

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2025,
Volumen 9, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1

ANÁLISIS DE FLUJOS EMERGÉTICOS EN LA DINÁMICA TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILCHAO – CAUCA

**ANALYSIS OF EMERGENT FLOWS IN THE TERRITORIAL
DYNAMICS OF THE MUNICIPALITY OF SANTANDER DE
QUILCHAO - CAUCA**

Isabella Torres León

Universidad del Cauca, Colombia

Olga Lucia Cadena Durán

Universidad del Cauca, Colombia

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16207

Análisis de Flujos Emergéticos en la Dinámica Territorial del Municipio de Santander de Quilichao – Cauca

Isabella Torres León¹isabellatl@unicauca.edu.co<https://orcid.org/0009-0007-0156-2880>

Universidad del Cauca

Colombia

Olga Lucia Cadena Duránolgacadena@unicauca.edu.co<https://orcid.org/0000-0002-1243-8152>

Universidad del Cauca

Colombia

RESUMEN

Se evaluó la sostenibilidad ambiental del sistema de producción convencional de café en el municipio de Santander de Quilichao, se analizaron 4 subsistemas: a) producción agrícola, b) beneficio húmedo, c) transporte local y d) postcosecha. Los datos fueron obtenidos a través de información secundaria, se utilizó el método emergy para evaluar el desempeño ambiental de los sistemas de producción agropecuarios, pasando por la cuantificación y análisis de los principales flujos de recursos naturales y económicos y el cálculo e interpretación de indicadores de sostenibilidad. La investigación arrojó como resultado que el uso total de emergy es de $3,56E+21$ sej, donde el principal aporte se concentra en el uso de los recursos autóctonos. Adicional, sobre los indicadores emergéticos, se obtuvo una carga ambiental (ELR) de 22,07, una tasa de rendimiento emergético (EYR) de 1,05 y una sostenibilidad emergética (ESI) de 0,05. En conclusión, los indicadores muestran que existe eficiencia energética en la producción pero que a largo plazo el impacto hacia los ecosistemas se hará evidente, puesto que, el actual sistema de producción causa impactos ambientales, por lo tanto, se requiere implementar sistemas de producción que sean sostenibles ambientalmente, donde se propicie el desarrollo de modelos de producción sostenibles en la siembra, el cultivo, la cosecha y la postcosecha, que a largo plazo contribuyan a la satisfacción continua de las necesidades de los agricultores.

Palabras clave: agropecuario, café, emergy, sostenibilidad

¹ Autor principal.

Correspondencia: isabellatl@unicauca.edu.co

Analysis of Emergent Flows in the Territorial Dynamics of the Municipality of Santander de Quilichao - Cauca

ABSTRACT

The environmental sustainability of the conventional coffee production system in the municipality of Santander de Quilichao was evaluated, analyzing 4 subsystems: a) agricultural production, b) wet milling, c) local transportation, and d) post-harvest. The data were obtained through secondary information, using the emergy method to evaluate the environmental performance of agricultural production systems, through the quantification and analysis of the main flows of natural and economic resources and the calculation and interpretation of sustainability indicators. The research showed that the total use of energy is $3.56E+21$ sej, where the main contribution is concentrated in the use of indigenous resources. In addition, regarding the emergy indicators, an environmental load (ELR) of 22.07, an emergy yield rate (EYR) of 1.05 and an emergy sustainability (ESI) of 0.05 were obtained. In conclusion, the indicators show that there is energy efficiency in production but that in the long term the impact on ecosystems will be evident, since the current production system causes environmental impacts, therefore, it is necessary to implement production systems that are environmentally sustainable, where the development of sustainable production models in planting, cultivation, harvesting and post-harvesting is encouraged, which in the long term contribute to the continued satisfaction of the needs of farmers.

Keywords: agriculture, coffee, emergency, sustainability

Artículo recibido 08 enero 2024

Aceptado para publicación: 15 febrero 2025



INTRODUCCIÓN

Muchas de las actividades productivas agropecuarias se realizan basadas en la priorización de utilidades, sin tomar en cuenta aspectos sociales y ambientales, dentro de esas actividades la producción de café en Colombia se ha desarrollado sin considerar el análisis ambiental y, por tanto, existe la limitación de un modelo sostenible en los sistemas de producción convencionales. Se presenta el caso que “en el proceso de cultivo e industrialización del café, solamente se aprovecha el 5 % del peso del fruto fresco en la preparación de la bebida, el 95 % restante está representado por residuos” (Cortés *et al.* 2020), residuos que se reflejan principalmente en el uso del agua, ya que “uno de los factores más afectados por el proceso del café es el agua, debido a su alto consumo en la despulpada” (Cortés *et al.* 2020), puesto que se utilizan “entre 40 y 50 litros de agua por kilogramo de café pergamino seco” (Rodríguez *et al.* 2013), cantidades que terminan contaminando y afectando la flora y fauna en los ecosistemas. En ese sentido, la producción de café ocasiona impactos negativos al medio ambiente, tales como la contaminación de fuentes hídricas, deforestación, degradación del suelo, disminución de la biodiversidad, entre otros. Lo anterior ha llevado a la sociedad a replantear los procesos de producción y a implementar prácticas orientadas a la sostenibilidad.

Actualmente, los intentos por alcanzar una mayor sostenibilidad en la caficultura radican en la implementación de sistemas agroecológicos en la producción a través del desarrollo de mercados de productos orgánicos que involucren comercio justo e impulsen las cadenas agroproductivas, entre otros. Sin embargo, para lograr la sostenibilidad en la producción de café es necesario, evaluar y cuantificar el grado de sostenibilidad en el que se encuentra. Para ello, es posible utilizar metodologías como el análisis emergético, que evalúa la sostenibilidad mediante la interpretación de índices emergéticos calculados con base en lo propuesto por Odum (1996) que “denota los diferentes flujos de energía, tanto de la economía como de la naturaleza, que fueron incorporados al sistema productivo del café” (Odum, 1996, como se citó en Suca *et al.* 2014).

Dado que el desempeño energético se relaciona con la manera en que la energía es empleada en los procesos de producción, en tal caso la emergía, se define como “la energía accesible requerida directa o indirectamente para fabricar un producto o proporcionar un servicio” (Odum, 1996, como se citó en



Torres & Siche, 2016). De tal manera, que en todos los procesos productivos en el que se transforma materia existe un flujo de energía que tiene una entrada (input) y una salida (output).

La unidad de Emergía es el emjoule y se refiere a la energía útil de un tipo consumida en las transformaciones. La emergía tiene en cuenta diferentes formas de energía y recursos (ej.: luz del sol, agua, combustibles fósiles, minerales). Cada una de estas formas de energía se produce a través de procesos de transformación en la naturaleza, y tiene una determinada capacidad para realizar trabajo, tanto en sistemas ecológicos como humanos (Brown y Ugliati, 2004 como se citó en Acevedo, 2015a). Para esta investigación, se entenderá por energía, todas las fuentes de entrada de energía útil en un sistema agrícola de la caficultura. Los índices de sustentabilidad desarrollados por HT Odum (1971) definen la sustentabilidad respecto a la cantidad y calidad de energía transformada por un sistema de producción en particular. El análisis emergético utiliza el diagrama de tres brazos que facilita el cálculo de los índices (como se citó en Acevedo, 2015b) según figura 1.

El análisis emergético sugiere la creación de diagramas de tres brazos en donde a la izquierda se contabilizan las entradas al sistema de recursos naturales renovables ($I=R+N$), en la parte de arriba se ubican la mano de obra y los recursos que entran al sistema ($F=M+S$) y a la derecha las salidas del sistema (Y). Se describen los índices y las ecuaciones del análisis energético (tabla 1).

METODOLOGÍA

La investigación integra elementos cuantitativos en el estudio de la interrelación entre la eficiencia energética, la dinámica del territorio y el desarrollo y elementos cualitativos en la visualización y comprensión de los procesos emergéticos del municipio. El análisis se centró en el estudio general del municipio de Santander de Quilichao en el departamento de Cauca, se trabajó principalmente con información secundaria con el fin de analizar las dinámicas de energía existentes a través de la metodología emergética propuesta por Odum (1996), basada en cuatro etapas: a) elaboración de un diagrama, donde se representó el diagrama del sistema de producción de la caficultura en el municipio de Santander de Quilichao a través de cuatro etapas identificadas: producción, beneficio húmedo, transporte y postcosecha; b) cálculo de los flujos identificados, donde se elaboró una tabla de flujos de emergía a partir de información secundaria.

En la tabla 2, se agruparon los flujos en recursos renovables de la naturaleza, recursos no renovables de la naturaleza, materiales de la economía y servicios de la economía; c) cálculo de índices energéticos donde se cuantificaron cada una de las contribuciones. Los flujos de los recursos utilizados en ambos sistemas se enumeran en términos de energía (J), masa (kg), o dinero (S), para luego calcular los flujos de energía respectivos (seJ/año) utilizando la transformidad; y, d) interpretación de los índices de rendimiento de energía, carga ambiental e de sostenibilidad de energía. Dada la disponibilidad de información, los datos utilizados como insumos corresponden al año 2022. A menos que se mencione explícitamente en la tabla 2, los valores de transformidad utilizados fueron tomados de Odum (1996).

Descripción del territorio

La industria de café representa parte fundamental en la economía colombiana, convirtiéndose en un sector importante en las dinámicas económicas y sociales de la ruralidad. En el departamento del Cauca, los principales 9 municipios productores de café según Ranking son: Piendamó (8,87 %), El Tambo (8,36 %) Morales (7,68 %), Cajibío (6,81 %), Caldono (5,97 %), Páez (5,56 %), Inzá (5,38 %), Timbío (5,02 %) y Santander de Quilichao (4,05 %). De acuerdo con el Comité de cafeteros del Cauca, el 99,4 % de los caficultores son pequeños propietarios de cultivos con un tamaño inferior a 5 hectáreas, los cuales se ubican en el 94,7 % del área de café Caucana (s.f).

El municipio de Santander de Quilichao se encuentra ubicado al sur occidente de Colombia, en la zona norte del departamento del Cauca, a 97 Km al norte de Popayán y a 45 Km al sur de Santiago de Cali. La estructura económica del municipio está soportada en los tres sectores económicos: agropecuario, manufacturero y de servicios. En este caso, el foco de estudio es el sector primario, puesto que la vocación agropecuaria representa un peso importante en la economía, según el Dane (2018) el 54 % de la población vive en la zona rural y el restante 46 % en la cabecera municipal, donde el café, la caña de azúcar, la yuca, la piña, entre otros, son renglones de gran importancia que generan ingresos a los agricultores.

En ese sentido: en el sector primario los cultivos más importantes son: la caña de azúcar, que ocupa el 47.12 % del área sembrada en cultivos transitorios y permanentes según distribución del uso actual del suelo; en segundo lugar, el café con el 23.55 %; la piña con el 9.73 %; la yuca con el 6.79 %; la caña panelera con el 2.78 %; y el plátano con el 1.87 %. Entre otros cultivos se pueden mencionar maíz,

cítricos, fique, mora, lulo, mango, frijol, tomate, arroz y habichuela que participan en menor escala (Alcaldía municipal de Santander de Quilichao, 2020).

Según lo anterior, la producción de café es la segunda actividad económica más importante que practican las familias de la región, de modo que “la distribución geográfica de la caficultura en el Municipio de Santander de Quilichao de acuerdo a los estimativos de la Secretaría de Fomento Económico y Medioambiental y del proceso de formulación del plan agropecuario corresponde a 73 de las veredas del Municipio de Santander de Quilichao son productoras de Café” (Alcaldía municipal de Santander de Quilichao, 2018). Según Federación Nacional de Cafeteros de Colombia el municipio tiene 3.880 familias caficultoras, distribuidas en 4.703 fincas que se ubican en un área aproximada de 3.710 hectáreas. En comparación con el departamento, el municipio se ubica en “el puesto 9 con una participación del 4,05 % respecto al total departamental” (Comité de cafeteros del Cauca, s.f 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Etapas sistema de producción de café del municipio de Santander de Quilichao (diagrama)

De acuerdo con la metodología emergética, los diagramas emergéticos permiten un inventario de las “entradas” del sistema, al mismo tiempo que posibilita una amplia visión de cómo los recursos de energía circulan dentro del sistema. En los diagramas emergéticos, los depósitos de los recursos naturales y sus respectivos flujos son presentados en el lado izquierdo de la figura. En cambio, las entradas de materiales y servicios externos utilizados por el sistema productivo y su respectivo flujo dentro del sistema están ubicadas en el lado superior derecho de la figura. En el lado derecho se observa el intercambio del sistema productivo con la sociedad, donde el producto producido por el sistema es vendido al mercado a cambio de dinero, el mismo que será utilizado en la compra de materiales y servicios externos. En la parte inferior del diagrama está representada la degradación de la energía durante todas las etapas hasta la salida del producto final. (Suca *et al.* 2014b)

En la figura 2 se presenta el diagrama sistémico, en la cual se han delimitado los cuatro etapas principales del sistema producción de café, también denominados subsistemas: producción, beneficio húmedo, transporte y postcosecha.

En la figura 2 se puede observar elementos importantes para el funcionamiento del sistema de producción convencional de los policultivos cafeteros en el municipio de Santander de Quilichao, en

este sistema los flujos simples o de menor intensidad a la izquierda y los mayores y más complejos a la derecha, adicional la energía disponible es transformada en energías que son aprovechadas en las etapas siguientes del sistema. Según el flujo de procesos, el sistema productivo de café está formado por productores de café, cuatro subsistemas y una interacción que sería el transporte, debido a que interactúa entre dos subsistemas. De tal manera que, el café se cultiva de forma convencional y contempla diversas etapas, desde la semilla hasta el beneficio y secado del grano; de modo que, el beneficio empieza con la cosecha del café cereza, a través de la recolección manual de granos rojos en “cocos” con trabajadores jornaleros, posteriormente es transportado al beneficiadero en hombros o dependiendo de la distancia en caballos o carros, donde el café se recibe en la tolva, en algunos casos se procede a realizar de forma manual selección de cerezas que floten en menor densidad (vanos) o de verdes y pintones, consecutivamente pasa a la despulpadora de cilindro, el café cae a tanques para su fermentación y después de un tiempo (aproximadamente 12 horas) se procede con el lavado, donde se extrae el mucilago, pasando por la selección de flotes de café (vano) y quedando listo para el secado directamente al sol a través de un secador tipo invernadero, una vez terminado el proceso se almacena en sacos de cabuya.

Cálculo general de los flujos identificados. En la segunda etapa se cuantifico los principales recursos naturales y económicos del sistema de producción agropecuario. En la tabla 2, se describe los principales flujos identificados calculados. Dentro de los recursos renovables de la naturaleza (R) están la energía solar expresada en recibida y absorbida, la lluvia manifestada en potencial químico y geopotencial y viento, adicional de forma autóctona se encuentra la producción agrícola y la extracción forestal. El recurso no renovable (N) aportado por la naturaleza es la pérdida de suelo que se subdivide en suelo del centro poblado, agropecuario y bosque, así como extracción de arena y arcillas. Los materiales y servicios están considerados como aportes de la economía (F), es decir, son producidos por el hombre a partir de los recursos naturales con valor agregado o directamente en forma de mano de obra, incluye electricidad y transferencias.

El uso total de emergía es de $3,56E+21$ sej, donde el principal aporte se concentra en el uso de los recursos autóctonos (incluyendo la explotación no renovable de los recursos naturales) con un 72 %, seguido de los flujos importados, con un 24 % y por último un aporte de 4 % de los recursos geo-



biofísicos que componen el territorio, demostrando el alto grado de dependencia de este a sus recursos autóctonos.

Frente a los flujos renovables (R), El principal flujo calculado corresponde a la lluvia en su potencial químico y geológico. Siendo entonces el agua, el principal flujo de aporte a la productividad de los sistemas agrícolas, pecuarios y forestales en el territorio. Demostrando, además, la importancia del uso racional y el cuidado del recurso. Para los casos analizados, este flujo representa en total un aporte de $1,54E+20$ sej para el municipio de Santander de Quilichao.

En cuanto a los flujos renovables autóctonos, se aprecia que el mayor flujo emergético que utilizan fuentes de energía renovable primaria para la producción de algún tipo de energía secundaria, corresponde a la producción agrícola, representando el 99 % del total. En este caso el sector primario abarca una importante participación con un aporte de $9,23E+16$ sej, lo que lleva a considerar que el sector primario un lugar importante en la economía del municipio.

En los flujos no renovables (N), el cálculo de consumo emergético por pérdida de suelos muestra que el principal flujo no renovable corresponde a la pérdida asociada a la urbanización que representa más del 80 %. La pérdida de suelo en procesos agropecuarios tiene un costo de $1,23E+20$ sej cuyo efecto a largo plazo podría demandar un mayor flujo emergético de recursos importados para compensar las pérdidas en este rubro. En este caso es importante señalar que el esquema agropecuario del municipio ha estado consolidado principalmente por el cultivo de la caña de azúcar, un monocultivo que ha terminado desplazando comunidades (principalmente comunidades afrodescendientes) que se vieron obligados a vender sus propiedades a los ingenios.

Y, por último, en la aplicación de un modelo de síntesis emergética los recursos importados (F) incluyen electricidad, uso de combustibles, minerales, servicios y productos importados en la dinámica del territorio. Sin embargo, dada la dificultad de encontrar datos específicos, se toma los cálculos propuestos por Sepulveda (2017), donde se tomó el valor agregado del municipio de Santander de Quilichao y se determinó el consumo de recursos importados, dando como resultado (F): $8,32E+20$ sej, Adicional se incluyeron los cálculos de recursos de transferencias y consumo de electricidad.

Una vez calculados los flujos a nivel general para el municipio de Santander de Quilichao, se procedió a calcular los índices energéticos (tabla 3).

El índice ELR es una medida de impacto ambiental derivada del sistema productivo, evalúa el balance entre los recursos no renovables y renovables consumidos en el territorio, dando como resultado que, a mayores valores, menor es la sostenibilidad del sistema bajo estudio. Este valor se hace más grande en la medida en que se concentra una mayor actividad económica en los territorios, encontrándose valores superiores a 1000 (Brown & Ulgiati, 2001, como se citó en Sepulveda, 2017). El resultado obtenido (22,07), en este contexto se refleja un sistema que causa grandes impactos ambientales, sistemas con gran dependencia al exterior en insumos como fertilizantes y agroquímicos.

La tasa de rendimiento energético (EYR) permite medir en qué nivel los procesos existentes en el territorio contribuyen con su desarrollo energético, vinculando el consumo energético total, contra la importación de recursos desde fuera del sistema. Ulgiati *et al*, afirman que valores superiores a uno, indican que el sistema fue capaz de disponer energía primaria para la sociedad y cuanto mayor es este valor, mayor es la eficiencia del sistema en la utilización de los recursos invertidos de la economía (Ulgiati *et al*, 1995 como se citó en Torres & Siche, 2016). En este caso el resultado fue 1,05, valor superior a 1 y muestra mayor nivel de eficiencia energética, la cual se debe al aporte de recursos naturales de la economía.

El índice de sostenibilidad energética (ESI) es un indicador que agrega el rendimiento y la carga ambiental del sistema bajo análisis, permitiendo evaluar las posibilidades de desarrollo sostenible del mismo. En el contexto estudiado los valores obtenidos en el cálculo de los indicadores ELR y EYR muestran un panorama positivo y negativo, se evidencia también un bajo valor de sostenibilidad energética (0,05). Un índice de sostenibilidad energética menor a 1 indica un problema temporal para los territorios analizados, ya que explica que los productos y los procesos no son sostenibles en el largo plazo (Ren, *et al*. 2013, como se citó en Sepulveda, 2017) y refuerza el sustento de una economía desarrollada, orientada para el consumo.

ILUSTRACIONES, TABLAS, FIGURAS.

Figura 1. Diagrama de tres brazos utilizado por el análisis energético. Fuente: Adaptado de Acevedo (2015).

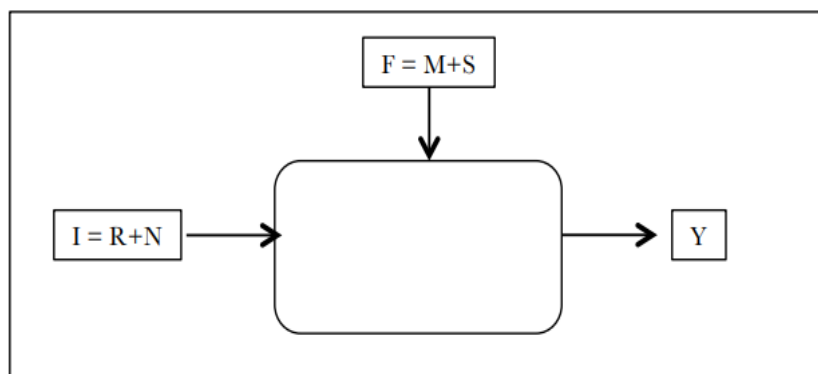


Tabla 1. Índices y las ecuaciones del análisis emergético

Índice	descripción	Ecuación
U	Consumo total de energía	$R+N+F$
EYR	Rendimiento de energía: contribución de la naturaleza a la obtención de procesos	Y/F
ELR	Carga ambiental. Impacto del sistema productivo sobre el ecosistema.	$(N+F) / R$
ESI	Índice de sostenibilidad de energía: mide la contribución de la naturaleza sobre la carga ambiental. Entre más grande sea el número el sistema es más sostenible	EYR/ELR

Fuente de consulta: adaptado de Acevedo (2015).

Figura 2. Diagrama sistémico de los policultivos cafeteros del municipio de Santander de Quilichao. Fuente de consulta: elaboración propia.

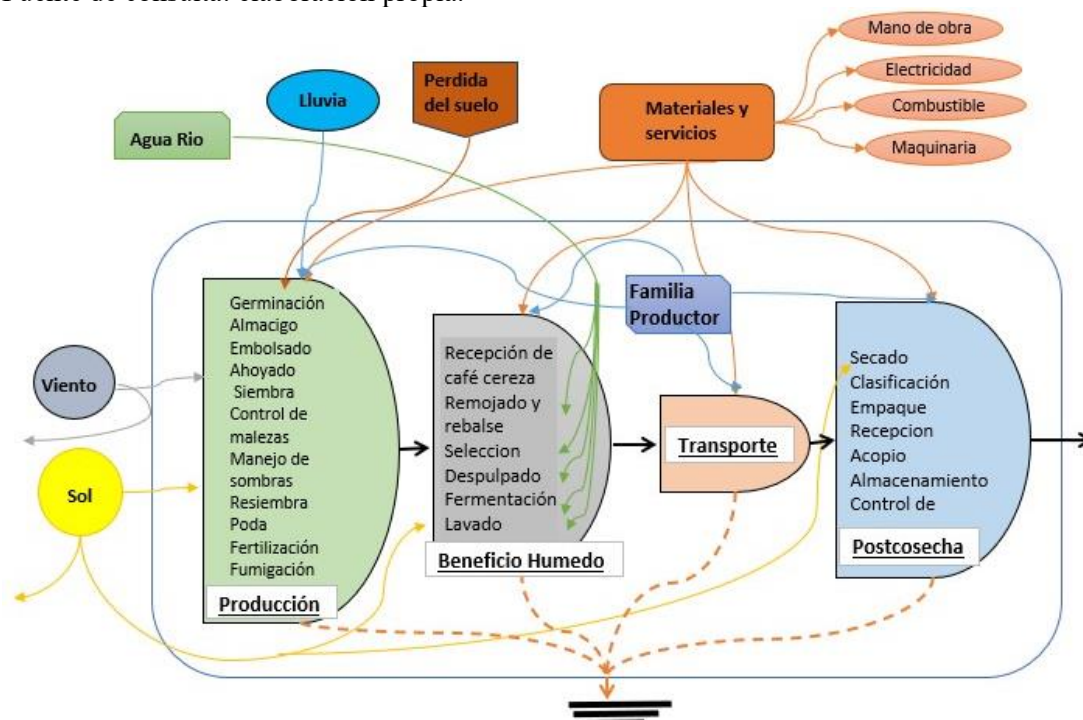


Tabla 2. Flujos energéticos generales del municipio de Santander de Quilichao, Cauca.

No	Ítem	Valor entrada	Unidad	Transformidad (sej/unit)	Energía
RECURSOS RENOVABLES					
1	Solar recibida	2,63E+18	J	1	2,63E+18
1	Solar absorbida	2,18E+18	J	1,21	2,64E+18
2	Lluvia, potencial químico	3,90E+15	J	18100	7,05E+19
2	Lluvia, geopotencial	8,29E+15	J	10100	8,37E+19
3	Viento, energía cinética	1,13E+15	J	1467	1,66E+18
R (Flujo renovable)		1,54E+20			
ENERGÍA RENOVABLE AUTOCTONA					
	Electricidad			336000	
4	Energía Producción agrícola	2,94E+11	J	336000	9,89E+16
5	Energía Extracción forestal	1,27E+16	J	22100	2,81E+20
FUENTES NO RENOVABLES EN EL SISTEMA					
6	Extracción de arena	9,76E+10	g	1310000000	1,28E+20
	Extracción de arcillas	7,37E+10	g	1960000000	1,44E+20
7	Pérdida de suelos				
	Perdida suelo Centros poblados	1,74E+16	J	106000	1,84E+21
	Pérdida de suelo Rural agropecuario	1,16E+15	J	106000	1,23E+20
	Pérdida de suelo Rural bosques	5,27E+14	J	106000	5,59E+19
N0. Flujos Dispersos		2,07E+21			
N1. Flujos Concentrados		2,72E+20			
N Flujos no renovables		2,57E+21			
RECURSOS IMPORTADOS					
8	F				8,32E+20
9	Electricidad	2,82E+13	J	1,70E+05	4,79E+18
10	Transferencias	\$ 2.560.000.000	\$		2,31E+18
F (Flujos importados)		8,32E+20			
Uso total = NO + N1 + R + F		3,56E+21			

Fuente de consulta: Adaptado de Sepúlveda (2017)

Tabla 3. Indicadores energéticos del sistema de producción agropecuario del municipio de Santander de Quilichao.

Indicador	Expresión	Santander Q.
Flujo energía renovable	R	1,54E+20
Explotación de reservas renovables	N	2,57E+21
Flujo energético importado	F	8,32E+20
Total, de flujos energéticos (U)	R+N+F	3,56E+21
Total, de energía usada	N0+N1+R+F	3,56E+21
Fracción de uso derivada de Fuentes locales	(NO+N1+R) /U	0,77
Fracción renovable local	R/U	0,04
Fracción de uso comprada	F/U	0,23
Fracción de uso libre	(R+N0) /U	0,12
Consumo por área	U/ (área ha)	8,01E+16
Emergy Money Ratio	U/X	7,83E+12
Tasa de carga ambiental (ELR)	(Imp + N0 + N1) / R	22,07
Relación de rendimiento (EYR)	U / (N0 + N1 + F)	1,05
Sostenibilidad Emergética (ESI)	EYR / ELR	0,05

Fuente e consulta: elaboración propia con base a Sepúlveda (2017)

CONCLUSIONES

En conclusión, fue posible identificar los elementos que componen el sistema energético del municipio de Santander de Quilichao (Cauca), a pesar de las limitaciones de la información por considerarse a nivel municipal, sin embargo, los indicadores demuestran que existe eficiencia energética en la producción pero que a largo plazo el impacto hacia los ecosistemas se hará evidente, puesto que el actual sistema de producción está causando impactos ambientales, por lo tanto, se requiere implementar sistemas de producción (no solo del cultivo café) que sean sostenibles ambientalmente, donde se propicie el desarrollo de modelos de producción sostenibles en la siembra, el cultivo, la cosecha y la postcosecha, que a largo plazo que contribuyan a la satisfacción continua de las necesidades de los agricultores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, A.G. 2015. Valoración de la sustentabilidad de los policultivos cafeteros del centro occidente y sur occidente colombiano (Tesis doctoral, Universidad Tecnológica de Pereira. Doctorado en Ciencias Ambientales). <https://acortar.link/1hLXqM>
- ALCALDÍA MUNICIPAL DE SANTANDER DE QUILICHAO. 2018. Plan agropecuario y ambiental. <https://acortar.link/6VcZJr>
- ALCALDÍA MUNICIPAL DE SANTANDER DE QUILICHAO. 2020. Plan de Desarrollo Municipal Quilichao Vive 2020-2023. 1-523. <https://acortar.link/zCqg0z>
- COMITÉ DE CAFETEROS DEL CAUCA. (s.f). Informe de gestión 2020. <https://acortar.link/Mtf7Fv>
- CORTÉS, Y.F.; RODRÍGUEZ, K.D.S.; MARÍN, L.A.V. 2020. Environmental impacts from coffee production and to the sustainable use of the waste generated. Producción y Limpia. <https://doi.org/10.22507/PML.V15N1A7>
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION DANE. (2018). Geoportal. <https://acortar.link/R4PhRp>
- ODUM, H. 1996. Environmental accounting. Gainesville (Florida): John Willey and sons.
- RODRÍGUEZ, N.; ZAMBRANO, D.A.; RAMÍREZ, C.A. 2013. Manejo y disposición de los subproductos y de las aguas residuales del beneficio del café. Cenicafé. <https://acortar.link/OLCjas>



SEPULVEDA, J.D. 2017. Eficiencia y gestión energética en la planeación de territorios sostenibles y la disminución de sus impactos ambientales: análisis del proceso cafetero en el municipio de Pitalito (Tesis doctoral, Universidad de Manizales. Doctorado en Desarrollo Sostenible).

<https://acortar.link/9NGjM7>

SUCA, F.; SUCA, C.A.; SICHE, R.B. 2014. Análisis emergético del café peruano Emergy analysis of peruvian coffee. En Revista Peruana de Química e Ingeniería Química 17(1).

<https://acortar.link/yI5LLI>

TORRES, E.; SICHE, R. 2016. Sostenibilidad ambiental de dos sistemas de producción de café en Perú: orgánico y convencional. Revista ciencia y tecnología. 12(3):51-65. <https://acortar.link/ADexpL>

