

Una Aproximación al Metabolismo Social Agrario del Espacio Productivo Especializado en Banano y Cacao en el Contexto de la Revolución Verde. Costa Rica (1955-1973)

Anthony Goebel Mc Dermott ¹, Andrea Montero Mora²

RESUMEN

En este artículo mostramos las principales transformaciones socioecológicas ocurridas en el sistema agrario del Espacio Productivo Especializado en banano y cacao en Costa Rica entre 1955 y 1973, momento cumbre de la Revolución Verde. Dichas transformaciones supusieron una creciente dependencia de maquinaria e insumos químicos en los agroecosistemas en detrimento de los sistemas agrarios tradicionales de base orgánica. El análisis se desarrolla en la región de Costa Rica que el Censo Agropecuario de 1955 caracterizó como especializada en la producción de banano y cacao, y el concepto de Espacios Productivos Especializados construido por los investigadores. Dichos espacios presentan uno o dos cultivos dominantes desarrollados con miras a su comercialización internacional, aunque también se desarrollan otras actividades productivas y extractivas. Proponemos un análisis retrospectivo para mostrar desde el enfoque del Metabolismo Social, y a partir del análisis de los flujos-fondo y las tasas de retorno energéticos, las diferentes lógicas de intercambio de energía y materiales que ocurrieron en el Espacio Productivo Especializado en banano y cacao.

Palabras clave: balance energético, metabolismo social, sustentabilidad regional, Costa Rica; Revolución Verde.

¹ Doctor en Historia (Universidad de Costa Rica), Profesor Catedrático en la Universidad de Costa Rica. ORCID: 0000-0003-0121-6762. E-mail: w.goebel@ucr.ac.cr

² Doctora en Historia Económica (Universidad de Barcelona), Profesora Adjunta en la Universidad de Costa Rica. ORCID: 0000-0002-7718-9206. E-mail: andrea.monteromora@ucr.ac.cr

En América Latina la Revolución Verde comenzó a finales de la década de 1940. La Fundación Rockefeller (en colaboración con el gobierno mexicano y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) promovió la aplicación de un paquete tecnológico para mejorar la producción y los rendimientos de maíz y trigo basado en el cultivo de semillas de alto rendimiento, el uso de insumos químicos, la implementación de riego, y el cambio en las prácticas agrícolas³. La iniciativa pronto se expandió a otros países latinoamericanos y el cambio tecnológico (gestado por los propios gobiernos a través de programas de extensionismo y con ayuda de organismos internacionales) comenzó a implementarse tanto en cultivos de subsistencia (trigo, maíz, arroz) como en cultivos comerciales (café, caña de azúcar, algodón, henequén)⁴. A diferencia de periodos anteriores, cuando la agricultura en Latinoamérica se desarrolló bajo una lógica extensiva en detrimento de los bosques⁵, la Revolución Verde combinó tanto la expansión de la frontera agrícola como la intensificación del cultivo.

La “modernización” agrícola ha tenido una serie de implicaciones socioecológicas: degradación del suelo, fragmentación del paisaje, pérdida de biodiversidad, alteración de los servicios ecosistémicos y desigualdad en el acceso a los recursos⁶. En los países tropicales el área dedicada a la agricultura sigue creciendo a expensas del bosque y los rendimientos aumentando debido a la aplicación de insumos químicos. La agricultura es la actividad humana que más ha alterado la

³ Raj Patel, «The Long Green Revolution». *The Journal of Peasant Studies* 40, n° 1 (2013): p. 1–63. <https://doi.org/10.1080/03066150.2012.719224>. Mankombu Sambasivan Swaminathan y P.C. Kesavan, "The Transition from Green to Evergreen Revolution", en *Sustainable Development of Organic Agriculture*, editado por Kimberly Etingoff. (Apple Academic Press, 2017). <https://doi.org/10.1201/9781315365800>

⁴ Nick Cullather, *The Hungry World: America's Cold War Battle against Poverty in Asia*. (London: Harvard University Press, 2010). Wilson Picado, «Los Significados de La Revolución. Semántica, Temporalidad y Narrativa de La Revolución Verde». *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña* 3, n° 2 (2014): p. 490–521.

⁵ Jason. W. Moore, «Sugar and the Expansion of the Early Modern World-Economy: Commodity Frontiers, Ecological Transformation, and Industrialization». *Review (Fernand Braudel Center)* 23, n° 3 (2000): p. 409–33. Christian Brannstrom, «Livestock, Sugar and Coffee in Latin America's 'Long' Nineteenth Century». *Journal of Historical Geography*, n° 2 (2001): p. 264–70. Steven C. Topik y Allen Wells, *The Second Conquest of Latin America: Coffee, Henequen, and Oil during the Export Boom, 1850-1930*. (Texas: University of Texas Press, 2010). Reinaldo Funes Monzote, *From Rainforest to Cane Field in Cuba: An Environmental History since 1492*. (Carolina. USA: Univ of North Carolina Press, 2009).

⁶ Pamela A. Matson, William J. Parton, et al, «Agricultural Intensification and Ecosystem Properties». *Science*, n° 277 (1997): p. 504–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1126/science.277.5325.504>. David Tilman, Kenneth G. Cassman, et al, «Agricultural Sustainability and Intensive Production Practices». *Nature*, n° 418 (2002): p. 671–77. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/176540>. Robert E. Evenson y Douglas Gollin, «Assessing the Impact of the Green Revolution, 1960 to 2000». *Science* 300, n° 5620 (2003): p. 758–62. <https://doi.org/10.1126/science.1078710>. Jonathan A. Foley, Ruth DeFries, et al., «Global Consequences of Land Use». *Science* 309, n° 5734 (2005): p. 570–74. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. (Washington, DC.: Island Press, 2005).

superficie del planeta⁷. En el 2000 el área cultivada alcanzó 15 millones de km² (12% de la superficie de la tierra libre de hielo) y el área dedicada a pastos alcanzó 28 millones de km² (20% de la superficie de la tierra libre de hielo)⁸.

Las proyecciones de la FAO sugieren que la expansión territorial representará solo un 20% de los aumentos de la producción agrícola en los países subdesarrollados en las próximas décadas pero esta se desarrollará principalmente en los bosques tropicales⁹. Aunque globalmente las tasas de deforestación se redujeron de 0,20% anual durante 1990-2000 a 0,12% anual durante 2000-2010, en Sudamérica y Centroamérica estuvieron por encima del promedio mundial¹⁰. América Latina cuenta con las mayores reservas de tierra del planeta y durante la primera década del siglo XXI fue la región con mayor crecimiento de la agricultura. Entre 2001 y 2011 la mayor parte de la expansión de cultivos se realizó en pastizales dentro de las principales regiones agrícolas de Argentina, Brasil, Bolivia, Paraguay y Uruguay, mientras que los cultivos en el centro de Brasil, el oeste de Paraguay y el norte Guatemala lo hicieron sobre suelo forestal¹¹.

Como era de esperar, la agricultura que ha aumentado en las últimas décadas es la vinculada a los *commodities*. Históricamente la región ha sido dependiente del mercado internacional y de la volatilidad de los precios de los productos agrícolas y pecuarios exportados. El *boom* de los precios de algunos *commodities* entre 2003-04 y 2013-14, impulsado en buena medida por el auge de las importaciones chinas, condujo a un nuevo proceso de reprimarización en la región¹². Los cultivos con mayor

⁷ Tilman, Cassman, et al., «Agricultural Sustainability...»: p. 671-77, <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/176540>. Ben Phalan, Monika Bertzky, et al., «Crop Expansion and Conservation Priorities in Tropical Countries». *PLoS ONE* 8, n° 1 (2013). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051759>.

⁸ Navin Ramankutty, Amato T. Evan, et al., «Farming the Planet: 1. Geographic Distribution of Global Agricultural Lands in the Year 2000». *Global Biogeochemical Cycles* 22, n° 1 (2008). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1029/2007GB002952>.

Phalan, Bertzky, et al., «Crop Expansion...». Ramankutty, Evan, et al., «Farming the Planet...»

⁹ Holly Gibbs, Aaron Ruesch, et al., «Tropical Forests Were the Primary Sources of New Agricultural Land in the 1980s and 1990s». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107, n° 38 (2010): p. 16732-37.

¹⁰ Michele Graziano Ceddia, «The Impact of Income, Land, and Wealth Inequality on Agricultural Expansion in Latin America». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117, n° 7 (2019): p. 2527-32.

¹¹ Jordan Graesser, T. Mitchell Aide, H. Ricardo Grau y Navin Ramankutty, «Cropland/Pastureland Dynamics and the Slowdown of Deforestation in Latin America». *Environmental Research Letters* 10, n° 3 (2015). Matilda Baraibar Norberg, *The Political Economy of Agrarian Change in Latin America: Argentina, Paraguay and Uruguay*. (Springer, 2019).

¹² Sheila Gutierrez y Michael J. Ferrantino, *Export Dynamics and Economic Growth in Latin America: A Comparative Perspective*. (Routledge, 2018). José Antonio Ocampo, «Commodity-Led Development in Latin America», en *Alternative Pathways to Sustainable Development: Lessons from Latin America*, editado por Gilles Carbonnier, Humberto Campodónico y Sergio Tezanos Vázquez. (Brill Nijhoff, 2017).

incremento en términos absolutos fueron la soya y el maíz, aunque también se registró una importante expansión de la palma africana y la caña de azúcar¹³.

En el comercio mundial de *commodities* tropicales, el banano es la fruta más popular del planeta. Si bien históricamente las grandes empresas multinacionales controlaban la producción y el comercio de banano, dados los cambios acaecidos en la dinámica empresarial -particularmente en los ámbitos legal, laboral y ambiental- así como las crecientes complejidades del comercio global de la fruta marcadas por tensiones y verdaderas guerras comerciales entre Estados y regiones -especialmente tras la creación del mercado único europeo-¹⁴, estas empresas en la actualidad se centran más en el segmento de transporte y distribución de la cadena de valor de la actividad bananera. Estos cambios fueron parte de una estrategia consciente de las grandes corporaciones de diferir el riesgo ante el incesante ataque de las enfermedades del banano y las variaciones coyunturales del mercado global de la fruta¹⁵.

En 2017 los tres principales exportadores de banano, Ecuador, Filipinas y Costa Rica representaron alrededor del 50% de las exportaciones mundiales, mientras que los tres principales importadores de banano, Estados Unidos, Alemania, y Rusia concentraron alrededor del 35% del comercio mundial de la fruta¹⁶. Si bien el banano se cultiva comercialmente en más de 130 países, la producción es altamente concentrada en los 10 principales países productores, que representan el 73,8% del total de la producción durante el período 2015-2017. India es, con mucho, el mayor productor de la fruta, representando el 26,8% de la producción mundial total en 2017, seguida de China (9,8%) e Indonesia (6,3%). Juntos, los tres principales países representaron alrededor del 43% de la producción mundial¹⁷.

El banano se cultiva en la actualidad bajo prácticas mayoritariamente convencionales. A pesar de los ventajosos precios que en el mercado internacional

¹³ Phalan, Bertzky, et al., "Crop Expansion..."

¹⁴ Peter Clegg, *The Caribbean Banana Trade: From Colonialism to Globalization*. (Reino Unido: Palgrave Macmillan, 2002). James Wiley, *The Banana: Empires, Trade Wars, and Globalization*. (University of Nebraska Press, 2008).

¹⁵ Edward Evans, Fredy H. Ballen y Muhammad Siddiq, «Banana Production, Global Trade, Consumption Trends, Postharvest Handling, and Processing». En *Handbook of Banana Production, Postharvest Science, Processing Technology, and Nutrition*, editado por Muhammad Siddiq, Jasim Ahmed y Maria Gloria Lobo, 1-18. John Wiley & Sons Ltd, 2020. DOI:10.1002/9781119528265

¹⁶ Evans, Ballen y Siddiq, "Banana Production, Global Trade..."

¹⁷ Evans, Ballen y Siddiq, "Banana Production, Global Trade..."

tiene el banano orgánico, su producción es baja. La transformación de una finca de banano convencional a una finca de banano orgánico es costosa en tiempo y recursos, en un principio las plantaciones se ven afectadas por plagas y enfermedades, pero con el tiempo se instaura el control biológico. Lo anterior ha causado que productores que en su momento ensayaron el cultivo orgánico regresaran a los sistemas de cultivo intensivos, perdiendo su participación en mercados bananeros especializados, como los pertenecientes al sistema de Comercio Justo¹⁸.

Con respecto al cacao, segundo cultivo eje de la especialización del Espacio Productivo Especializado Banano-Cacao (EPE_BC) en estudio, cabe destacar que, si bien su producción y comercialización no tiene el peso económico y hasta geopolítico que ostenta el cultivo del banano, su relevancia social, en regiones periféricas a nivel mundial, no puede ignorarse. De acuerdo con Vaast y Somarriba, se estima que más del 80% del cacao proviene de 7 a 8 millones de pequeñas explotaciones agrícolas familiares en todo el mundo¹⁹.

El rendimiento del cacao varía no solo entre regiones, sino también a lo interno de los países y en las propias unidades productivas según los sistemas de cultivo implementados. El cacao cultivado en sistemas agroforestales proporciona medios subsistencia a los agricultores y servicios ecosistémicos a escala local y global. Se estima que alrededor del 70% del cacao se cultiva con distintos niveles de sombra, siendo de los pocos cultivos tropicales donde la intensificación, plasmada en el monocultivo, no ha sido tan notoria²⁰. A pesar de ello, la producción a gran escala existe, siendo la mayor responsable de los impactos ambientales del cultivo cacaotero. La extensión territorial ha sido la vía principal para responder al crecimiento de la demanda, generando en las últimas décadas la desaparición de 14 a 15 millones de hectáreas de bosques tropicales a nivel mundial, con alrededor de 10 millones de hectáreas actualmente en producción²¹.

¹⁸ Evans, Ballen y Siddig, "Banana Production, Global Trade..."

¹⁹ Philippe Vaast y Eduardo Somarriba, «Trade-offs between crop intensification and ecosystem services: the role of agroforestry in cocoa cultivation». *Agroforestry Systems*, n° 88 (2014): p. 947-956.

²⁰ Vaast y Somarriba, «Trade-offs between crop intensification...»

²¹ Vaast y Somarriba, «Trade-offs between crop intensification...»

De acuerdo con Gilbert y Varangis, la demanda de cacao en grano crece de manera sostenida entre un 1% y un 3% anualmente.²² La respuesta de la industria, en un contexto de liberalización del cultivo a nivel global²³, se ha orientado hacia la intensificación productiva del cacao, con el fin de garantizar el suministro a los mercados mediante la incorporación del combo químico. Lo anterior supone una reducción tanto de los niveles de sombra como de la riqueza de las especies²⁴, aunado a los profundos impactos que en la salud humana y en los ecosistemas supone la generalización de agroquímicos y pesticidas. Esta dinámica genera también impactos negativos sobre la subsistencia de los pequeños productores de cacao, la conservación de recursos y la prestación de servicios ecosistémicos²⁵.

Tomando en cuenta el contexto anterior nuestro estudio adquiere relevancia porque presenta el caso de Costa Rica, un pequeño país centroamericano pionero en el lanzamiento de la Revolución Verde. Entre 1950 y 1980 gobiernos desarrollistas fomentaron la diversificación agrícola sin descuidar la agricultura tradicional. En el caso del banano y el cacao, nuevas variedades más productivas y/o resistentes a las enfermedades, insumos químicos y cambios en los sistemas de manejo fueron recomendados como parte de la modernización del sector. Todos estos factores propiciaron la reanudación de la actividad bananera en el Caribe costarricense²⁶, y a la vez, agregamos nosotros, permitió su expansión territorial y consolidación en el Pacífico Central y Sur del país.

El presente artículo analiza las principales transformaciones socioecológicas ocurridas en el Espacio Productivo Especializado en Banano y Cacao (EPE_BC) entre 1955 y 1973 a partir del enfoque del Metabolismo Social (MS). Para ello se utiliza la metodología del análisis de energía y materiales flujo-fondo y el cálculo de las tasas de retornos energéticos en diferentes puntos del agroecosistema (Multi-EROI por sus siglas en inglés Enrgy Return On Investment). Este análisis permite evaluar los

²² Vaast y Somarriba, «Trade-offs between crop intensification...». Mohd S. Beg, Sameer Ahmad, Kulsum Jan y Khalid Bashir, «Status, supply chain and processing of cocoa - A review». *Trends in Food Science & Technology* 66 (2017): p. 108 -116.

²³ Christopher Gilbert y Panos Varangis, «Globalization and International Commodity Trade with Specific Reference to the West African Cocoa Producers». En *Challenges to Globalization: Analyzing the Economics*, editado por Robert E. Baldwin y L. Alan Winters. (University of Chicago Press, 2004).

²⁴ Vaast y Somarriba, «Trade-offs between crop intensification...»

²⁵ Vaast y Somarriba, «Trade-offs between crop intensification...»

²⁶ Andrea Montero y Ronny Viales, «Una aproximación al impacto ambiental del cultivo del banano en el Atlántico/Caribe de Costa Rica durante el segundo ciclo bananero (1950-actualidad)». En *La conformación histórica de la región Atlántico/Caribe costarricense: (Re)interpretaciones sobre su trayectoria entre el siglo XVI y el siglo XXI*, editado por Ronny Viales. (San José, Costa Rica: Alma Mater, 2013).

cambios en la eficiencia energética y la sostenibilidad de los agroecosistemas durante su proceso de intensificación y especialización. El artículo se divide en cuatro secciones. La primera sección la conforma esta introducción. La segunda explica los aspectos más relevantes del enfoque teórico-metodológico del Metabolismo Social y presenta las fuentes y el tratamiento de los datos. La tercera expone los principales resultados. La última concluye.

1. METODOLOGÍA Y FUENTES

1.1 ENFOQUE TEÓRICO-METODOLÓGICO DEL METABOLISMO SOCIAL

El Metabolismo Social se concibe como el intercambio de energía, materiales e información del medio ambiente con la sociedad e invita a explicar la interacción sociedad-naturaleza.²⁷ La Economía Ecológica señala que los sistemas económicos quedan insertos en un sistema biofísico más amplio del que extraen flujos de energía y materiales para su funcionamiento.²⁸ Por lo tanto, el metabolismo de una sociedad puede medirse como la tasa de recursos que esta apropia, transforma, circula y deshecha. De esta manera, permite caracterizar desde un punto de vista biofísico a las sociedades humanas, y evaluar su grado de sustentabilidad.²⁹

Como lo señala González de Molina³⁰, la sociedad, en metabolismo con la naturaleza, es la unidad básica de análisis de la historia ambiental, y no la sociedad como noción abstracta. El grado de sustentabilidad de las relaciones que una sociedad establece con su ambiente puede ser medido a través del origen, trayectoria y destino de la energía y materiales requeridos por esta a lo largo del tiempo, creándose así distintos regímenes socio-metabólicos. Al haber desarrollado buena parte de las sociedades un creciente grado de complejidad material construida a partir de un

²⁷ Manuel González de Molina y Víctor Toledo, *The Social Metabolism. A Socio-Ecological Theory of Historical Change*. (Berlín. Alemania: Springer, 2014). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-06358-4>. Manuel González de Molina, «Sociedad, Naturaleza, Metabolismo Social. Sobre El Estatus Teórico de La Historia Ambiental». En *Agua, Poder Urbano y Metabolismo Social. Puebla, México*, coordinado por Rosalva Loreto. (Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2009). Juan Infante-Amate, Víctor Toledo y Manuel González de Molina, «El Metabolismo Social. Historia, Métodos y Principales Aportaciones». *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, n° 27 (2017): p. 130–52.

²⁸ Joan Martínez Alier, *El Ecologismo de Los Pobres. Conflictos Ambientales y Lenguajes de Valoración*. (Barcelona: Icaria Antrazyt-Flacso, 2004). Saar Van Hauwermeiren, *Manual de Economía Ecológica*. (Quito: Ediciones Abya-Yala, Programa de Economía Ecológica e Instituto de Estudios Ecologistas del Tercer Mundo, 1999).

²⁹ Como bien lo señala Manuel González de Molina, al recordar el deber de la historia ambiental de “aportar construcciones teóricas que hagan comprensible la complejidad que comporta toda mutación de una forma de metabolismo a otra”, la “historia de las sociedades en su medio ambiente en el pasado podría contemplarse de modo general como la descripción de sus distintos metabolismos sociales” (2009, p. 234). También Cfr. Infante-Amate, Toledo y González de Molina, «El Metabolismo Social. Historia, Métodos y Principales Aportaciones...»

³⁰ González de Molina, “Sociedad, Naturaleza, Metabolismo Social...”: p. 234.

consumo cada vez mayor de energía y materiales, tenemos como resultado que la historia de la humanidad, o al menos de parte de ella, ha transitado de un metabolismo natural (de bajo impacto ecológico) a un metabolismo industrial (claramente insustentable), pasando por el metabolismo orgánico (de sustentabilidad relativa), en un proceso caracterizado por el incremento constante en los insumos energéticos externos al ecosistema y una decreciente tasa de reutilización.

Desde el enfoque metabólico el “progreso” económico ha tendido a ser inversamente proporcional a la sustentabilidad ecológica y ambiental. Este tránsito global hacia la insustentabilidad lo explican Toledo y Barrera-Bassols, para quienes, desde la perspectiva socio-metabólica, la historia de la humanidad no es más que la historia de la expansión del socio-metabolismo más allá de la suma de los bio-metabolismos de todos sus miembros. A través del tiempo las sociedades han tendido a incrementar la energía exosomática sobre la energía endosomática, de tal suerte que el cociente exo/endo puede ser utilizado como un indicador de la complejidad material de las sociedades. De acuerdo con los autores, los rasgos específicos que caracterizan el tránsito de un metabolismo natural a uno orgánico son una sucesión de actos de apropiación donde la acción humana desarticula o desorganiza los ecosistemas que se apropia, para introducir conjuntos de especies domesticadas o en proceso de domesticación.³¹

Entre más cerca se encuentren los agro-ecosistemas del metabolismo natural serán más sustentables y entre más cerca del metabolismo industrial menos sustentables. De esta manera, la agricultura tradicional europea, analizada profusamente en los últimos años, muestra tasas de retorno energético muy disímiles según el contexto socio-ambiental y espacio-temporal de que se trate³². Sin embargo,

³¹ Víctor M. Toledo y Narciso Barrera-Bassols, *La Memoria Biocultural. La Importancia Ecológica de Las Sabidurías Tradicionales*. (Barcelona: Icaria, 2008).

³² José M. Naredo, «La Modernización de La Agricultura Española y Sus Repercusiones Ecológicas». En *Naturaleza Transformada, Estudios de Historia Ambiental En España*, editado por Manuel González de Molina y Joan Martínez Alier. (Barcelona: Icaria, 2000). Manuel González de Molina, «Condicionamientos Ambientales Del Crecimiento Agrario Español (Siglos XIX y XX)». En *El Pozo de Todos Los Males: Sobre El Atraso de La Agricultura Española Contemporánea*, editado por Josep Pujol-Andreu, Manuel González de Molina y Lourenzo Fernández-Prieto. (Barcelona, España: Crítica, 2001). Xavier Cussó, Garrabou Ramon y Enric Tello, «Social Metabolism in an Agrarian Region of Catalonia (Spain) in 1860-1870: Flows, Energy Balance and Land Use». *Ecological Economics* 58 (2006): p. 49-65. Gloria Guzmán y Manuel González de Molina, «Agricultura Tradicional versus Agricultura Ecológica. El Coste Territorial de La Sustentabilidad». *Agroecología* 2, n° 7 (2007): p. 7-19. Joan Marull, Joan Pinob, et al., «Social Metabolism, Landscape Change and Land-Use Planning in the Barcelona Metropolitan Region». *Land Use Policy* 27, n° 2 (2010): p. 497-510. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.07.004>. Juan Infante Amante, «Cuántos Siglos de Aceituna: El Carácter de La Expansión Olivarera En El Sur de España (1750-1900)». *Historia Agraria*, n° 58 (2012): p. 39-72. Juan Infante Amate y Manuel González de Molina, «Sustainable de-Growth' in Agriculture and Food: An Agro-Ecological Perspective on Spain's Agri-Food System (Year 2000)». *Journal of*

resulta evidente la tendencia general de la creciente insustentabilidad y pérdida de eficiencia energética generadas a partir del tránsito de una agricultura milenaria a una agricultura que aun siendo de base orgánica se tornaba cada vez más intensiva y dependiente de insumos energéticos externos al agroecosistema.³³

Para medir la sustentabilidad de los agroecosistemas se ha propuesto la contabilidad de los retornos energéticos. En nuestro análisis, partimos del modelo planteado por varios equipos de investigación que en diversas partes del mundo se han dedicado al análisis histórico de los sistemas agrarios³⁴, y que siguen la metodología general desarrollada en el contexto del proyecto internacional *Sustainable Farm Systems (SFS)*. De manera específica, el modelo básico se desarrolló a partir de la distinción propuesta por Georgescu-Roegen entre fondos y flujos, estableciendo una forma de contabilizar la transformación y circulación de la energía que caracteriza la estructura y el funcionamiento de los sistemas agrícolas desde una perspectiva agroecológica.³⁵

A partir de esta premisa, un concepto básico para el análisis socio-metabólico es el de los fondos. Estos son definidos por su capacidad para transformar los flujos biofísicos y proporcionar bienes y servicios útiles para los productores agrícolas y la sociedad, al tiempo que permite el mantenimiento de la funcionalidad de los agroecosistemas. Por tanto, los fondos solo pueden transformar los flujos de energía a una tasa determinada, ya que necesitan una inversión de energía para la reproducción

Cleaner Production, n° 38 (2013): p. 27–35. Elena Galán, Roc Padró et al., «Widening the Analysis of Energy Return on Investment (EROI) in Agro-Ecosystems: Socio-Ecological Transitions to Industrialized Farm Systems (the Vallès County, Catalonia, c. 1860 and 1999)». *Ecological Modelling*, n° 336 (2016): p. 13–25. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2016.05.012>. Joan Marull, Carme Font, et al., «Energy-Landscape Integrated Analysis of Agro-Ecosystems: How the Complexity of Energy Flows Shapes Landscape Patterns (Barcelona Province, 1860–2000)». *Ecological Indicators*, n° 66 (2016): p. 30–46.

Lucía Díez, Xavier Cussó, et al., «More than Energy Transformations: A Historical Transition from Organic to Industrialized Farm Systems in a Mediterranean Village (Les Oluges, Catalonia, 1860–1959–1999)». *International Journal of Agricultural Sustainability* 16, n° 4 – 5 (2018): p. 399–417. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/14735903.2018.1520382>.

³³ Erle Ellis, Jed Kaplan et al., «Used planet: A global history». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110, n° 20 (2013): p. 7978–7985.

³⁴ Manuel González de Molina, David Soto, et al. *The Social Metabolism of Spanish Agriculture, 1900–2008: The Mediterranean Way Towards Industrialization*. (Springer Nature, 2020). Díez, Cussó, et al., «More than Energy Transformations...». Galán, Padró et al., «Widening the Analysis...». Enric Tello, Elena Galán, et al., «Opening the Black Box of Energy Throughputs in Farm Systems: A Decomposition Analysis between the Energy Returns to External Inputs, Internal Biomass Reuses and Total Inputs Consumed (the Vallès County, Catalonia, c. 1860 and 1999)». *Ecological Economics*, n° 121 (2016): p. 160–174. <https://doi.org/doi:10.1016/j.ecolecon.2015.11.012>. Simone Gingrich, Inés Marco, et al., «Agroecosystem Energy Transitions in the Old and New Worlds: Trajectories and Determinants at the Regional Scale». *Regional Environmental Change* 18, n° 4 (2018): p. 1089–1101. <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1261-y>. Guzmán y González de Molina, «Agricultura Tradicional versus Agricultura Ecológica...»

³⁵ Nicholas Georgescu-Roegen, *Entropy Law and the Economic Process*. (Harvard: Harvard University Press, 1971).

de su capacidad y funcionamiento a lo largo del tiempo.³⁶ Los principales fondos vivos de un agroecosistema son los cultivos, el ganado, la comunidad agraria y la biodiversidad asociada a la explotación agrícola.

Los fondos proporcionan la estructura básica del agroecosistema, desde donde se pueden distinguir diferentes flujos portadores de energía según su uso, su objetivo y su origen. Son definidos por su capacidad para transformar los flujos biofísicos y proporcionar bienes y servicios útiles para los productores agrícolas y la sociedad. Los distintos flujos de energía son absorbidos y proporcionados por estos fondos, lo que abre la posibilidad de interconectarlos a través de una red de energía dotada de una complejidad e integración crecientes o, por el contrario, mantenerlos separados en cadenas de bioconversión cada vez más simples y lineales.³⁷

Antes de presentar los flujos es necesario definir algunos conceptos clave dentro del Metabolismo Social. El Producto Final (PF) comprende toda la biomasa del ecosistema de una región que puede ser usada por la comunidad local o vendida a los mercados (locales, regionales, nacionales e internacionales), incluidos los cultivos y la madera (Producción Final Vegetal) y los productos derivados de la actividad ganadera (Producción Final Animal). Los Inputs Externos (IE) comprenden la energía incorporada desde fuera del agroecosistema ya sea por medio del trabajo o por el uso de insumos energéticos industriales (maquinaria, fertilizantes minerales, pesticidas y electricidad).³⁸ La Biomasa Reutilizada (BR) comprende las reincorporaciones en los agroecosistemas como los desechos del ganado, las semillas locales o el rastrojo quemado o enterrado en los suelos.³⁹ La BR dentro del agroecosistema conlleva impactos ambientales muy distintos de los generados por los IE. De hecho, por debajo de cierto nivel, la primera contribuye al mantenimiento de la complejidad del

³⁶ Lucía Díez, José R Olarieta. y Enric Tello, «Belowground and Aboveground Sustainability: Historical Management Change in a Mediterranean Agroecosystem (Les Oluges, Spain, 1860-1959-1999)». *Human Ecology*, n° 47 (2019): 639–51. <https://doi.org/https://doi.org>. Díez, Cussó, et al., «More than Energy Transformations...»

³⁷ Díez, Olarieta y Tello, «Belowground and Aboveground Sustainability...»

³⁸ Gingrich, «Agroecosystem Energy Transitions...». Inés Marco, et al., «From Vineyards to Feedlots: A Fund-Flow Scanning of Sociometabolic Transition in the Vallès County (Catalonia) 1860–1956–1999». *Regional Environmental Change* 18, n° 4 (2018): p. 981–93. <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1172-y>. Joan Marull, «Long-Term Bio-Cultural Heritage: Exploring the Intermediate Disturbance Hypothesis in Agro-Ecological Landscapes (Mallorca, c. 1850–2012)» *Biodiversity and Conservation* 24, n° 13 (2015): p. 3217–51. Enric Tello, «A Proposal for a Workable Analysis of Energy Return On Investment (EROI) in Agroecosystems . Part I : Analytical Approach». *FF Social Ecology Working Papers* 156 (2015): p. 1 – 110. Eduardo Aguilera, et al., *Embodied Energy in Agricultural Inputs. Incorporating a Historical Perspective*. (Documentos de Trabajo de la Sociedad Española de Historia Agraria, 2015).

³⁹ Gingrich, «Agroecosystem Energy Transitions...». Galán, «Widening the Analysis...». Gloria Guzmán y Manuel González de Molina, «Energy Efficiency in Agrarian Systems from an Agroecological Perspective». *Agroecology and Sustainable Food Systems* 39, n° 8 (2015): p. 924–52.

ecosistema,⁴⁰ al propiciar la articulación territorial y al limitar la desestructuración de los ciclos locales de energía y nutrientes. Finalmente, la Producción Primaria Neta (PPN) comprende a toda la fitomasa biológicamente producida por las distintas cubiertas del suelo dentro de un agroecosistema (cultivos, pastos y bosques) e incluye la biomasa cosechada (fruto del cultivo y sus residuos) y la no cosechada (raíces y plantas adventicias asociadas).⁴¹

La PPN se expresa en la siguiente ecuación:

$$PPNt = PfVt + BRt + BnCt$$

Donde:

PfVt =Producción final vegetal

BRt =Biomasa Reutilizada

BnCt = Biomasa no cosechada

Siguiendo los trabajos de Díez et al.; Guzmán et al. ; Guzmán y González de Molina, Galán et al.; Tello et al. ⁴² contabilizamos los flujos energéticos socioeconómicos y agroecológicos. Los primeros permiten analizar el agroecosistema desde una perspectiva socioeconómica, vinculando a los portadores de energía producidos por el agroecosistema para el consumo humano, con la energía intencionalmente invertida por la comunidad agraria y la sociedad a la que pertenece. Los segundos consideran la productividad fotosintética completa del agroecosistema (NPP y sus flujos de salida y entrada) más allá de la biomasa apropiada por el ser humano, permitiendo medir también el espacio disponible para la biodiversidad asociada y la provisión de servicios ecosistémicos⁴³.

Desde un punto de vista socioeconómico, el EROI Final (FEROI) mide la eficiencia de los agroecosistemas como portadores de energía para satisfacer las necesidades de la sociedad (alimentos, combustibles, materias primas) tomando en

⁴⁰ Gingrich, «Agroecosystem Energy Transitions...»

⁴¹ Díez, et al., «More than Energy Transformations...»

⁴² Díez, et al., «More than Energy Transformations...». Gloria Guzmán, et al. «Spanish Agriculture from 1900 to 2008: A Long-Term Perspective on Agroecosystem Energy from an Agroecological Approach». *Regional Environmental Change* 18, n° 4 (2018): p. 995–1008. Gloria Guzmán y Manuel González de Molina, *Energy in Agroecosystems. A Tool for Assessing Sustainability*. (Florida, USA: CRC Press, 2017). <https://doi.org/10.1201/9781315367040>. Galán, et al., «Widening the Analysis...». Tello, et al., "A Proposal for a Workable Analysis..."

⁴³ Díez, et al. «More than Energy Transformations...».

cuenta la inversión total realizada por los agricultores con respecto a los insumos totales consumidos tanto externos (EI) como internos (BR)⁴⁴.

$$FEROI = \frac{\text{Producción Final}}{\text{Biomasa reusada + Insumos Externos}}$$

El FEROI se divide en EROI Final Interno (IFEROI) si se trata de la biomasa producida por el agroecosistema y reinvertida en este por parte de los agricultores (BR), y en EROI Final Externo (EFEROI) si se trata de insumos externos de energía (EI) que la sociedad y los productores agrícolas invierten en el agroecosistema desde el exterior.⁴⁵ De acuerdo con Urrego, el IFEROI da cuenta del retorno energético del esfuerzo realizado por los agricultores para reutilizar los flujos de biomasa para reproducir los fondos vivos del agroecosistema.⁴⁶ El IFEROI es entonces la relación entre la PF y la BR. De acuerdo con Guzmán y González de Molina, se refiere a la eficiencia con que la biomasa reciclada intencionalmente se transforma en un producto útil para la sociedad⁴⁷.

$$IFEROI = \frac{\text{Producción Final}}{\text{Biomasa Reusada}}$$

El EFEROI por su parte brinda información sobre la capacidad del sistema agrario para proporcionar a la sociedad más energía que la que recibe y también muestra la dependencia de los IE en el funcionamiento de los agroecosistemas. En nuestra investigación, el EFEROI es la relación entre el PF y los IE, considerando la mayoría de los insumos de energía que se contabilizan en los análisis tradicionales de energía agrícola, pero excluyendo los insumos locales de alimento o el estiércol.

$$EFEROI = \frac{\text{Producción Final}}{\text{Insumos Externos}}$$

Desde una perspectiva agroecológica, el PPN-EROI evalúa el retorno energético total del agroecosistema más allá de la perspectiva de la provisión humana.

$$PPN\ EROI = \frac{PPN}{\text{Insumos Externos + Biomasa Reusada + No Cosechada}}$$

⁴⁴ Alexander Urrego-Mesa, "The Social Metabolism of Tropical Agriculture: Agrarian Extractivism in Colombia (1916–2016)", (Tesis de Doctorado en Historia Económica, Universitat de Barcelona, 2021)

⁴⁵ Díez, «More than Energy Transformations...».

⁴⁶ Urrego, "The Social Metabolism of Tropical Agriculture...".

⁴⁷ Guzmán y González de Molina, *Energy in Agroecosystems*.

A efectos de nuestra investigación, y siguiendo lo propuesto por Diez y Urrego⁴⁸ calculamos el EROI Agroecológico Final (AFEROI) que se diferencia del FEROI porque contempla la biomasa no cosechada por la sociedad, es decir, la que queda en el agroecosistema. Se asume por lo tanto, que la producción final es el resultado de un proceso común entre la intervención humana y la naturaleza.

$$AFEROI = \frac{\text{Producción Final}}{\text{No Cosechada} + \text{Biomasa Reusada} + \text{Insumos Externos}}$$

Asimismo, obtuvimos el EROI Biodiversidad (Bio-EROI) el cual proporciona una medida de la capacidad del agroecosistema para mantener la biodiversidad asociada a la unidad productiva a través de la disponibilidad de flujos de biomasa no asignados por los seres humanos por unidad del total de portadores de energía. Estos fluyen a través del agroecosistema convirtiéndose en insumos para todos los seres vivos heterótrofos no domésticos, es decir, la fauna de los ecosistemas circundantes a la explotación agropecuaria.

$$Biod. EROI = \frac{\text{No Cosechada}}{\text{No Cosechada} + \text{Biomasa Reusada} + \text{Insumos Externos}}$$

Los indicadores socioeconómicos y agroecológicos antes expuestos permiten explicar los cambios y permanencias en el perfil material de los agroecosistemas y sus interacciones con su entorno ecológico y social a través del tiempo.

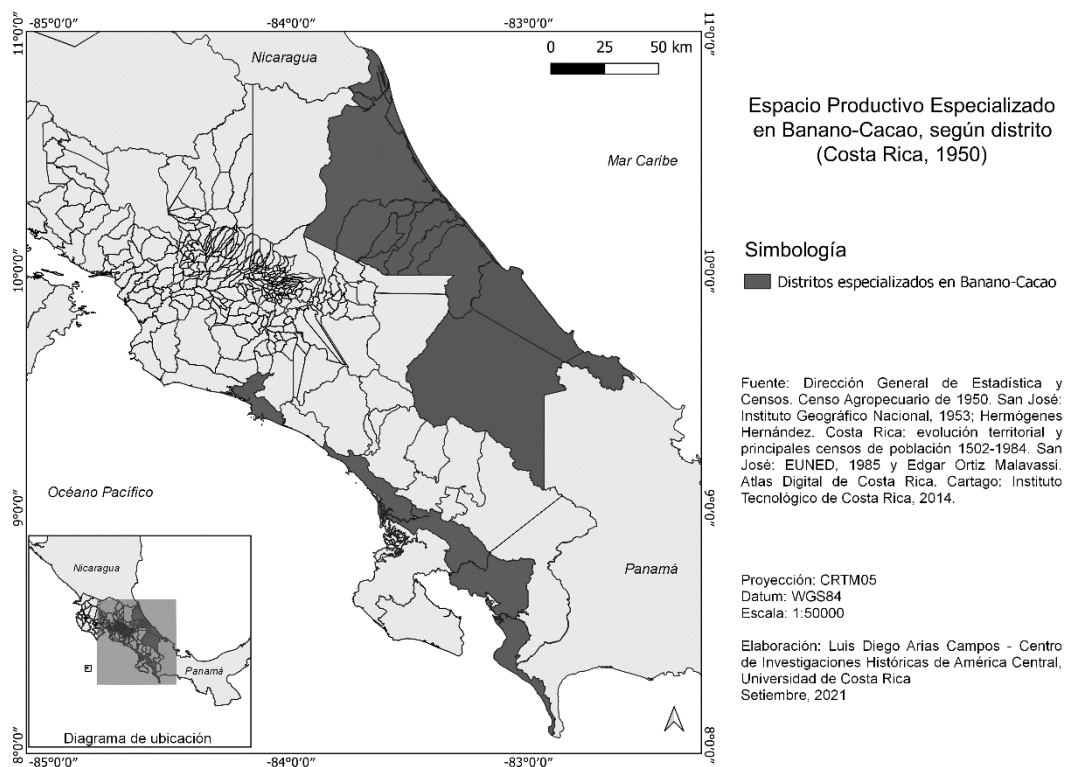
1.2 FUENTES Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS

El Espacio Productivo Especializado en banano y cacao (EPE_BC) se construyó a partir de la regionalización agrícola del Censo Agropecuario de Costa Rica de 1955. Dicho Censo organizó la información en función de cuatro regiones agrícolas: 1) café-caña, 2) leche, 3) cereales-ganadería y 4) banano-cacao estableciendo los cantones y distritos especializados en estos cultivos o actividades. La región bajo estudio se

⁴⁸ Diez, et al., «More than Energy Transformations...». Urrego, "The Social Metabolism of Tropical Agriculture...".

conformó por 3 cantones y 4 distritos de la provincia de Puntarenas, y la totalidad de la provincia de Limón, lo cual es, de entrada, un claro indicador de la especialización productiva en banano y cacao de esta provincia caribeña. A partir de dicha regionalización, y con el objetivo de comparar los cambios o continuidades de dicho espacio, proponemos un análisis retrospectivo considerando el Censo Agrícola de 1973. La comparación de estos dos momentos es pertinente porque la agricultura costarricense estaba atravesando por un proceso de modernización capitalista guiada por la Revolución Verde.

Figura 1. Costa Rica: EPE_Banano-cacao (año base:1955)



Fuente: elaboración propia.

Para calcular los retornos energéticos organizamos los datos en una matriz. Como interesa conocer la dinámica de todo el agroecosistema, recogimos información sobre superficie (hectáreas) y producción (toneladas) de los principales cultivos agrícolas del EPE_BC, así como de pastos y bosques. El uso de suelo forestal contempló los bosques arbolados y los charrales. Se obtuvo la producción, la productividad y la caja forestal, esta última indica cuánto del recurso fue destinado a

leña, madera, postes o deforestación. Primero se calculó en toneladas y luego, a partir de un factor de conversión, en terajulios. El uso de suelos pastoriles contempló tanto el área dedicada a los pastos mejorados (o introducidos) como aquellos de baja productividad. Posteriormente, homogenizamos los datos en unidades energéticas; la producción se transformó en terajulios y la productividad en gigajulios por hectárea (GJ/ha).

La estimación del destino final de la producción en terajulios se obtuvo de los factores desarrollados en el marco del proyecto *Sustainable Farm System (SFS)*⁴⁹. El valor nos indica cuánto porcentaje de la producción final se destinó a consumo humano o animal, cuánto se reusó en el agroecosistema y cuánto no fue cosechado. También recogimos datos sobre la composición de la cabaña ganadera con respecto a su tamaño (número de cabezas) y su productividad en carne, leche, cebo y cueros (Kg mf/cabeza). Ambas variables permitieron calcular la producción en gigajulios/cabeza a través de un factor de conversión. Asimismo, obtener valores sobre la caja ganadera la cual nos indica el ganado demandado y disponible en terajulios como unidad energética. La información anterior se obtuvo de los censos agrícolas mencionados, aunque, como señalamos, hubo un trabajo sistemático de homogenización de datos.

Con respecto a la información para contabilizar los IE se recurrió a distintas fuentes. Las revistas agrícolas y la Memorias del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) permitieron contabilizar la cantidad de fertilizantes -concretamente dosis de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) o NPK-, utilizadas en la década de 1950 y 1970⁵⁰. Nos basamos principalmente en los ensayos realizados en los campos experimentales del MAG y en algunas fincas de productores privados. Si bien sabemos que estos ensayos se refieren a dosis recomendadas, y no necesariamente todos los productores fertilizaron ni utilizaron esta dosis, creemos que es la mejor vía para reconstruir el proceso de fertilización. Cuando se encontró varias referencias sobre fertilización de un mismo cultivo obtuvimos promedios. Utilizamos como unidad de medida los kilogramos /ha.

⁴⁹ Todos los factores que mencionemos de aquí en adelante fueron tomados del programa SFS. La matriz de datos para el cálculo de los EROIS fue proporcionada por el Dr. Juan Infante.

⁵⁰ Como esta información es difícil de obtener revisamos las revistas agrícolas y memorias del MAG de 1950 a 1959 y de 1970 a 1985 para poder tener la información más precisa sobre fertilizantes utilizados en el campo costarricense.

Con respecto al riego, recurrimos a los censos agropecuarios. El Censo de 1955 permitió recolectar la información por cantón y distrito. Fue posible conocer la extensión con riego según uso del suelo (cultivos anuales, cultivos permanentes, potreros y repastos). Si bien en la matriz la información es por cultivo, es fácil determinar cuáles son permanentes o de labranza ya que el propio censo lo indica. Debimos partir de esta información más global para asignar los valores. En el Censo de 1973 los datos sobre riego se dan por cultivo y por provincia. En este caso, tomamos los valores de riego para las provincias en las que se desarrollan el banano y el cacao como cultivos predominantes (Limón y Puntarenas) y que a su vez conforman el propio Espacio Productivo bajo análisis.

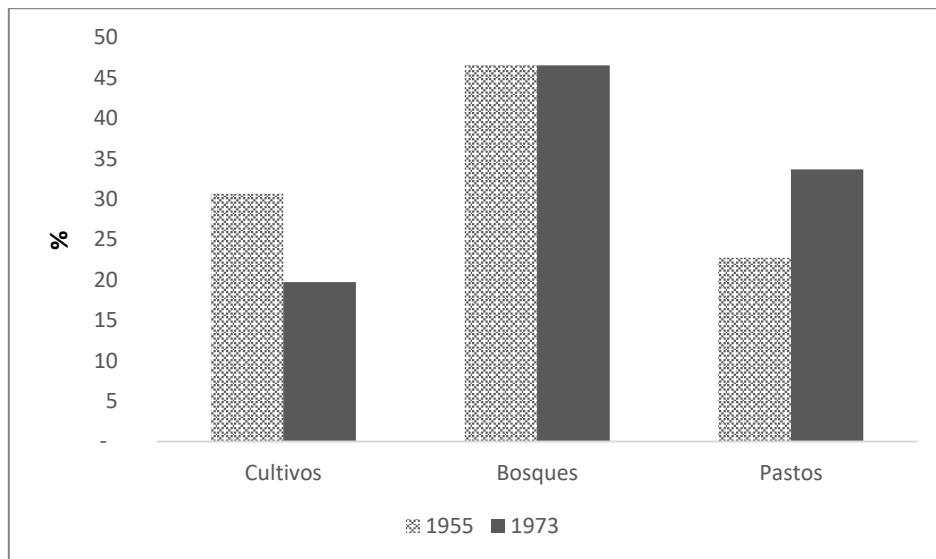
Los Censos también permitieron reconstruir lo que podríamos llamar el parque tecnológico. En ambos censos la información se encuentra a escala cantonal. Contamos con el número de explotaciones totales y el número de explotaciones con acceso a maquinaria (arados, cosechadoras, trilladoras, picadoras de pasto y tractores). Esto nos permitió obtener un promedio cantonal y regional del uso de tecnología. Esta información se complementó con datos sobre fuerza motriz suministrada también por los censos a escala cantonal. El Censo de 1955 contempla el número de fincas que utilizaron fuerza animal, fuerza mecánica, ambas, y trabajo humano. El Censo de 1973 aborda las mismas categorías con la ventaja de que también incorpora la energía eléctrica. En función de la proporción de artefactos tecnológicos pudimos completar la matriz de datos, la cual organiza la categoría maquinaria en tres subcategorías: machete, mochila y tractor. La primera se refiere a agricultura tradicional, la segunda a agricultura en transición y la tercera a agricultura mecanizada. Finalmente, la información sobre horas de trabajo se obtuvo de los informes de costos de producción desarrollados principalmente por el MAG o instituciones vinculadas al fomento de algunas actividades agrícolas.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1 Usos del suelo y arreglos territoriales

El EPE_BC está integrado por distritos ubicados mayoritariamente en las provincias de Limón y Puntarenas, los cuales históricamente se dedicaron a la agricultura, ganadería y explotación forestal (Gráfico 1).

Gráfico 1. Usos del suelo en el EPE_BC (1955 y 1973)

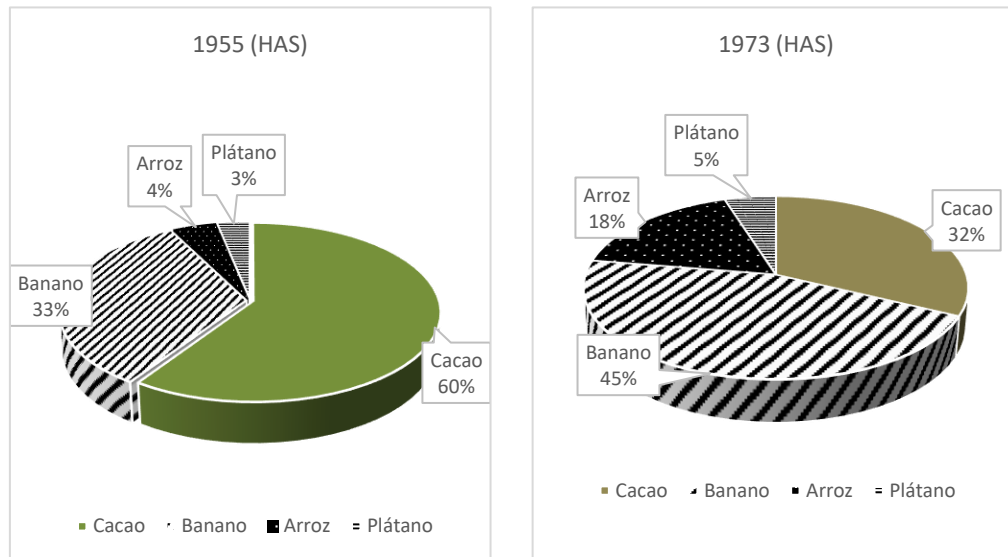


Fuente: Elaboración propia a partir de Censos Agropecuarios (1955 y 1973).

El bosque fue el uso del suelo más importante en todo el período analizado, la participación porcentual del área dedicada a los cultivos decreció significativamente, mientras que los pastos para la ganadería crecieron casi en idéntica proporción a la reducción del área cultivada. A pesar del predominio del bosque y de la cantidad significativa de tierras de labranza, la evolución territorial de los principales cultivos del EPE_BC muestra que ya desde 1955 el agroecosistema de la región era escasamente biodiverso en términos de sus arreglos territoriales.

A lo largo del período de estudio, el banano y el cacao dominaban con claridad el paisaje agrario del EPE_BC. Esta visible especialización en productos agrarios de exportación dominados por el capital transnacional no implicaba una ausencia absoluta de otros cultivos comerciales y de subsistencia (Gráfico 2).

Gráfico 2. Usos del suelo agrícola (%) en el EPE_BC por principales cultivos (1955 y 1973)



Fuente: Elaboración propia a partir de Censos Agropecuarios (1955 y 1973).

El cultivo del banano comenzó en Panamá en la década de 1860, pero su comercialización a gran escala manejada por compañías transnacionales se consolidó con el establecimiento de la *United Fruit Company (UFCo.)*, en 1899. La UFCo. manejó gran parte de la industria bananera en Costa Rica, Panamá y Guatemala.

Si bien la actividad inició desde el último tercio del siglo XIX en manos de pequeños productores, a principios del siglo XX pasó a manos de grandes empresas capitalistas. La mayor parte de las plantaciones bananeras ocuparon tierras escasamente transformadas, localizadas en las planicies aluviales de los valles de los ríos que desembocan en el Caribe. Las plantaciones se fueron extendiendo en la medida en que las compañías fruterías iban consolidando sus mercados, principalmente en los Estados Unidos.⁵¹

A pesar del innegable peso que tendría la Revolución Verde en el desarrollo del cultivo bananero, la dependencia del incremento del área cultivada estuvo presente desde sus estadios iniciales, una lógica que claramente se encontraba aun

⁵¹ John Soluri, *Banana Cultures. Agriculture, Consumption and Environmental change in Honduras and the United States*. (Austin: University of Texas Press, 2005). Ronny Viales y Andrea Montero, «Una aproximación al impacto ambiental del cultivo del banano en el Atlántico/Caribe de Costa Rica.(1870-1930)», en *Costa Rica: cuatro ensayos de historia ambiental*, editado por Ronny Viales y Anthony Goebel (San José: Sociedad Editora Alquimia 2000, 2011): p. 83-124.

fuertemente presente en el período que aquí se analiza. Conforme las enfermedades del banano (Mal de Panamá y Sigatoka) fueron atacando las plantaciones, las compañías fruteras aplicaron la lógica de abandonar los cultivos enfermos y cultivar en nuevos territorios. En un contexto de frontera agrícola abierta, los gobiernos liberales centroamericanos otorgaron grandes concesiones de tierra a las compañías bananeras para impulsar el cultivo. Esto fue lo que permitió a empresas como la UFCo. trasladar sus operaciones de la vertiente Caribe a la vertiente Pacífico en varios países Centroamericanos en la década de 1930.

En el caso costarricense, este traslado trajo consigo una pérdida de dinamismo de la actividad bananera en la región Atlántico/Caribe, lo que no implicó, sin embargo, un destierro del cultivo, sino más bien una reconversión productiva y un proceso de neo-colonización agrícola. Según lo han analizado Viales y Montero, el paisaje bananero se comenzó a desdibujar con la aparición de nuevas actividades económicas (cacao, explotación forestal y ganadería),⁵² que pierden fuerza con la apertura de un nuevo ciclo bananero hacia 1960, reinstaurándose el predominio de la fruta.⁵³ Esta lógica se evidencia en el crecimiento territorial del cacao en 1955, y la recuperación territorial del banano en 1973 que muestran los datos.

El cacao fue concebido desde mediados del siglo XVII como una alternativa ante la crisis del comercio con Panamá y la disminución de la población indígena.⁵⁴ Al no cumplir con las expectativas de sus promotores, el comercio ilegal con los piratas ingleses y los zambos mosquitos se convirtió en la mejor salida de los productores para la colocación del cacao. Hacia finales del siglo XIX, el cacao resurge como producto de exportación de importancia adquiriendo un notable dinamismo que se mantuvo a lo largo de nuestro período de estudio.⁵⁵

La evolución del EPE_BC desde los usos del suelo agrícola, nos permite caracterizar al agroecosistema de este espacio productivo como uno especializado y

⁵² Ronny Viales, *Después del enclave 1927-1950: un estudio de la Región Atlántica costarricense*. (San José, Costa Rica: EUCCR, 1998). Ronny Viales, «La coyuntura bananera, los productos 'complementarios' y la dinámica productiva empresarial para la exportación de la *United Fruit Company* en el Caribe costarricense. 1883-1934». *Revista de Historia* 44 (2001): p. 69-119. Montero y Viales, «Una aproximación al impacto ambiental del cultivo del banano en el Atlántico/Caribe de Costa Rica durante el segundo ciclo bananero...».

⁵³ Montero y Viales, «Una aproximación al impacto ambiental del cultivo del banano en el Atlántico/Caribe de Costa Rica durante el segundo ciclo bananero...».

⁵⁴ Elizabeth Fonseca y Claudia Quirós, *Economía colonial y formación de las estructuras agrarias*, (San José: Universidad de Costa Rica, Cátedra Historia de las Instituciones de Costa Rica, 1993): p.34.

⁵⁵ Juan Rafael Quesada Camacho, «Comercialización y Movimiento Coyuntural del cacao». *Revista de Historia* 3, n° 6 (1978): p 71.

escasamente biodiverso, y que sin embargo no parece haberse simplificado en términos de sus arreglos territoriales, e inclusive aumentó levemente su complejidad. Sin embargo, como veremos, una lectura energética nos ofrece una visión distinta, y que pone en jaque a la propia especialización productiva regional.

2.2 PRODUCCIÓN PRIMARIA NETA (PPN) DE LOS CULTIVOS

La PPN corresponde, como mencionamos anteriormente, a toda la fitomasa biológicamente producida por las distintas cubiertas del suelo dentro de un agroecosistema (incluyendo la biomasa cosechada y no cosechada). La producción energética de los cultivos permite explicar los cambios y permanencias en el perfil socio-ecológico del agroecosistema. La Tabla 1 muestra que, en términos absolutos, el aporte energético del banano es el mayor responsable del incremento sustancial de la PPN de los cultivos en el período analizado, al pasar de 1101,1 terajulios en 1955 a 3760,6 terajulios en 1973.

De hecho, la fruta concentra la mayor parte de la producción de biomasa en los dos años analizados.

Tabla 1. PPN de los cultivos agrícolas en el EPE_BC, años 1955 y 1973 (terajulios)

Cultivos	1955 (TJ)	1973 (TJ)
Maíz	13,5	110,6
Frijol	3,1	6,5
Arroz	18,7	320,1
Papa	-	-
Cacao	89,1	64,1
Plátano	134,1	1,8
Guineo		
Cuadrado	43,1	0,3
Banano	1101,1	3760,6
Caña de azúcar	56,4	56,2
Café	0,1	9,4
TOTALES	1459,2	4329,6

Fuente: Elaboración propia a partir de Censos Agropecuarios (1955 y 1973).

Este incremento en la PPN del banano, parece ser producto de la combinación entre la alta densidad energética del cultivo, si se le compara con otros

territorialmente relevantes como el propio cacao, la expansión y predominio territorial, y la intensificación productiva.

El arroz se constituyó en el segundo portador energético en importancia. Aunque muy distante del banano, su aporte energético creció de manera espectacular, al pasar de 18,7 terajulios en 1955 a 320,1 terajulios en 1973, aunque como se observa su punto de partida es notoriamente bajo. El crecimiento del grano parece guardar una relación estrecha con la expansión territorial, especialmente en el Pacífico Central y Sur del país, por lo que la intensificación productiva a través de la incorporación de insumos energéticos externos, como los agroquímicos, los tratamientos y el trabajo mecánico, solo parecen haber jugado un papel parcial.

El tercer producto en importancia en su aporte energético y que experimentó un crecimiento notable fue el maíz, al pasar de 13,5 terajulios en 1955 a 110,6 terajulios en 1973. Al parecer dicho crecimiento tuvo una menor relación con la expansión del cultivo, que no fue tan acusada como en otros productos. El maíz, destinado principalmente al mercado doméstico, atravesó temprano por intentos de cambio varietal promovidos por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) en cooperación con el MAG y agencias estadounidenses.

Aún más distante en lo que a producción energética se refiere, encontramos al cacao, que, a pesar de ser el segundo producto en importancia en términos territoriales, tiene un peso bajo como portador energético (baja densidad energética). De hecho, su aporte de biomasa decreció, al pasar de 89,1 terajulios en 1955 a 64,1 terajulios en 1973.

La caña de azúcar, por su parte, mantuvo intacto su aporte energético en el lapso temporal analizado (56,4 terajulios en 1955 y 56,2 terajulios en 1973). Dada la elevada densidad energética del cultivo cañero, la relación fuerte entre el estancamiento territorial y el energético parece evidenciar la ausencia de un proceso de intensificación productiva en este cultivo.

Otros productos tradicionales y orientados claramente hacia el autoconsumo o comercialización excedentaria como el plátano y el guineo cuadrado presentaron tendencias al decrecimiento, lo que no parece dejar dudas del abandono creciente de

la agricultura de base orgánica asentada en el policultivo, pero también parece arrojar luz sobre su carácter exiguo en términos territoriales mucho antes del año de inicio de nuestro análisis. Las cadenas de bioconversión eran ya simples y lineales desde el primer año analizado (presumiblemente antes) por el predominio abrumador del banano en la producción de biomasa.

En resumen, el banano representa el 75,46% de toda la biomasa producida por la región en 1955 y el 86,86% en 1973. En 1955 el banano y el plátano suman 84,65% de la PPN, mientras que en 1973 el banano y el arroz suman 94,25% de la PPN. La participación de los demás productos es insignificante, y en la mayor parte de los casos decreciente (con la excepción del cacao en 1955 que representó el 6,11% de la PPN). De este modo, el EPE_BC en términos energéticos es en realidad un Espacio Productivo Especializado en Banano, donde el plátano adquirió alguna relevancia en 1955 y el arroz en 1973.

2.3 FLUJOS

La tabla 2 resume los principales resultados de los flujos energéticos en el EPE_BC en los dos momentos analizados.

Tabla 2. Flujos energéticos del EPE_BC (1955 y 1973)

		1955		1973	
PPN		16.173		40.519	
Biomasa cosechada	no	11 294,4	70%	27477,5	68%
Producción Total		4972,9		13316,46	
Producción Total	Final	1413,20		3959,96	
	Producción Final Vegetal	1 319,07	93%	3685,20	93%
	Producción Final animal	94,13	7%	274,76	7%
Biomasa Reusada		3559,7		9356,5	
	Alimento Animal	2 282,95	64%	5050,82	54%
	Semillas	137,00	4%	425,62	5%
	Abono verde	1 139,78	32%	3880,10	41%
				-	

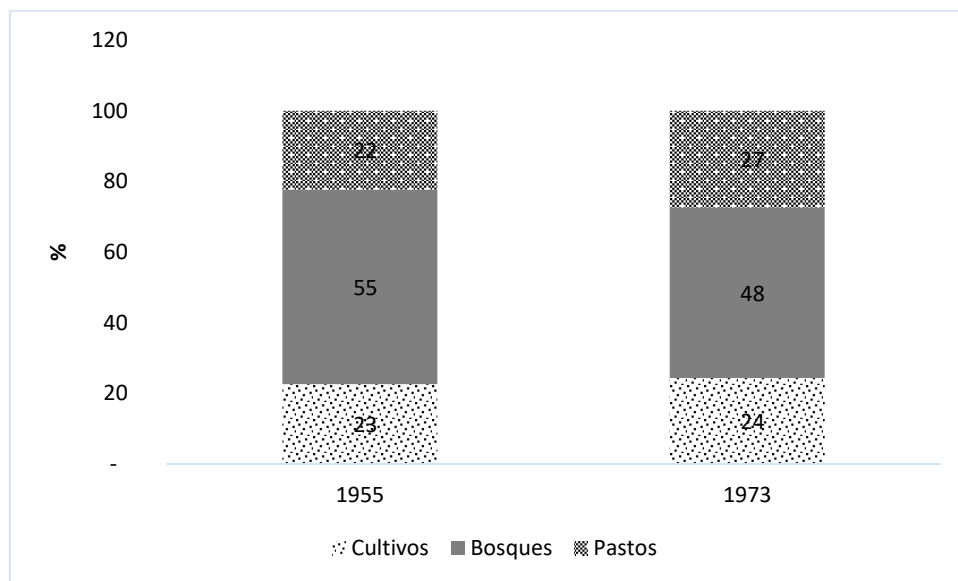
Anthony Goebel Mc Dermott, Andrea Montero Mora

		1955	1973		
Insumos externos	IE Total	255		355	
	Trabajo Humano	0,00	0%	1	1%
	Maquinaria	0,00	0%	0,00	0%
	Fertilización	255	100%	354,00	99%
	Tratamientos	0,00	0%	0,00	0%
	Riego	0,00	0%	0,00	0%
Inputs Totales		3815	9711		

Fuente: elaboración propia a partir de fuentes citadas en el texto.

En 1955 el EPE_BC ya había atravesado por un claro proceso de agriculturización. Sin embargo, los bosques se constituyeron en la principal fuente de producción de biomasa a lo largo de todo el período analizado. En casi dos décadas el aumento de los cultivos fue exiguo (cerca de 2 puntos porcentuales); los pastos observaron un comportamiento similar, al crecer cerca de 5% en su producción de biomasa, mientras que los bosques fueron el único tipo de aprovechamiento que, aun siendo predominante, tendió a decrecer proporcionalmente (55,1% a 48,3%) aunque el área de explotación forestal creció más de dos veces (Gráfico 3). Como se observa, la composición de los flujos de energía de la región no cambió demasiado en su estructura a pesar del notable crecimiento que experimentó la PPN en su conjunto.

Gráfico 3. EPE_BC: PPN por tipo de aprovechamiento (%)

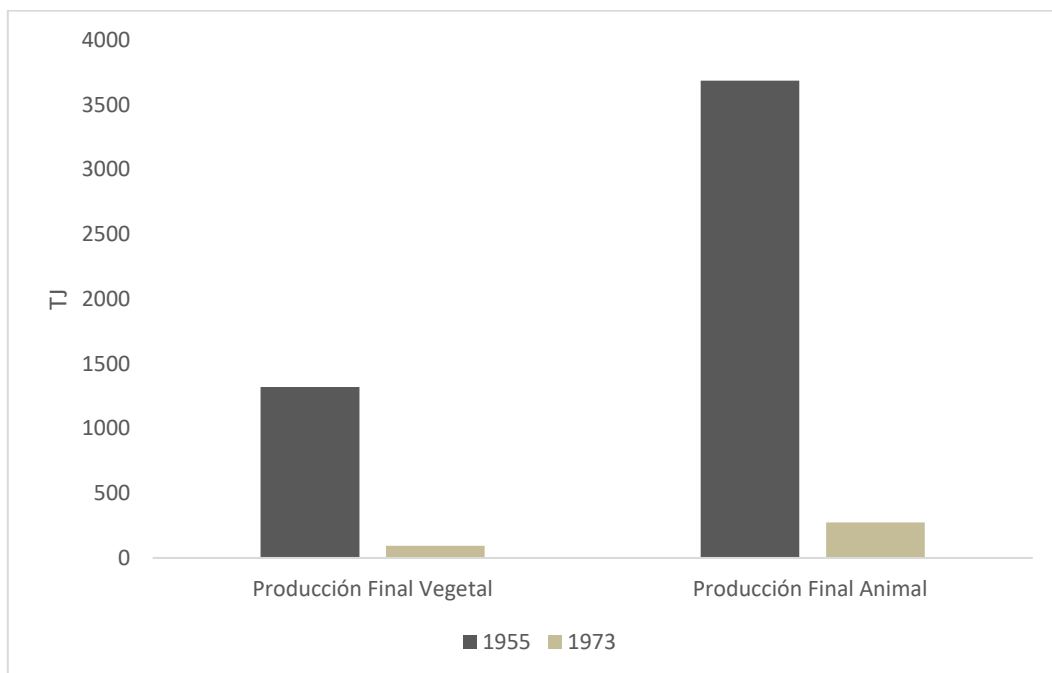


Fuente: Elaboración propia a partir de Censos Agropecuarios (1955 y 1973).

En 1955 la Producción Final (PF) se atribuyó de manera abismal más a la Biomasa Reutilizada (BR) que a la Producción Total (PT) (71,58% y 28,41% respectivamente) tendencia que se mantuvo en 1973 cuando la BR representó el 70% y la PT el 30%. La producción energética del ganado, a pesar de su espectacular crecimiento en número de cabezas a lo largo del período (de 38 000 cabezas en 1955 a 108 000 en 1973), representaba una parte relativamente muy baja de la PF a lo largo del período analizado. Los datos nos muestran con claridad la relación entre una cantidad creciente de ganado que consumía cada vez más pasto del agroecosistema, pero cuya producción en términos energéticos era exigua.

Esto se evidencia en el hecho de que, en 1955, la PF Vegetal, que comprende la producción energética de cultivos y bosques era de 1319,07 terajulios, lo que representa un 93% de la PF total. La PF Animal de ese mismo año, que comprende toda la producción energética de la cabaña ganadera (carne, leche, cueros y sebo) apenas alcanzaba los 94,13 terajulios, un 7% de la PF total. Estas proporciones se mantuvieron idénticas a lo largo de nuestro período de estudio, pero en términos absolutos los dos componentes de la PF experimentaron un crecimiento sustancial (Gráfico 4).

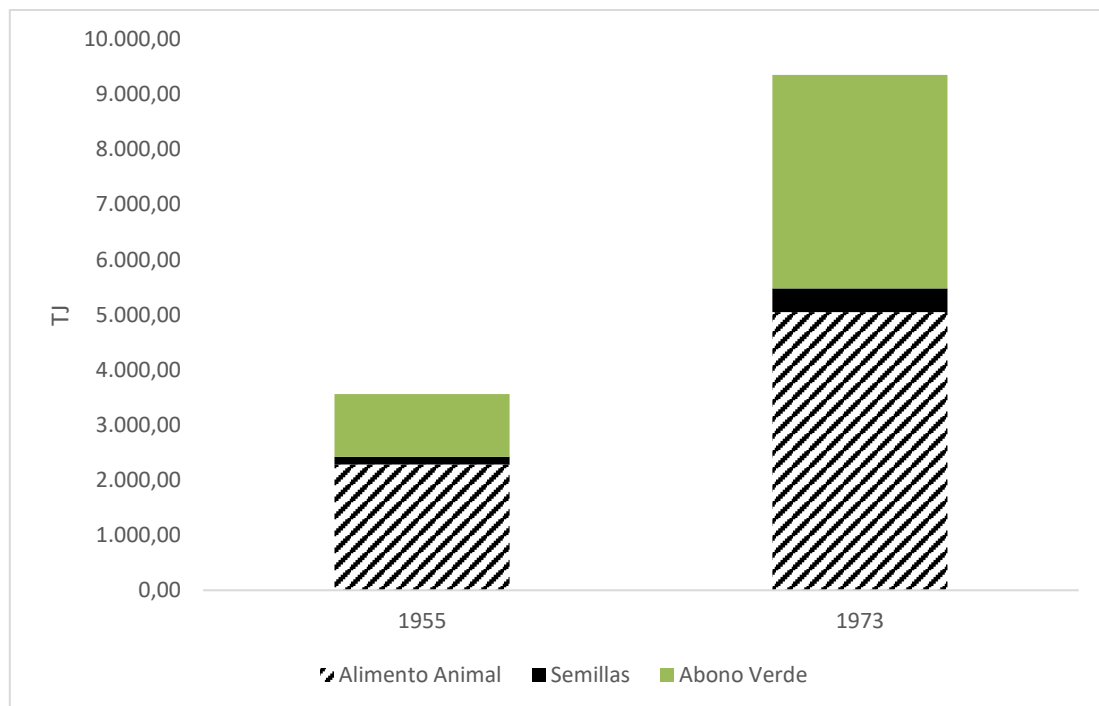
Gráfico 4. Producción final (PF) en el EPE_BC (1955 y 1973) (TJ)



Fuente: Elaboración propia a partir de Censos Agropecuarios (1955 y 1973).

La mayor parte de la BR corresponde a la alimentación animal, en forma de pasto, aunque con una tendencia ligeramente decreciente (64% en 1955 y 54% en 1973), mientras otros componentes de la BR como las semillas obtenidas del propio agroecosistema para la reproducción de la agricultura, representaban un 4% en 1955 de la BR total, y un 5% en 1973, claramente opacadas por los pastos para la ganadería (Gráfico 5).

Gráfico 5. Biomasa Reutilizada (BR) en el EPE_BC (1955 y 1973) (TJ)



Fuente: Elaboración propia a partir de Censos Agropecuarios (1955 y 1973).

Con respecto al abono verde, su participación en la BR era considerable ya para 1955, cuando ascendía 1139,78 terajulios (32% de la BR total). Hacia 1973, mostró un crecimiento sostenido que le ubica en un 41% de la BR total (3880,10 terajulios), coincidente con el proceso de expansión de la agricultura comercial en la región que se explicó con anterioridad.

De esta manera, hacia 1973 la agricultura no se había industrializado por completo en un espacio productivo dominado por la agricultura de exportación y específicamente por la producción bananera, mientras que la ganadería, en franco

crecimiento, continuaba requiriendo de ingentes cantidades de pastos provenientes del agroecosistema.

El reemplazo de la BR por los IE no tuvo lugar en el período analizado, aunque claramente el crecimiento de los IE avanzaba de manera lenta pero inexorable, siempre a un ritmo menor que el de la BR.

2.4 LAS TASAS DE RETORNO ENERGÉTICO (EROIS) Y LA (IN)EFICIENCIA DEL AGROECOSISTEMA DEL EPE_BC

El análisis de los EROIS socioeconómicos, dejan en evidencia el carácter transicional del EPE_BC, en lo que a la modernización capitalista guiada por la Revolución Verde se refiere. En este sentido, el FEROI, flujo que permite medir la eficiencia de los agroecosistemas como portadores de energía para satisfacer las necesidades de la sociedad, se mantuvo bajo y relativamente estancado a lo largo de todo el período (Tabla 3 y Gráfico 6). Esto se explica parcialmente por el hecho de que la BR nunca fue reemplazada por los IE. El FEROI, de esta manera, muestra una ineficiencia general y sostenida del agroecosistema, donde por cada unidad de energía (terajulios) invertida se obtenía menos de la propia unidad. Esto a partir de una relación deficiente entre la PF y los Insumos Totales (BR+IE) con un peso excesivo de la BR y unos IE reducidos.

Tabla 3. EROIS del EPE_BC (1955-1973)

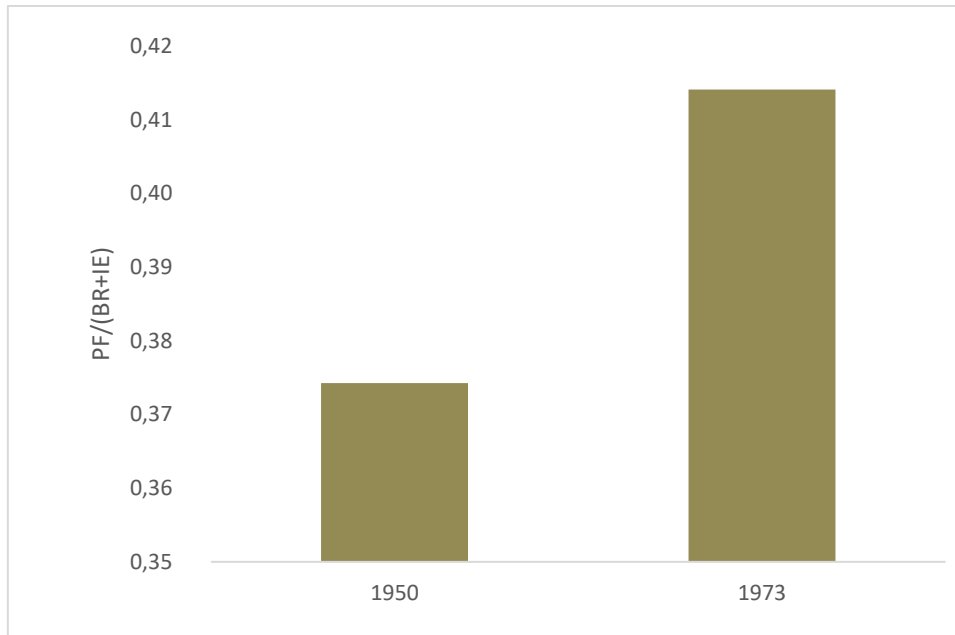
	1955	1973
Final EROI (FEROI)	0,37	0,41
External Final EROI (EFEROI)	5,54	11,16
Internal EROI (IFEROI)	0,40	0,42
NPP EROI	1,07	1,09
Biod. EROI	0,75	0,74
AFEROI	0,09	0,11

Fuente: elaboración propia a partir de fuentes citadas en el texto.

El comportamiento del EFEROI por su parte, muestra una relación que no solo es positiva, sino que se duplica en el período analizado (Gráfico 7).

Anthony Goebel Mc Dermott, Andrea Montero Mora

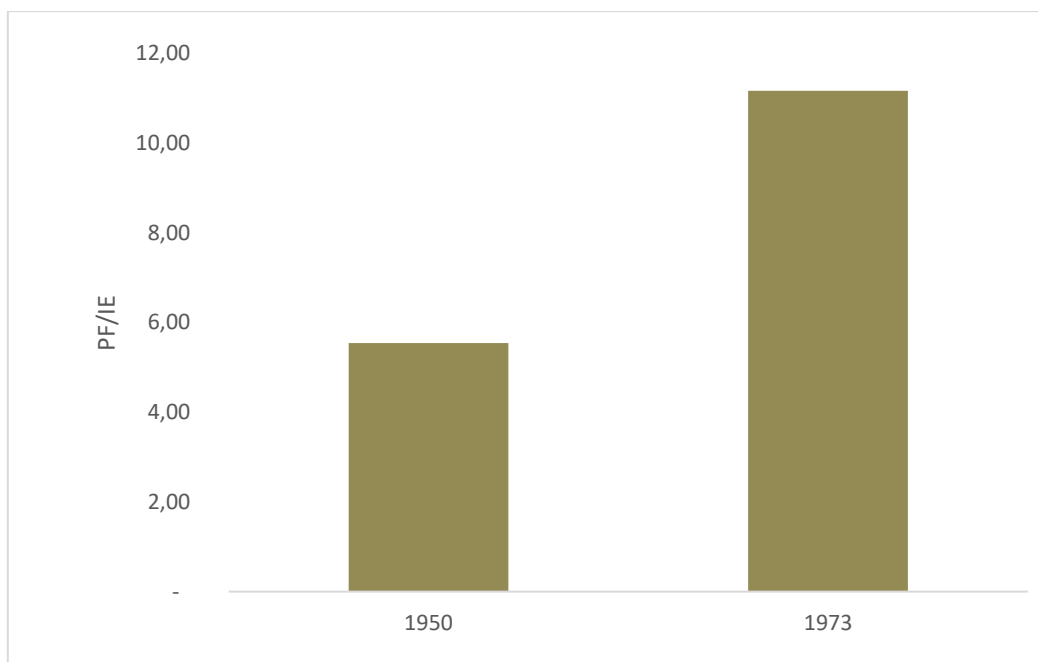
Gráfico 6. EROI Final (FEROI) en el EPE_BC (1955 y 1973)



Fuente: elaboración propia a partir de fuentes citadas en el texto.

Todo parece indicar que la eficiencia del retorno de la energía proveniente de fuentes externas se relaciona de manera directa con la expansión territorial de la actividad bananera (y la alta densidad energética del cultivo) y el crecimiento ralentizado de los insumos externos, es decir, de la dependencia mayoritaria de la BR para la reproducción del agroecosistema.

Gráfico 7. EROI Externo (EFEROI) en el EPE_BC (1955 y 1973)

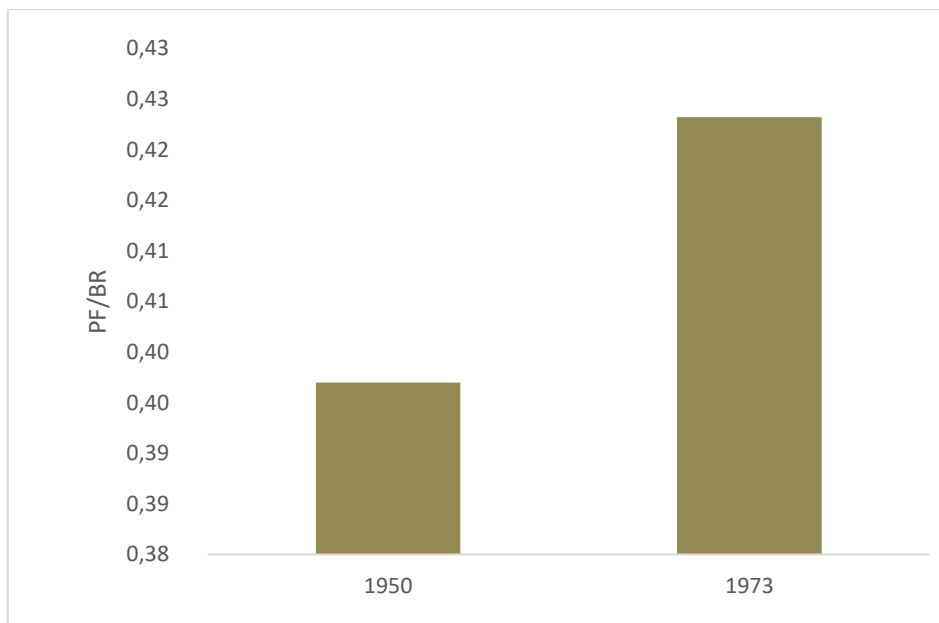


Fuente: elaboración propia a partir de fuentes citadas en el texto.

Estas tendencias no deben leerse como una simple mejora de la eficiencia agraria, sino como un cambio estructural que mejoró el retorno energético de los IE. No obstante, este se hizo con dos procesos altamente impactantes en términos medioambientales. Por un lado, el crecimiento de la cabaña ganadera y, por otro, mediante la ampliación del área cultivada de banano, mayor productor de biomasa regional y a la vez responsable primario de la pérdida de biodiversidad en el agroecosistema.

El IFEROI, la relación entre PF y la BR que mide la eficiencia con que la biomasa reciclada intencionalmente se transforma en un producto útil para la sociedad, se mantuvo baja y virtualmente estancada en el período analizado, (Gráfico 8) manteniendo un comportamiento similar al FEROI. Su tendencia a la baja se explica mayoritariamente por el exceso de BR en forma de pasto para la alimentación animal.

Gráfico 8. EROI Interno (IFEROI) en el EPE_BC (1955 y 1973)



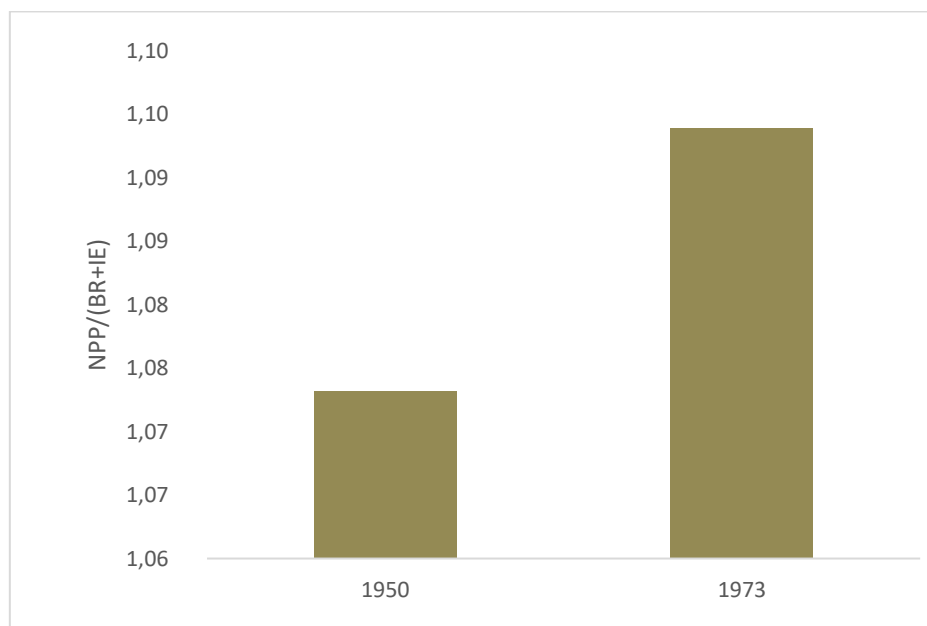
Fuente: elaboración propia a partir de fuentes citadas en el texto.

Esta tendencia al estancamiento y a la ineficiencia en la productividad de los insumos internos, es un claro indicador del carácter parcial de la industrialización de la agricultura en la región, pues, como se dijo, los IE no desplazaron a la BR, que, vale recordar, es un flujo de energía esencial para la reproducción sostenible de los

agroecosistemas, al mantener los organismos vivos del suelo y la fertilidad e integrar los usos de la tierra, siempre y cuando su dotación no exceda ciertos límites, como claramente sucedió en las tierras bananeras.

Esta tendencia general a la ineficiencia, con apenas algunos visos de mejora, que muestran los EROIS socioeconómicos, parece replicarse en términos agroecológicos. En lo que respecta a la eficiencia energética de la PPN-EROI esta muestra una tendencia general a la estabilidad en el período analizado, con un ligero crecimiento (aunque casi insignificante) en la biomasa total fotosintetizada (Gráfico 9). Este no se logró a costa de un consumo masivo insostenible de IE a partir de la incorporación generalizada de agroquímicos, pesticidas y maquinaria, como en otros sistemas agrarios⁵⁶, sino a partir de la expansión e intensificación de cultivos, especialmente el banano, con altos rendimientos por unidad de superficie y una elevada densidad energética.

Gráfico 9. NPP-EROI del EPE_BC (1955 y 1973)



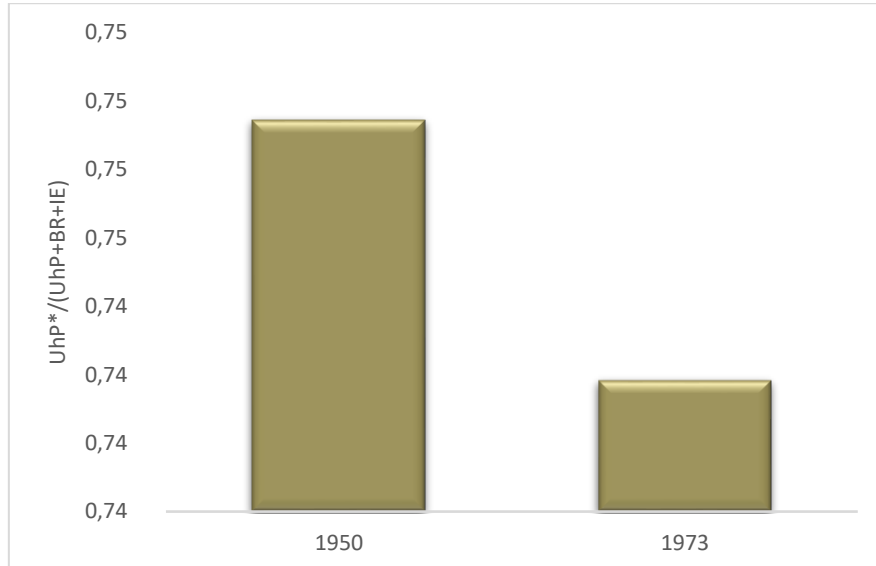
Fuente: elaboración propia a partir de fuentes citadas en el texto.

Por su parte, el EROI de la biodiversidad Biod-EROI es ineficiente y decreciente en el periodo analizado (Gráfico 10). Esto significa una escasa capacidad del agroecosistema para mantener biodiversidad asociada a la explotación a través de la disponibilidad de flujos de biomasa no apropiados por las unidades productivas.

⁵⁶ Díez, et al., «More than Energy Transformations...».

Observamos por lo tanto una pérdida de biodiversidad por unidad de energía invertida.

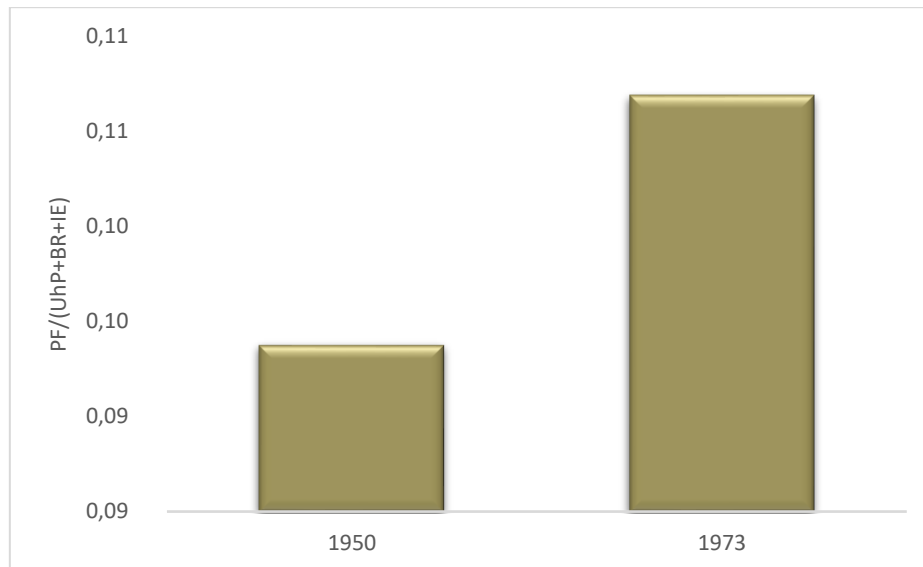
Gráfico 10. Biod-EROI del EPE_BC (1955 y 1973)



Fuente: elaboración propia a partir de fuentes citadas en el texto. *Uhp:Unharvested Phytomass (Fitomasa no cosechada)

Los rendimientos sostenidos a la baja por la excesiva carga ganadera y dependientes mayoritariamente de la BR, explican, asimismo, la evolución del AFEROI (Gráfico 11). El hecho de que alcanzara un valor levemente más alto en 1973 debe leerse con cautela. Lo anterior en el tanto un mayor AFEROI no implica una mejora en la eficiencia energética del agroecosistema, sino que se puede explicar por el incremento en los niveles de PF generados por el aumento de la producción agrícola. Sin embargo, la tendencia general a la ineficiencia por parte del AFEROI, al igual que con la mayor parte de los retornos en el agroecosistema analizado, tiene que ver con el hecho de que los flujos de energía internos fueron mayores que el contenido de energía de la biomasa extraída de él en los dos momentos estudiados.

Gráfico 11. AFEROI del EPE_BC (1955 y 1973)



Fuente: elaboración propia a partir de fuentes citadas en el texto.

Esto muestra la tendencia de una elevada reinversión de flujos de biomasa necesarios para mantener la productividad energética de un agroecosistema que ya para el período de análisis había perdido parte importante de su complejidad material y su agrobiodiversidad, pero también de la excesiva carga ganadera que impedía que el crecimiento constante de la producción de biomasa redundara en una mayor eficiencia energética del agroecosistema de la región.

3. CONCLUSIONES

La composición de los usos del suelo y los arreglos territoriales del EPE_BC no nos dejan dudas de que, si bien se operaron ciertos cambios cualitativos y cuantitativos en la arquitectura del agroecosistema en estudio, esta se mantuvo firme en sus bases: un predominio indiscutible del banano y el cacao, que dominaban con claridad el paisaje agrario de la región en estudio, seguidos muy de lejos, con un crecimiento alternado y poco constante, de otros cultivos como el arroz y el maíz.

En términos energéticos, el mayor responsable de la producción de biomasa es el banano por su elevada densidad energética y, especialmente por su predominio territorial. Su expansión creciente iba en detrimento de la complejidad y heterogeneidad del agroecosistema, con cadenas de bioconversión crecientemente

simplificadas. El banano, el cacao y el arroz avanzaban inexorablemente sobre los bosques de la región y los vestigios de las explotaciones agrícolas tradicionales, virtualmente inexistentes en un espacio económico- productivo dominado por el comercio exterior de cultivos comerciales, ya fuese como parte de la lógica y dinámica del capital transnacional (banano y cacao) o de las cadenas locales de producción (especialmente el arroz).

Si bien esta investigación mostró claros paralelismos en lo referente a los efectos de la modernización agropecuaria con otros agroecosistemas en transición (pérdida de eficiencia energética generada por la importación de insumos externos, simplificación ecosistémica, entre otros) la lógica casi exclusivamente mercantilista de la producción agropecuaria y especialmente de su producto principal, el banano, impone algunas especificidades socioambientales, económicas y hasta culturales que merecen destacarse.

Entre estas sobresale el hecho de que el banano es un *cash crop* típico, donde el intercambio económico se imponía al intercambio ecológico desde el proceso de siembra, precedida por la destrucción de la selva tropical y sin la clara presencia del policultivo tradicional como una suerte de resistencia cultural a los cultivos comerciales y al consumo masivo global que los acompaña.⁵⁷ La baja eficiencia general del agroecosistema tuvo lugar por una combinación entre la expansión territorial del banano, que supuso una acelerada colonización de la fitomasa disponible, y la excesiva carga ganadera, expresada en forma de pasto para la alimentación animal de una cabaña en constante crecimiento, y no por la aplicación sistemática de agroquímicos y pesticidas.

De esta manera, a pesar de la lógica transnacional y mercantil predominante en la región estudiada, la Revolución Verde parece haber sido más un elemento contextual que un determinante histórico, lo que se constituye, sin duda en uno de los hallazgos centrales de la presente investigación. Las causas de esta incorporación tardía a la dinámica de la industrialización agroalimentaria, así como los rasgos y el perfil socio-ecológico que adquiriría la región en estudio en el contexto de

⁵⁷ John Soluri, *Banana cultures*.

liberalización y desregulación de la actividad agropecuaria en general⁵⁸, merecen estudiarse a profundidad, lo que sin duda permitirá acceder a una visión más clara y de conjunto de los cambios y permanencias que experimentó este sistema agrario en el período que aquí se analizó.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo surgió en el marco del proyecto de investigación: Historia socioambiental del patrimonio forestal y de los sistemas agroforestales en Costa Rica y sus tensiones con el mercado, el Estado y las comunidades. Siglos XIX-XXI. Crisis y perspectivas de futuro (B9467), adscrito al Centro de Investigaciones Históricas de América Central (CIHAC) y financiado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

REFERENCIAS

- Aguilera, Eduardo; Guzmán, Gloria; Infante-Amate, Juan; Soto, David; García, Roberto; Herrera, Antonio; Villa, Inmaculada; Torremocha, Eva; Carranza, Guiomar y González de Molina, Manuel. *Embodied Energy in Agricultural Inputs. Incorporating a Historical Perspective*. Documentos de Trabajo de la Sociedad Española de Historia Agraria, 2015.
- Baraibar Norberg, Matilda. *The Political Economy of Agrarian Change in Latin America: Argentina, Paraguay and Uruguay*. (Springer, 2019).
- Beg, Mohd S., Ahmad, Sameer; Jan, Kulsum y Bashir, Khalid. «Status, supply chain and processing of cocoa - A review». *Trends in Food Science & Technology* 66 (2017): p. 108-116.
- Brannstrom, Christian. «Livestock, Sugar and Coffee in Latin America's 'Long' Nineteenth Century». *Journal of Historical Geography*, n° 2 (2001): p. 264-70.
- Chen, Susan; Malavassi, Ana Paulina. y Viales, Ronny. *Teoría y métodos de los estudios regionales y locales*. San José, C.R.: Sección de Impresión del SIDEIN, 2008.
- Clegg, Peter. *The Caribbean Banana Trade: From Colonialism to Globalization*. Reino Unido: Palgrave Macmillan, 2002.

⁵⁸ Ronny Viales, «Desarrollo rural y pobreza en Centroamérica en la década de 1990. Las políticas y algunos límites del modelo "neoliberal"». *Anuario de Estudios Centroamericanos* 25, n° 2 (2000): p. 139-157.

Cullather, Nick. *The Hungry World: America's Cold War Battle against Poverty in Asia*. London: Harvard University Press, 2010.

Cussó, Xavier; Ramon, Garrabou y Tello, Enric. «Social Metabolism in an Agrarian Region of Catalonia (Spain) in 1860-1870: Flows, Energy Balance and Land Use». *Ecological Economics* 58 (2006): p. 49-65.

Díez, Lucía; Cussó, Xavier; Padró, Roc; Marco, Inés; Cattaneo, Claudio; Olarieta, José R; Garrabou, Ramón y Tello, Enric. «More than Energy Transformations: A Historical Transition from Organic to Industrialized Farm Systems in a Mediterranean Village (Les Oluges, Catalonia, 1860-1959-1999)». *International Journal of Agricultural Sustainability* 16, n° 4 - 5 (2018): p. 399-417. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/14735903.2018.1520382> doi: 10.1080/14735903.2018 910 .1520382.

Díez, Lucía, Olarieta, José R. y Tello, Enric. «Belowground and Aboveground Sustainability: Historical Management Change in a Mediterranean Agroecosystem (Les Oluges, Spain, 1860-1959-1999)». *Human Ecology*, n° 47 (2019): p. 639-51. <https://doi.org/https://doi.org>.

Ellis, Erle C., Kaplan, Jed O., Fuller, Dorian Q., Vavrus, Steve, Goldewijk Kees, Klein y Verburg, Peter H. «Used planet: A global history». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110, n° 20 (2013): p. 7978-7985.

Evans, Edward; Ballen, Fredy H. y Siddiq, Muhammad. «Banana Production, Global Trade, Consumption Trends, Postharvest Handling, and Processing». En *Handbook of Banana Production, Postharvest Science, Processing Technology, and Nutrition*, editado por Muhammad Siddiq, Jasim Ahmed y Maria Gloria Lobo. John Wiley & Sons Ltd, 2020. DOI:10.1002/9781119528265

Evenson, Robert E. y Gollin, Douglas. «Assessing the Impact of the Green Revolution, 1960 to 2000». *Science* 300, n° 5620 (2003): p. 758-62. <https://doi.org/10.1126/science.1078710>.

Foley, Jonathan A., DeFries, Ruth, Asner, Gregory P., Barford, Carol C., Bonan, Gordon, Carpenter, Stephen R., Chapin III, Stuart, Coe, Michael T., Daily, Gretchen C. y Gibbs, Holly. «Global Consequences of Land Use». *Science* 309, n° 5734 (2005): p. 570-74. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>.

Fonseca, Elizabeth y Quirós, Claudia. *Economía colonial y formación de las estructuras agrarias*. San José: Universidad de Costa Rica, Cátedra Historia de las Instituciones de Costa Rica, 1993.

Funes Monzote, Reinaldo. *From Rainforest to Cane Field in Cuba: An Environmental History since 1492*. Carolina. USA: Univ of North Carolina Press, 2009.

Galán, Elena, Padró, Roc, Marco, Inés., Tello, Enric, Cunfer, Geoff, Guzmán, Gloria I, González de Molina, Manuel, Krausmann, Fridolin, Gingrich, Simone, Sacristán, Vera y Moreno-Delgado, David. «Widening the Analysis of Energy Return on Investment (EROI) in Agro-Ecosystems: Socio-Ecological Transitions to Industrialized Farm Systems (the Vallès County, Catalonia, c. 1860 and 1999)». *Ecological Modelling*, n° 336 (2016): p. 13–25. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2016.05.012>.

Georgescu-Roegen, Nicholas. *Entropy Law and the Economic Process*. Harvard University Press, 1971.

Gibbs, Holly; Ruesch, Aaron; Achard, Frédéric; Clayton, M. K.; Holmgren, Peter; Ramankutty, Navin y Foley, Jacqui. «Tropical Forests Were the Primary Sources of New Agricultural Land in the 1980s and 1990s». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107, n° 38 (2010): p. 16732–37.

Gilbert, Christopher y Varangis, Panos. «Globalization and International Commodity Trade with Specific Reference to the West African Cocoa Producers». En *Challenges to Globalization: Analyzing the Economics*, editado por Robert E. Baldwin y L. Alan Winters. University of Chicago Press, 2004.

Gingrich, Simone; Marco, Inés; Aguilera, Eduardo; Padro', Roc; Cattaneo, Claudio; Cunfer, Geoff; Guzmán, Gloria I.; MacFadyen, Joshua y Watson, Andrew. «Agroecosystem Energy Transitions in the Old and New Worlds: Trajectories and Determinants at the Regional Scale». *Regional Environmental Change* 18, n° 4 (2018): p. 1089–1101. <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1261-y>.

González de Molina, Manuel y Toledo, Víctor M. *The Social Metabolism. A Socio-Ecological Theory of Historical Change*. Berlin. Germany: Springer, 2014. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-06358-4>.

González de Molina, Manuel; Soto, David; Guzmán, Gloria, Infante-Amate, Juan, Aguilera, Eduardo; Vila, Jaime y García, Roberto. *The Social Metabolism of Spanish*

Agriculture, 1900–2008: The Mediterranean Way Towards Industrialization. Springer Nature, 2020.

González de Molina, Manuel. «Sociedad, Naturaleza, Metabolismo Social. Sobre El Estatus Teórico de La Historia Ambiental». En *Agua, Poder Urbano y Metabolismo Social*, coordinado por Rosalva Loreto López. Puebla, México. Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2009.

González de Molina, Manuel. «Condicionamientos Ambientales Del Crecimiento Agrario Español (Siglos XIX y XX)». En *El Pozo de Todos Los Males: Sobre El Atraso de La Agricultura Española Contemporánea*, editado por Josep Pujol-Andreu, Manuel González de Molina y Lourenzo Fernández-Prieto. Barcelona, España: Crítica, 2001.

Graesser, Jordan; Aide, T. Mitchell; Grau, H. Ricardo y Ramankutty, Navin. «Cropland/Pastureland Dynamics and the Slowdown of Deforestation in Latin America». *Environmental Research Letters* 10, n° 3 (2015): p. 034017.

Graziano Ceddia, Michele. «The Impact of Income, Land, and Wealth Inequality on Agricultural Expansion in Latin America». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117, n° 7 (2019): p. 2527–32.

Gutierrez, Sheila y Ferrantino, Michael J. *Export Dynamics and Economic Growth in Latin America: A Comparative Perspective*. Routledge, 2018

Guzmán, Gloria y González de Molina, Manuel. «Energy Efficiency in Agrarian Systems from an Agroecological Perspective». *Agroecology and Sustainable Food Systems* 39, n° 8 (2015): p.924–52.

Guzmán, Gloria y González de Molina, Manuel. *Energy in Agroecosystems. a Tool for Assessing Sustainability*. Florida, USA: CRC Press, 2017. <https://doi.org/10.1201/9781315367040>.

Guzmán, Gloria; González de Molina, Manuel; Soto, David; Infante-Amate, Juan y Aguilera, Eduardo. «Spanish Agriculture from 1900 to 2008: A Long-Term Perspective on Agroecosystem Energy from an Agroecological Approach». *Regional Environmental Change* 18, n° 4 (2018): p. 995–1008.

Guzmán, Gloria y González de Molina, Manuel. «Agricultura Tradicional versus Agricultura Ecológica. El Coste Territorial de La Sustentabilidad». *Agroecología* 2, n° 7 (2007): p. 7–19.

Infante-Amate, Juan; Toledo, Víctor y González de Molina, Manuel. «El Metabolismo Social. Historia, Métodos y Principales Aportaciones». *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, n° 27 (2017): p. 130–52.

Infante Amante, Juan. «'Cuántos Siglos de Aceituna.' El Carácter de La Expansión Olivarera En El Sur de España (1750-1900)». *Historia Agraria*, n° 58 (2012): p. 39–72.

Infante Amate, Juan y González de Molina, Manuel. «'Sustainable de-Growth' in Agriculture and Food: An Agro-Ecological Perspective on Spain's Agri-Food System (Year 2000)». *Journal of Cleaner Production*, n° 38 (2013): p. 27–35.

Marco, Inés; Padró, Roc; Cattaneo, Claudio; Caravaca, Jonathan y Tello, Enric. «From Vineyards to Feedlots: A Fund-Flow Scanning of Sociometabolic Transition in the Vallès County (Catalonia) 1860–1956–1999». *Regional Environmental Change* 18, n° 4 (2018): p. 981–93. <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1172-y>.

Martínez Alier, Joan. *El Ecologismo de Los Pobres. Conflictos Ambientales y Lenguajes de Valoración*. Barcelona: Icaria Antrazyt-Flacso, 2004.

Marull, Joan; Font, Carme; Padró, Roc; Tello, Enric y Panazzolo, Andrea. «Energy-Landscape Integrated Analysis of Agro-Ecosystems: How the Complexity of Energy Flows Shapes Landscape Patterns (Barcelona Province, 1860–2000)». *Ecological Indicators*, n° 66 (2016): p. 30–46.

Marull, Joan; Tello, Eric; Fullana, Nofre; Murra, Ivan; Jover, Gabriel; Font, Carme; Coll, Francesc; Domene, Elena; Leoni, Veronica y Decolli, Trejsi. «Long-Term Bio-Cultural Heritage: Exploring the Intermediate Disturbance Hypothesis in Agro-Ecological Landscapes (Mallorca, c. 1850–2012)». *Biodiversity and Conservation* 24, n° 13 (2015): p. 3217–51.

Marull, Joan; Pinob, Joan; Tello, Enric; Cordobilla, María José; Marull, Joan y Pino, Joan. «Social Metabolism, Landscape Change and Land-Use Planning in the Barcelona Metropolitan Region». *Land Use Policy* 27, n° 2 (2010): p. 497–510. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.07.004>.

Matson, Pamela A.; Parton, William J.; Power, Alison G. y Swilt, M.J.. «Agricultural Intensification and Ecosystem Properties». *Science*, n° 277 (1997): p. 504–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1126/science.277.5325.504>.

Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, DC.: Island Press, 2005.

Montero, Andrea y Viales, Ronny. «Una aproximación al impacto ambiental del cultivo del banano en el Atlántico/Caribe de Costa Rica durante el segundo ciclo bananero (1950-actualidad)». En *La conformación histórica de la región Atlántico/Caribe costarricense: (Re)interpretaciones sobre su trayectoria entre el siglo XVI y el siglo XXI*, editado por Ronny Viales. San José, Costa Rica: Alma Mater, 2013.

Moore, Jason. W. «Sugar and the Expansion of the Early Modern World-Economy: Commodity Frontiers, Ecological Transformation, and Industrialization». *Review (Fernand Braudel Center)* 23, n° 3 (2000): p. 409–33.

Naredo, José M. «La Modernización de La Agricultura Española y Sus Repercusiones Ecológicas». En *Naturaleza Transformada, Estudios de Historia Ambiental en España*, editado por Manuel González de Molina y Joan Martínez Alier. Barcelona: Icaria, 2000.

Ocampo, José Antonio. «Commodity-Led Development in Latin America». En *Alternative Pathways to Sustainable Development: Lessons from Latin America*, editado por Gilles Carbonnier, Humberto Campodónico y Sergio Tezanos Vázquez. Brill Nijhoff, 2017.

Patel, Raj. «The Long Green Revolution». *The Journal of Peasant Studies* 40, n° 1 (2013): p. 1–63. <https://doi.org/10.1080/03066150.2012.719224>

Phalan, Ben; Bertzky, Monika; Butchart, Stuart; Donald, Paul; Scharlemann, Jörn; Stattersfield. Alison y Balmford, Andrew. «Crop Expansion and Conservation Priorities in Tropical Countries». *PLoS ONE* 8, n° 1 (2013). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051759>.

Picado, Wilson. «Los Significados de La Revolución. Semántica, Temporalidad y Narrativa de La Revolución Verde». *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña* 3, n° 2 (2014): p. 490–521.

Quesada Camacho, Juan Rafael. «Comercialización y Movimiento Coyuntural del cacao». *Revista de Historia* 3, n° 6 (1978).

Quesada, Juan Rafael. «Algunos aspectos de la historia económica del cacao en Costa Rica (1880-1930) ». *Revista de Historia* 3, n° 5 (1977): p. 65-100.

Ramankutty, Navin; Evan, Amato T.; Monfreda, Chad y Foley, Jonathan A. «Farming the Planet: 1. Geographic Distribution of Global Agricultural Lands in the Year 2000». *Global Biogeochemical Cycles* 22, n° 1 (2008).

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1029/2007GB002952>.

Soluri, John. *Banana Cultures. Agriculture, Consumption and Environmental change in Honduras and the United States*. Austin: University of Texas Press, 2005.

Swaminathan, Mankombu Sambasivan y Kesavan, P.C. "The Transition from Green to Evergreen Revolution", en *Sustainable Development of Organic Agriculture*, editado por Kimberly Etingoff. (Apple Academic Press, 2017).

<https://doi.org/10.1201/9781315365800>

Tello, Enric; Galán, Elena; Cunfer, Geoff; Guzman-Casado, Gloria; Gonzalez de Molina, Manuel; Krausmann, Fridolin; Gingrich, Simone; Sacristán, Vera; Marco, Ines; Padró, Roc y Moreno-Delgado, David. «A Proposal for a Workable Analysis of Energy Return On Investment (EROI) in Agroecosystems . Part I: Analytical Approach». *FF Social Ecology Working Papers* 156 (2015): p. 1 - 110.

Tello, Enric; Galán, Elena; Sacristán, Vera; Cunfer, G., Guzmán Casado, Gloria; Gonzalez de Molina, Manuel; Krausmannf, Fridolin, Gingrich, Simone; Padró, Roc; Marco, Ines y Moreno-Delgado, David. «Opening the Black Box of Energy Throughputs in Farm Systems: A Decomposition Analysis between the Energy Returns to External Inputs, Internal Biomass Reuses and Total Inputs Consumed (the Vallès County, Catalonia, c. 1860 and 1999)». *Ecological Economics.*, n° 121 (2016): p. 160-174. <https://doi.org/doi:10.1016/j.ecolecon.2015.11.012>.

Tilman, David; Cassman, Kenneth G.; Matson, Pamela A.; Naylor, Rosamond y Polasky, Stephen. «Agricultural Sustainability and Intensive Production Practices». *Nature*, n° 418 (2002): p. 671-77. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/176540>.

Toledo, Víctor M. y Barrera-Bassols, Narciso. *La Memoria Biocultural. La Importancia Ecológica de Las Sabidurías Tradicionales*. Barcelona: Icaria, 2008.

Topik, Steven C. y Wells, Allen. *The Second Conquest of Latin America: Coffee, Henequen, and Oil during the Export Boom, 1850-1930*. Texas: University of Texas Press, 2010.

- Urrego-Mesa, Alexander. "The Social Metabolism of Tropical Agriculture: Agrarian Extractivism in Colombia (1916–2016)", (Tesis de Doctorado en Historia Económica, Universitat de Barcelona, 2021)
- Vaast, Philippe y Somarriba, Eduardo. «Trade-offs between crop intensification and ecosystem services: the role of agroforestry in cocoa cultivation». *Agroforestry Systems*, n° 88 (2014): p. 947–956.
- Van Hauwermeiren, Saar. *Manual de Economía Ecológica*. Quito: Ediciones Abya-Yala, Programa de Economía Ecológica e Instituto de Estudios Ecologistas del Tercer Mundo, 1999.
- Viales, Ronny. «Desarrollo rural y pobreza en Centroamérica en la década de 1990. Las políticas y algunos límites del modelo "neoliberal"». *Anuario de Estudios Centroamericanos* 25, n° 2 (2000): p. 139–157.
- Viales, Ronny. *Después del enclave 1927–1950: un estudio de la Región Atlántico costarricense*. San José, Costa Rica: EUCCR, 1998.
- Viales, Ronny. «La coyuntura bananera, los productos "complementarios" y la dinámica productiva empresarial para la exportación de la United Fruit Company en el Caribe costarricense. 1883–1934». *Revista de Historia* 44 (2001): p. 69–119.
- Viales, Ronny y Montero, Andrea. «Una aproximación al impacto ambiental del cultivo del banano en el Atlántico/Caribe de Costa Rica (1870–1930)». En *Costa Rica: Cuatro Ensayos de Historia Ambiental*, editado por Ronny Viales y Anthony Goebel. San José, Costa Rica: Sociedad Editora Alquimia 2000, 2011.
- Wiley, James. *The Banana: Empires, Trade Wars, and Globalization*. University of Nebraska Press, 2008.

An Approach to the Agrarian Social Metabolism of the Specialized Productive Space in Bananas and Cocoa in the Context of the Green Revolution. Costa Rica (1955-1973)

ABSTRACT

This article aims to show the main socioecological transformations that occurred in the agricultural system of the Specialized Productive Space in banana and cocoa in Costa Rica between 1955 and 1973, at the height of the Green Revolution. Such transformations meant an increasing dependence on machinery and chemical inputs in the agroecosystems to the detriment of organic-based traditional agricultural systems. This analysis takes place in the Costa Rican region characterized by the 1955 Agricultural Census as specialized in banana and cocoa production and under the concept of Specialized Productive Spaces developed by the researchers. Such spaces produce one or two dominant crops developed for international marketing, while other productive and extractive activities also take place. We propose a retroprospective study to prove from the Social Metabolism approach and drawing from the flows-fund analysis and energy return rates, the different energy and material exchange logics that took place at the Specialized Productive Space in banana and cocoa.

Keywords: energy balance; social metabolism; regional sustainability; Costa Rica; Green Revolution.

Recibido: 16/02/2022
Aprovado: 17/09/2022