

# UNA REFLEXIÓN DESDE EL METABOLISMO SOCIAL Y EL VALOR ENTRÓPICO EN LA RURALIDAD<sup>1</sup>

1

2

3

4

5

6

7

8

*Rubén Darío Díaz Mateus*

*Docente del programa de Contaduría  
de la Facultad de Economía,  
Empresa y Desarrollo Sostenible (FEEDS)  
de la Universidad de La Salle  
[rudiaz@unisalle.edu.co](mailto:rudiaz@unisalle.edu.co)  
<https://orcid.org/0000-0002-8784-8818>*

## Resumen

La degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad son problemas críticos en las zonas rurales. Las prácticas agrícolas intensivas y a gran escala, la deforestación y el uso excesivo de pesticidas y fertilizantes químicos han llevado a una disminución en la calidad del suelo y a la destrucción de hábitats naturales. Esto no solo afecta la productividad agrícola a largo plazo, sino que también reduce la capacidad de los ecosistemas de sostener la productividad ecológica, esencial para el equilibrio sociometabólico de las comunidades rurales. Por tanto, la ruralidad, vista desde la producción agrícola y su relación con los mercados, que regulan únicamente el valor económico, impide valorar y visibilizar el aumento de la entropía y los efectos negativos en la capacidad del sistema natural de sostener la productividad de los sistemas productivos rurales. Esto afecta la eficiencia en el manejo de la energía solar, su conversión a través de la fotosíntesis y las sucesivas transformaciones hasta el consumo final. En consecuencia, se desarrolla una reflexión sobre las ideas conectoras que evidencien el alcance metodológico del metabolismo social para valorar el segundo principio de la termodinámica, que impone limitaciones significativas en los sistemas productivos. Al hacerlo, se puede aumentar la eficiencia del sistema agrario, reducir la entropía generada y asegurar la viabilidad económica a largo plazo, contribuyendo así a la sostenibilidad ecológica y económica de las comunidades rurales.

## Introducción

El debate sobre si la economía es una ciencia, una ingeniería o, en ciertos momentos, simplemente una ideología, corresponde a un flujo de cuestionamientos que circula alrededor de los temas relacionados con la ética, el medio ambiente y los sistemas ecológicos. Desde sus orígenes, la economía ha tenido que sopesar la crisis del medio ambiente. En un sentido de inocencia, prevé una relación con el entorno natural que se aleja del paternalismo y los caprichos, buscando evitar nuevos conflictos económicos, sociales y políticos. El acceso a los núcleos sociales está construido sobre una relación dinámica con los recursos de la tierra, combinados con la riqueza artificial creada por el hombre. Para enfrentar este riesgo es necesario trascender la frontera disciplinaria convencional de la economía y aceptar los vínculos y críticas de otras disciplinas. Un deber social debe mantener argumentos que no intenten reinventar la economía ni ninguna otra disciplina, sino que permitan a los nuevos conocimientos transdisciplinarios responder a los fenómenos sociales emergentes.

Por ello, un tratamiento interdisciplinario de los problemas económicos invalida la propia economía como disciplina aislada. Esta pretensión refuerza el reclamo de despolitización de la economía, la sociedad y la política misma (Acosta, 1999). Por tanto, el desafío reside en sensibilizar el término introducido por la teoría económica de

<sup>1</sup> Este artículo hace parte del proyecto de investigación titulado "Factores en la Medición del Valor Razonable de los Activos Biológicos de las Empresas que cotizan en la Bolsa de Valores de Colombia", adscrito a la Vicerrectoría de Investigación y transferencia – VRIT, con el código proyecto FEEDS-23106 y La Asociación Colombiana de Facultades de Contaduría Pública "ASFACOP".





Fuente: freepik

“externalidad”, el cual expresa los efectos laterales caracterizados por la ausencia de reciprocidad en beneficios y un empleo poco voluntario como alternativa (Commoner, 1973). Así, la tecnología y la mecanización han dominado, imponiendo sus imperativos tanto en la agricultura como en la industria. Lo que solía ser un sistema biológicamente diversificado de cultivo de alimentos y materias primas, se ha transformado en monocultivos a gran escala y altamente especializados.

Además, la agricultura moderna se ha convertido en un principal usuario de bienes de capital producidos por industrias que sostienen la agricultura, empleando una creciente cantidad de trabajadores industriales y demandando, cada vez más, recursos escasos, especialmente electricidad y petróleo (Kapp, 1978); es decir, en las dinámicas actuales se busca entender la relación de cómo los flujos de materia y energía en las zonas rurales afectan al medio ambiente, y cómo el valor entrópico puede ser utilizado para evaluar la sostenibilidad de las

prácticas agrícolas y de gestión de recursos naturales. Dado lo anterior, la ruralidad en Colombia está marcada por una gran diversidad cultural, económica y ambiental; las comunidades rurales, que representan una parte significativa de la población, enfrentan desafíos únicos en términos de acceso a recursos, infraestructura y oportunidades económicas. A pesar de la riqueza de sus recursos naturales, estas comunidades a menudo se ven afectadas por la pobreza, la falta de servicios básicos y la limitada integración a los mercados nacionales e internacionales.

La importancia de este tema recobra fuerza en la actualidad al describir una sociedad mundial organizada en sus logros materiales y tecnológicos. Sin embargo, el contraste de la realidad revela crecientes desequilibrios en términos de ingresos-riqueza, oportunidades y libertades, así como conflictos ecológico-distributivos. Una sociedad dominada por fenómenos profundos y contradictorios de globalización comercial, financiera y

tecnológica, junto con una mundialización de culturas y una crisis de la institucionalidad de los Estados-nación, lo que permite abrir el debate sobre la relación entre las tendencias económicas actuales y los principios de la economía ecológica en el replanteamiento de políticas públicas y sus realidades territoriales.

Kapp ya sugería la incapacidad de la teoría económica de los agentes privados para abordar las implacables externalidades generadas por las fuerzas económicas. Este cuestionamiento plantea una realidad que no está lejos de la percepción en pleno siglo XXI. Así, surge la pregunta: ¿es posible compatibilizar el sistema económico con el mantenimiento ecológico de la capacidad de carga de la biosfera?, ¿en qué fase de la actividad económica podrá compensarse la deuda ecológica para evitar mayores catástrofes? (Commoner, 1973). Estas interrogantes son cruciales con miras a entender y enfrentar los desafíos que presenta la economía moderna en su relación con el medio ambiente.

Finalmente, en los últimos años, las tendencias sociales han evidenciado alteraciones negativas en el consumo de alimentos e ingresos de las familias, problema que se atribuye a patrones climáticos impredecibles y a la disminución de la productividad de las tierras. Las necesidades de los individuos están influenciadas por los cambios en los entornos sociales, económicos, políticos y ambientales. Dentro del factor socioeconómico, el uso de energía se desagrega como un servicio ambiental; la problemática se define por los impactos socioambientales generados en el proceso de transformación para obtener fuerza o calor. El incremento de las variaciones climáticas plantea grandes incertidumbres en el acceso y la distribución de los recursos naturales necesarios para el desarrollo rural, afectando negativamente los niveles de producción agropecuaria y exacerbando la pobreza.

El cambio climático no ha sido un tema prioritario en la agenda de la política económica durante la última década, representando un desafío significativo en los nuevos escenarios de desarrollo económico y social de los territorios. Una valoración indirecta de los efectos sobre el sistema económico adquiere relevancia cuando los costos de los desastres y sus consecuencias afectan la productividad y competitividad de un país. Estos cambios en el entorno ambiental en Colombia son evidentes en las recientes olas de invierno y verano, producto del cambio climático.

## Metabolismo social

El metabolismo social se refiere al conjunto de flujos de materiales y energía que circulan a través de sus sistemas económicos y sociales, es decir, el concepto de *metabolismo social* como una herramienta teórica para analizar las relaciones entre los procesos naturales y sociales desde una perspectiva holística o integradora (Toledo, 2013). Por tanto, Toledo argumenta que este concepto es esencial para comprender la complejidad de las relaciones socioecológicas desde otra visión holística e integradora, subrayando la necesidad de nuevos paradigmas para enfrentar la crisis ambiental global. Este escenario conceptual establece una ruta para abordar, en contextos de conflicto socioecológicos, la preocupación por la sostenibilidad y el impacto ambiental de las actividades humanas que han resultado en la proliferación de estudios que apenas logran cuantificar los flujos de energía y materiales. Por tanto, este enfoque ha sido adoptado por investigadores a nivel mundial para desarrollar perfiles metabólicos de países y regiones, ofreciendo diagnósticos valiosos sobre la eficiencia y sostenibilidad de sus economías. En cuanto a las aplicaciones, se emplean lineamientos interdisciplinarios con el fin de abordar la crisis

socioecológica; la teoría del metabolismo social permite integrar conocimientos de diferentes disciplinas, superando la separación tradicional entre ciencias naturales y sociales.

Una aproximación interdisciplinaria para estudiar las realidades rurales, integrando dimensiones ecológicas, sociales y económicas, se enmarca en el estudio de Guzmán y González de Molina (2008), en el que se identifica la evolución del paisaje agrario y su relación con los cambios en el uso del suelo y la tecnología agrícola, a fin de destacar la pérdida de eficiencia energética y territorial vinculada con la modernización agrícola y la revolución verde, subrayando cómo estos cambios han impactado negativamente la sostenibilidad y la resiliencia de los sistemas agrarios tradicionales. Asimismo, Ruiz Nieto (2014) presenta un análisis detallado de un caso específico en Colombia. El

estudio contribuye al entendimiento de cómo las estrategias locales pueden mitigar los efectos de eventos climáticos adversos y mejorar la sostenibilidad de los sistemas agrarios, al ordenar e interpretar información sobre la actividad agropecuaria y los recursos naturales apropiados por la población en la unidad de paisaje de la altiplanicie Tunja-Sogamoso. La información obtenida permitió representar los flujos de energía, materiales y servicios ambientales de las actividades productivas y en la interacción con ecosistemas alto-andinos para garantizar la obtención de beneficios. En consecuencia, el metabolismo social se aplica con perspectiva transdisciplinaria con miras a entender las dinámicas socioecológicas en áreas rurales frente a los desafíos agroecosistemas y otras disciplinas híbridas emergentes (González de Molina, & Toledo, 2011).



Fuente: freepik



Finalmente, el metabolismo social en las áreas rurales de Colombia está influenciado por factores como la agricultura, la ganadería, la explotación de recursos naturales y las prácticas culturales locales. Sin embargo, la gestión ineficiente de estos recursos a menudo conduce a la degradación ambiental y la disminución de la calidad de vida de los habitantes rurales.

## Enfoque del valor entrópico

El análisis entrópico es una herramienta que mide el grado de desorden o caos en un sistema, así, la valoración de la entropía puede proporcionar una comprensión más profunda de los flujos de energía y materiales dentro de las comunidades rurales, permitiendo una mejor planificación y uso de recursos (Haas *et al.*, 2015). En el contexto de la gestión de recursos naturales, se utiliza para evaluar la sostenibilidad de los procesos y sistemas. La entropía puede indicar el nivel de eficiencia en la utilización de recursos y la capacidad del sistema para mantener su funcionamiento a lo largo del tiempo. En comunidades rurales, un alto nivel de entropía puede significar una mayor degradación de los recursos naturales y una menor capacidad para adaptarse a cambios ambientales y económicos. Por tanto, “la valoración monetaria genera perturbaciones cuando la mayoría de los productos ecosistémicos son rivales y excluyentes, condición que deja sin valor la capacidad de carga de un ecosistema” (Díaz *et al.*, 2015, p. 183).

La economía actual se encuentra en un contexto en el que se entrelazan lo humano y lo viviente, fundamentada en el respeto a las reglas que la soportan para optimizar la resolución de problemas socioeconómicos desde el valor de la escasez. Así, las relaciones entre las esferas económicas, humanas y naturales demandan una aproximación transdisciplinaria, integrando diversas escalas de

valores como los sociales, filosóficos, estéticos y morales, evitando su reducción a lo puramente económico. Las regulaciones naturales trascienden las leyes del mercado y los niveles de organización para definir los límites que, si se exceden, requieren una modificación radical de los modos de regulación y desarrollo del sistema. De ahí, se plantea el escenario de un desarrollo diferenciado en el que se identifique la necesidad de complementar el análisis en la creación de valor desde un criterio y pensamiento ecológico para incorporar el interés público general por una política económica alternativa que sea sostenible tanto ecológica como socialmente; de esta manera, disminuir progresivamente el punto débil en el alcance y la dinámica de crecimiento de los costes y daños sociales (Leipert, 2011).

Las condiciones iniciales de cualquier sistema económico dependen de los factores de producción, incluyendo recursos naturales, humanos y físicos, cuya combinación permite obtener bienes y servicios distribuidos para satisfacer las necesidades ilimitadas en un contexto de mercado (Miller Tuller, 2007). El modelo extractivista minero-energético debe evaluarse en términos normativos, ambientales, sociales y económicos debido a los elevados riesgos biológicos y culturales. Como destaca Garay (2013), los conocimientos y las prácticas tradicionales de pueblos indígenas, afrodescendientes, campesinos y gitanos están amenazados y deben protegerse, ya que pueden ser cruciales para la adaptación al cambio climático (p. 97). El metabolismo rural se aplica al entendimiento de las realidades agrarias locales, por el cual la problemática rural coevoluciona con la naturaleza, complementando una lectura económica del desarrollo rural con una biofísica. El análisis del sistema agropecuario requiere examinar sus bases naturales y las alteraciones humanas para mostrar cómo han coevolucionado. Estos sistemas productivos locales se basan en

la interacción de la población, su capacidad de trabajo y la tenencia de la tierra con los factores naturales del entorno, determinando escenarios futuros que integren variables socioeconómicas y ecológicas. La construcción de un pensamiento diferente ofrece alternativas para modificar el comportamiento colectivo, promoviendo la dependencia del ser humano del sistema natural (Gómez *et al.*, 2007, p. 12).

Por consiguiente, el análisis de los procesos socioeconómicos basado en la contabilidad de la energía en escenarios rurales revela el conflicto en el mantenimiento del metabolismo social, que requiere un ciclo autocatalítico de energía útil. Este ciclo implica usar una fracción de la energía y trabajo humano disponible con el fin de asegurar un flujo continuo de energía del ambiente, garantizando así el funcionamiento del resto del sistema (Eisenmenger *et al.*, 2007, pp. 30-31). Análogamente, la estructura agraria de Colombia se caracteriza por conflictos en la ocupación económica y social del territorio (PNUD, 2011), comportamientos ineficientes, como, por ejemplo, baja productividad, uso inadecuado de recursos naturales, alta concentración de la propiedad, pobreza y exclusión, son comunes en las zonas rurales. A pesar de la vulnerabilidad de las unidades productoras rurales y la fragilidad del sector ante cambios de mercado y políticas públicas, se deben visualizar perspectivas de desarrollo rural incluyente y sostenible. Según el informe *Colombia rural: razones para la esperanza* (PNUD, 2011), las brechas urbano-rurales son significativas, con altos niveles de pobreza, baja cobertura educativa y altas tasas de mortalidad infantil en áreas rurales. El crecimiento del sector rural y su participación en el PIB están relacionados con el grado de desarrollo primario (Sala i Martín, 2004). Sin embargo, la inversión en el sector rural es insuficiente frente a las necesidades y las brechas urbano-rurales (DNP, Conpes 3810, 2014, p. 12). La estructura

agraria y las actividades productivas rurales reflejan conflictos territoriales correlacionados con la gestión de la sostenibilidad. Las organizaciones campesinas participan en las cadenas productivas, vinculándose con la agroindustria (Sánchez *et al.*, 2012). Sin embargo, no se incorpora el análisis de eficiencia energética en los sistemas productivos desde una dimensión ecológica, predominando los enfoques financieros convencionales. La energía, como factor productivo crítico, muestra una alta dependencia en sistemas productivos locales, con bajas perspectivas de sostenibilidad en entornos rurales con potencial de autosuficiencia energética (Valdés *et al.*, 2009).

## Contribución a la sostenibilidad

El reto del crecimiento en términos biológicos y económicos, desde la perspectiva de otras especies vivas y en comparación con el comportamiento humano, no permite actualmente establecer relaciones de equilibrio. Sin embargo, el ser humano modifica su realidad para mantener estados de bienestar y supervivencia. La ley natural de la biosfera impone límites en el uso de recursos naturales, lo que hace necesario conocer con precisión no solo el comportamiento de los ecosistemas, sino también las relaciones del ser humano con sus organizaciones socioeconómicas.

Estudiar las problemáticas ambientales desde una sola disciplina no permite ir más allá de los escenarios de contaminación. Según Azqueta (2002), los problemas ambientales tienen múltiples causas, de modo que se puede describir la actividad económica de una sociedad cambiante que produce, distribuye y consume bienes y servicios alimenticios con una correlación de fuentes generadoras no puntuales, tales como pesticidas y la escorrentía

de fertilizantes de la actividad agropecuaria, entre otros aspectos.

La biosfera está sufriendo grandes transformaciones condicionadas por la acción humana, lo que genera consecuencias como el cambio climático, asociado al consumo permanente de energía exosomática. Es crucial interpretar las correlaciones entre el cambio climático y la realidad rural de los sistemas productivos, así como su responsabilidad en la construcción de mejores condiciones económicas y sociales en los entornos territoriales, incluyendo los locales. El Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, 2007) define el cambio climático como los “procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras”. Además, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), en su artículo 1, lo define como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables”. La CMCC distingue entre “cambio climático” atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y “variabilidad climática” atribuida a causas naturales.

Para avanzar hacia la sostenibilidad es necesario adoptar una visión interdisciplinaria que integre conocimientos de diversas disciplinas con miras a abordar los complejos problemas ambientales. Esto incluye evaluar el impacto de las actividades humanas sobre los ecosistemas y promover prácticas que reduzcan la huella ecológica, garantizando el uso responsable de los recursos

naturales. Además, es esencial fomentar políticas públicas y estrategias empresariales que internalicen los costos ambientales, favoreciendo un desarrollo económico que no comprometa la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Desde la perspectiva de la economía ecológica y tomando como base los lineamientos de Georgescu-Roegen y otros autores, es fundamental entender que los sistemas económicos no pueden considerarse ni lineales ni puramente circulares, sino que operan según principios entrópicos en las organizaciones, por tanto, la conducta de producción y consumo de bienes y servicios conllevan un aumento irreversible de la entropía, es decir, una degradación progresiva de la calidad de la energía y los materiales disponibles. De ahí, el incremento de conflictos ambientales en las fronteras donde se extraen recursos naturales y donde se eliminan desechos, pues el sistema económico requiere constantemente nuevas fuentes de energía y materiales para sostener su crecimiento. (Martínez-Alier, 2021).

La integración del metabolismo social y el análisis entrópico en la gestión de recursos rurales en Colombia ofrece un marco robusto para abordar los desafíos de sostenibilidad, de manera que el análisis de estos conceptos proporcionan herramientas para entender y mejorar la eficiencia del uso de recursos, reducir la degradación ambiental y fomentar prácticas que aseguren la viabilidad a largo plazo de las comunidades rurales, con miras a implementar estas estrategias de colaboración estrecha entre investigadores, formuladores de políticas y las propias comunidades, asegurando que las soluciones sean tanto científicamente sólidas como culturalmente apropiadas.





Fuente: freepik

## Discusión

En las comunidades rurales de Colombia, la combinación del metabolismo social y el análisis entrópico puede ofrecer nuevas perspectivas y estrategias para mejorar la sostenibilidad y la gestión de recursos. Al comprender mejor cómo los recursos fluyen y se transforman dentro de estas comunidades es posible identificar puntos críticos en los que la intervención puede aumentar la eficiencia y reducir el impacto ambiental. El análisis del metabolismo social permite identificar las dinámicas y los patrones de uso de los recursos, lo cual es crucial para desarrollar políticas y prácticas que promuevan un uso más sostenible. Por ejemplo, al conocer las fuentes de energía y materiales predominantes en una comunidad, se pueden diseñar estrategias para

optimizar su uso y minimizar los residuos. Además, este enfoque ayuda a comprender las interacciones entre diferentes sectores, como, por ejemplo, la agricultura y la gestión del agua, lo cual es vital para una planificación integral y sostenible.

El análisis entrópico complementa este enfoque al proporcionar una medida cuantitativa del grado de sostenibilidad de los sistemas rurales. Al evaluar la entropía de los procesos de uso de recursos, los responsables de la toma de decisiones pueden identificar áreas en las que la ineficiencia es alta y se necesita intervención. Por ejemplo, si un sistema agrícola muestra altos niveles de entropía debido al uso excesivo de fertilizantes y pesticidas, se pueden introducir prácticas de agricultura sostenible que reduzcan esta entropía y mejoren la salud del suelo y la biodiversidad.



Fuente: freepik



## Conclusiones

En conclusión, el enfoque de metabolismo social en la economía y el desarrollo rural resalta la necesidad de integrar análisis económicos y biofísicos para promover la sostenibilidad en el marco de la ruralidad. Esta integración permitirá abordar de manera efectiva los desafíos socioeconómicos y ambientales, promoviendo un desarrollo equitativo y sostenible en las áreas rurales de Colombia. Los principios de la entropía pueden mejorar la gestión de recursos en comunidades rurales, destacando estrategias sostenibles que minimizan la degradación ambiental.

El progreso, tal como se ha concebido tradicionalmente, parece no conocer límites, impulsando una conducta de *homo economicus* que busca el menor esfuerzo y la máxima satisfacción de necesidades en un escenario de lo barato. Sin embargo, en un mundo con límites, esta visión de crecimiento indefinido es insostenible. La conducta del *homo ecologicus*, que reconoce los límites naturales y la necesidad de una relación equilibrada con el entorno, es esencial para enfrentar los desafíos de la crisis ambiental y ecológica. Los recursos naturales ya están resultando insuficientes para alimentar a la humanidad y adaptarse a las modificaciones impuestas por la crisis ambiental.

## Referencias

- Azqueta Oyarzun, D. (2002). *Introducción a la economía ambiental*. McGraw Hill.
- Boulding, K. (1966). The economics of the coming spaceship earth. En H. Jarrett (ed.), *Environmental quality in a growing economy. Resources for the Future* (3-14). Johns Hopkins University Press.
- Commoner, B. (1973). *El círculo que se cierra*. Plaza & Janés.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2014). Conpes 3810: política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural. DNP.
- Díaz, R., Meza C., Sánchez, N., Vanegas, J., Varela, D. & Vinasco, M. (2015). La entropía como horizonte epistemológico: nueva ruralidad, seguridad alimentaria y políticas públicas; pp. 171 – 199. En L. E. Pérez Díaz (ed.), *Pensar en escuelas de pensamiento: colectivos interdisciplinarios en construcción*. Editorial Universidad de La Salle.
- Eisenmenger, N., Martín, J. R., & Schandl, H. (2007). Análisis del metabolismo energético y de materiales de Brasil, Chile y Venezuela. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica (Revibec)*, 6, 17-39.
- Garay Salamanca, L. J. (2013). *Minería en Colombia. Fundamentos para superar el modelo extractivista*. Contraloría General de la Nación.
- Gómez G., L., Vargas P., E. & Posada L., L. (2007). *Economía ecológica. Bases fundamentales*. Universidad Nacional de Colombia.
- Georgescu-Roegen, N. (1971). *The entropy law and the economic process*. Harvard University Press.
- González de Molina, M. & Toledo, V. M. (2011). *Metabolismos, naturaleza e historia. Hacia una teoría de las transformaciones socioecológicas*. Icaria Editorial.
- Guzmán, G. I., & González de Molina, M. G. (2008). Transición socioecológica y su reflejo en un agroecosistema del sureste español (1752-1997). *Revibec-Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 81-96.



- Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D. & Heinz, M. (2015). How circular is the global economy? An assessment of material flows, waste production, and recycling in the European Union and the world in 2005. *Journal of Industrial Ecology*, 19(5), 765-777.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPPC). (2007). *Cambio climático 2007: informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II, II al cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático*. IPCC.
- Kapp K., W. (1978). El carácter de sistemas abiertos de la economía y sus implicaciones. Cap. 6. pp. 126-146 En K. Dopfer, *La economía del futuro*. Fondo de Cultura Económica.
- Leipert, C. (2011). Los costes sociales del crecimiento económico. F. Aguilera y V. Alcántara (comps.), *De la economía ambiental a la economía ecológica*. Pp. 151-170. CIP-Ecosocial.
- Martínez-Alier, J. (2021). *El ecologismo de los pobres: conflictos ambientales y lenguajes de valoración*. Icaria.
- Miller Tuller, G. (2007). *Ciencias ambientales. Desarrollo sostenible, un enfoque integral*. Cengage Learning Editores.
- Nieto, O. F. (2014). *Metabolismo rural y límites ambientales de la producción agraria en la Altiplanicie Tunja-Sogamoso 1821-1850* (trabajo de grado).
- Programa de Naciones Unidas (PNUD). (2011). *Informe nacional de desarrollo humano Colombia rural: razones para la esperanza*. <https://www.undp.org/es/colombia/publicaciones/informe-nacional-de-desarrollo-humano-Ruiz>
- Sánchez, Y. Á., Vélez, J. E. S., Guzmán, A. H., Reyes, D. C., & Mateus, R. D. D. (2012). Relación entre la estructura agraria y la cadena productiva láctea. *Gestión & Sociedad*, 5(1), 117-132.
- Toledo, V. (2013). El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica. *Relaciones. Estudios de Historia y Sociedad*, XXXIV(136), 41-71.
- Valdés, N., Pérez, D., Márquez, M., Angarica, L., & Vargas, D. (2009). Funcionamiento y balance energético en agroecosistemas diversos. *Cultivos Tropicales*, 30(2).
- Villasmil Molero, M. del C. (2019). Estándares internacionales de contabilidad a la luz de los requerimientos de su aplicación en la gestión ambiental. *Revista Lasallista de Investigación*, 16(1), 75-92. <https://doi.org/10.22507/rli.v16n1a10>
- Villasmil, M. & Sierra, G. (2013). Planificación tributaria para el cumplimiento de las obligaciones relacionadas con los aportes de la ley orgánica de ciencia, tecnología e innovación (LOCTI) en empresas del sector de industrias lácteas. Caso venezolano. *Civilizar de Empresa y Economía*, 4(8), 129-146. 10.22518/2462909X.262