto sus familias aumenta la valoración de las conexiones e interacciones complejas que existen entre los agroecosistemas y las sociedades. Los valores máximos del criterio (10) se ven reflejados en el grado de confianza generado entre productores y consumidores en los mercados, con valor de (10). Los lazos se fortalecen con vistas agroecológicas programadas de consumidores a las fincas de los productores para aprender los procesos que se dan al interior de las fincas.

TABLA 3. Criterios y valoración social en los sistemas en producción agroecológica para las 6 veredas de los municipios de Buga, Andalucía y Sevilla en el Valle del Cauca.

CRITERIO / VEREDA	ANDALUCIA	SEVILLA			BUGA	
	VEREDA 1	VEREDA 1	VEREDA 2	VEREDA 3	VEREDA 1	VEREDA 2
SOLIDEZ FAMILIAR	8,4	10	10	8,3	7,5	10
PARTICIPACIÓN ASOCIACIONES	10	10	10	10	10	10
PRACTICAS DE ENSEÑANZA INTRAFAMILIAR Y CON VECINOS	10	10	8,2	9,8	9,8	10
CONVERGENCIA MERCADO	10	10	10	10	10	10
PARTICIPACIÓN NIÑOS JÓVENES	9,2	8	10	10	8,3	10
RELEVOS GENERACIONALES	6	9,4	6,2	6,2	6,7	9,2
GRADO DE CONFIANZA PRODUCTOR CONSUMIDOR	10	10	10	10	10	10
RELACIONES HUMANAS	9,4	10	9,4	9,4	9,4	9,4

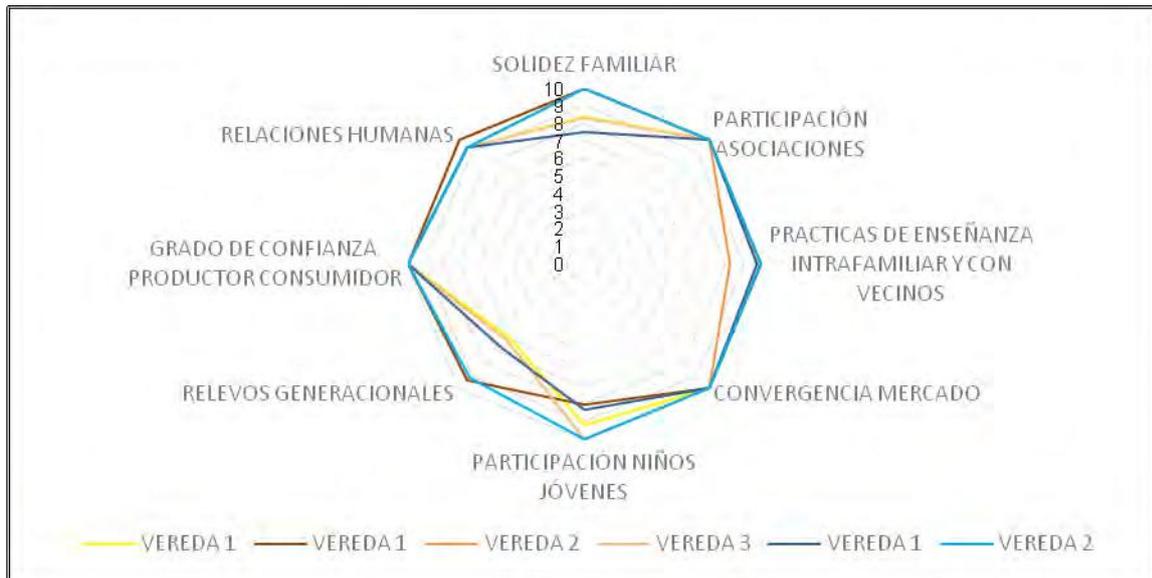


FIGURA 3. “Malla” representativa de la valoración social en los sistemas en producción agroecológica para las 6 veredas de los municipios de Buga, Andalucía y Sevilla en el Valle del Cauca.

Conclusiones

La situación del mundo exige un diagnóstico de sistemas para identificar las fallas en la interacción de economía, naturaleza y sociedades, como pasos a adelantar para la búsqueda de soluciones. Las demostraciones numéricas presentadas en el presente escrito invitan a repensar en la evolución de la civilización humana a nuevos patrones de producción y consumo renovables.

Para los productores agroecológicos de los 3 municipios del Valle del Cauca evaluados, quienes participan en la mesa de consumidores sanos, hay propósitos de acuerdos de vida, comprometiéndose a producir con calidad y continuidad. Este compromiso también se extiende al consumidor favoreciendo ecosistemas donde se conserva biodiversidad, calidad de agua, recuperación de saberes, preservación de especies y semillas.

La oferta de productos en los mercados, debe incluir señales verídicas (basadas en la ética) que permitan al consumidor decidir qué producto comprar revisando comparativamente el % R y ELR consignado. Esta renovación en la forma de consumo también exige conocimientos en sostenibilidad ecológica, Nutraceutica, e identificación.

Referencias bibliográficas

- Altieri, M.A. El estado del Arte de la Agroecología: Revisando avances y desafíos. En vertientes del pensamiento agroecológico: Fundamentos y aplicaciones (León S. T. Altieri M.A. eds) IDEA Medellín, Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Sociedad Científica Latinoamericana SOCLA pp 77-104. 2010.
- Astier M. 206. Medición de la sustentabilidad en sistemas agroecológicos. Grupo Interdisciplinario de tecnología rural aplicada- GIRA A.C. VII Congreso SEAE Zaragoza.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Peruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. & van den Belt, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387:253-260 (1997b).
- Gliessman SR Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture. Ann Arbor Press, Michigan. 1998.



- Odum H.T. Ecological Engineering and self-organizations; In Ecological Engineering- An Introduction to Ecotechnology. Jhon Wiley and Sons. New York USA. 1989.
- Odum, H.T. Environmental accounting: EMErgy and decision making. John Wiley. New York. USA. 1996.
- Odum, E. P. Warrett, Gary W. Fundamentos de Ecología. 5ª. Edición. Traducción Ma. Teresa Ortega. Facultad de ciencias, Instituto de Ecología Universidad Nacional Autonoma de Mexico. Thomson Editores. Impreso en Mejico, 2006.
- Odum, H T. Odum E.C.O Declínio Próspero. Traducción Enrique Ortega. Derechos de publicación en lengua portuguesa, Brasil. Editora Vozes Ltda. 2012.
- Pimentel, D., M. Energy use in agriculture: an overview. CIGR Electronic Journal, www.agen.tamu.edu/cigr/. Leisa Revista de Agroecología. 2005
- Red Mercados Agroecologicos del Valle del Cauca. Acta de compromise. 2015.