

26.2



ISSN: 1409-469X

Diálogos

Revista
Electrónica de Historia



Postal del Puente Ferroviario sobre el Río Grande. Costa Rica. 1903.
Colección Familia Goebel Mc Dermott

Julio-diciembre 2025

url: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/dialogos/index>



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

EDITORIAL
UCR

¿AGROECOLOGÍA HISTÓRICA O MODERNIZACIÓN TEMPRANA?: UNA APROXIMACIÓN AL PERFIL SOCIOAMBIENTAL AGRARIO DEL CANTÓN VÁSQUEZ DE CORONADO, COSTA RICA, AL MOMENTO DE SU CREACIÓN (1910)¹

Anthony Goebel Mc Dermott

Resumen

Hacia finales del siglo XIX y principios del XX, la especialización productiva de la Región Central de Costa Rica, con cultivos agroindustriales de exportación y la consecuente consolidación de un sistema agrario altamente capitalizado, moderno en su estructura productiva —además de social y geográficamente diferenciado—, avanzaba rápidamente. A partir de dicho contexto histórico general, el presente artículo analizó los principales rasgos del perfil socioecológico del cantón Vásquez de Coronado al momento de su creación, partiendo desde la perspectiva teórica del Metabolismo Social (MS). Se utilizó el análisis flujos-fondos de energía y materiales, y el cálculo de las tasas de retorno de energía en diferentes puntos del agroecosistema (Multi-EROI). Lo anterior con el objetivo de acercarnos a la construcción de la (in)sustentabilidad del sistema agrario en estudio, su relación con el proceso de expansión territorial de la agricultura comercial y la especialización productiva en ganadería bovina de leche que le confieren un cariz específico a dicho espacio político-administrativo hasta nuestros días.

Palabras clave: balance energético, metabolismo social, modernización agrícola, ganadería, Costa Rica

Fecha de recepción: 09 de marzo de 2025 • Fecha de aceptación: 07 de agosto de 2025

Anthony Goebel Mc Dermott. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica

Correo: w.goebel@ucr.ac.cr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0121-6762>

HISTORICAL AGROECOLOGY OR EARLY MODERNIZATION: AN APPROACH TO THE AGRARIAN SOCIO-ENVIRONMENTAL PROFILE OF THE VÁSQUEZ DE CORONADO CANTON, COSTA RICA, AT THE TIME OF ITS CREATION (1910)

Abstract

Towards the end of the 19th and beginning of the 20th centuries, the productive specialization of the Central Region of Costa Rica with agroindustrial export crops and the consequent consolidation of a highly capitalized agrarian system, modern in its productive structure, and socially and geographically differentiated, was advancing rapidly. Based on this general historical context, this article analyzed the main features of the socioecological profile of the canton of Vasquez de Coronado at the time of its creation, using the Social Metabolism (SM) approach. We used energy and materials flow-fund analysis and the calculation of energy return rates at different points of the agroecosystem (Multi-EROI). The above with the aim of approaching the construction of the (in)sustainability of the agrarian system under study and its relationship with the process of territorial expansion of commercial agriculture and the productive specialization in dairy cattle farming that has given a specific character to this political-administrative space up to the present day.

Keywords: energy balance, social metabolism, agricultural modernization, livestock farming, Costa Rica

INTRODUCCIÓN

Hacia finales del siglo XIX y principios del XX, la especialización productiva de la Región Central de Costa Rica con cultivos agroindustriales de exportación y la consecuente consolidación de un sistema agrario altamente capitalizado, moderno en su estructura productiva —además de social y geográficamente diferenciado—, avanzaba rápidamente.

El beneficiado del café y la caña de azúcar, como puntas de lanza de este proceso, se habían constituido, como lo señala [Mario Samper \(2003\)](#), en el núcleo fundamental del desarrollo de un sector agroindustrial que generó economías de escala notable, presentando, de manera creciente, ingentes procesos de acumulación y centralización de capitales. A pesar de lo anterior, el paisaje agrario de la Región Central no podría caracterizarse como la simple sumatoria de extensas porciones territoriales dedicadas al cultivo del café o la caña de azúcar; de hecho, en él pervivían espacios donde predominaban aún los rasgos de la agricultura tradicional. En efecto, si bien la presencia de la gran propiedad dedicada a los cultivos de exportación era creciente, esta coexistía con otras explotaciones agrícolas que combinaban el café y la caña como cultivos comerciales, la producción de granos básicos —especialmente el maíz y los frijoles—, tubérculos como la yuca y la papa, algunas hortalizas y plátanos; además, contaban, en no pocos casos, con ganado para el trabajo agrícola y la producción de lácteos y carne. La producción de estos sistemas policultivistas estaba destinada mayoritariamente hacia el autoconsumo, aunque ya en el amanecer del siglo XX crecía el excedente que se comercializaba no solo en los poblados cercanos, sino también en las principales ciudades de la Región, las cuales eran cada vez más dependientes de la producción de sus espacios rurales internos, de otras regiones del país y del mercado internacional.

A partir de este contexto de expansión de la agricultura de exportación en un marco de especialización productiva regional ([Viales-Hurtado, 2008](#)), la presente investigación buscó dar cuenta del perfil socioecológico del sistema agrario del cantón Vásquez de Coronado, en San José de Costa Rica, al momento de su creación formal (1910). Se parte de la premisa de que dicho cantón josefino se constituyó en uno de estos *hinterlands* de la Región Central y, específicamente, de la provincia de San José. Provincia que recibía cada vez con mayor fuerza los embates de la demanda agroalimentaria de su región de pertenencia, de otras regiones del país y del mercado internacional, a la vez que se constituía en un espacio de resistencia cultural, económica y agroecológica a dichos embates. Al ser parte de la exigua frontera agrícola de la capital costarricense y mantener no pocos de los rasgos de la agricultura tradicional policultivista de base orgánica, que otrora dominara el paisaje regional, pasó de ser una suerte de “isla de agrobiodiversidad” a ser un “océano de monocultivos” en franco crecimiento.

Así fue que el objetivo de la presente investigación se definió por el deseo de dar cuenta de si el cantón Vásquez de Coronado mostraba, al momento de su

creación formal, los signos de la especialización productiva lechera que le caracteriza en la actualidad; además del consecuente peso de la ganadería bovina de leche en la arquitectura del agroecosistema de este espacio político-administrativo, representado aún hoy día por buena parte de sus habitantes y del resto del país, no solo como un territorio abocado a la producción de leche, sino también a la agricultura de subsistencia.

Si bien los procesos de colonización que terminaron por configurar el espacio que a partir de 1910 se conocería como Vásquez de Coronado, zona de vocación agrícola, anteceden por mucho a la creación del cantón, el centrar nuestro estudio a partir de ese “parte aguas” administrativo obedeció a la consideración, planteada a manera de hipótesis, de que precisamente dicho cambio administrativo encuentra relación directa con la consolidación de Coronado como espacio agrario. Dado que es precisamente a partir de ese momento que comienza su transición hacia la especialización productiva cantonal en ganadería bovina de leche como actividad económica predominante, pasando necesariamente por la explotación intensiva de los bosques como estadio intermedio y pre-requisito indispensable para la construcción de un paisaje lechero.

El presente trabajo, como la mayor parte de los análisis históricos, no se puede escindir de las problemáticas, preocupaciones y necesidades que aquejan a nuestras sociedades en el presente; así como la consecuente consideración de la historiografía como insumo de primer orden en la búsqueda de alternativas a dichas problemáticas.

Se parte, entonces, de la premisa de que la necesidad de desarrollar sistemas agrícolas más sustentables, capaces de alimentar a una población en crecimiento en un contexto de cambio climático y agotamiento de la biodiversidad es una preocupación recurrente en nuestros días; ya que la agricultura industrial actual depende en gran medida de la energía fósil, agotable y contaminante, por lo que no parece adecuada para lograr este objetivo a largo plazo. Por el contrario, existe un creciente interés en la agroecología y en las formas innovadoras de actualizar y desarrollar el conocimiento biocultural propio de los sistemas agrarios tradicionales, de base energética orgánica, para buscar una agricultura más sustentable (Díez et al., 2018), menos dependiente de insumos externos no renovables y, debemos agregar, socialmente más justa e inclusiva.

Para ello, la promoción de Sistemas Alimentarios Locales de Base Agroecológica (SALBAS) resulta fundamental. Esto se sustenta en la búsqueda de “un sistema que pueda producir suficiente alimento para satisfacer la demanda del agricultor y su familia en primer lugar y de la humanidad en segundo lugar” (Sarandon y Flores, 2014a, p. 53), en contra de la tendencia dominante de la agricultura industrial, donde se promueven sistemas agropecuarios que no tienen como fin producir para alimentarse, sino producir para obtener dinero y luego comprar estos alimentos. Empero, para aquellos sistemas de autosuficiencia, es fundamental que los niveles de producción sean suficientes para satisfacer la demanda del agricultor y su familia, pues si esto no se consigue, el sistema no puede continuar en el tiempo. Por otro lado, debe

ser económicamente viable, para permitir al agricultor y su familia satisfacer sus necesidades, reconociendo que no todas son meramente económicas, ya que hay aspectos socioculturales de gran relevancia para lograr la satisfacción del agricultor que no deben dejarse de lado y que son inherentes al propio diseño del agroecosistema (Sarandón & Flores, 2014a, pp. 53-54).

Por otra parte, es importante reconocer que la valoración económica debe ser hecha teniendo en cuenta todos los costos, incluyendo costos ocultos y a largo plazo. De modo que resulta indispensable, además, incorporar otros sistemas de valoración no económicos en el sentido crematístico — fijación de precios para el mercado— del término (Martínez, 2011; Van Hauwermeiren, 1999). Claramente, la idea de solidaridad con las futuras generaciones implica conservar la capacidad productiva del sistema y esto incluye mantener o mejorar los recursos (agua, biodiversidad, suelo) que constituyen el capital natural y preservar el ambiente a nivel local, regional y global, como la calidad del agua, el aire, la atmósfera, entre otros.

Como lo señalan con claridad Sarandón y Flores (2014a),

Finalmente, el modelo de agricultura debe ser social y culturalmente aceptable, tanto para el agricultor, de acuerdo a sus intereses, creencias y valores, como para el resto de la sociedad. Está claro, por lo tanto, que la sustentabilidad es un concepto multidimensional complejo porque incluye el cumplimiento simultáneo de varios objetivos o dimensiones: productivo, ecológico, temporal, económico y sociocultural. Estos objetivos son igualmente importantes, de cumplimiento simultáneo, y no son reemplazables los unos con los otros. (pp. 53-54)

Para la consecución de este nuevo tipo de sistemas alimentarios, se ha planteado la necesidad de un nuevo paradigma que intente dar soluciones novedosas, donde se parta de la consideración de las interacciones de todos los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos de los sistemas agropecuarios, de modo que se integre este conocimiento en el ámbito regional para una producción sustentable. Este nuevo enfoque es la Agroecología, que podría definirse o entenderse como:

Un nuevo campo de conocimientos, un enfoque, una disciplina científica que reúne, sintetiza y aplica conocimientos de la agronomía, la ecología, la sociología, la etnobotánica y otras ciencias afines, con una óptica holística y sistémica y un fuerte componente ético, para generar conocimientos y validar y aplicar estrategias adecuadas para diseñar, manejar y evaluar agroecosistemas sustentables. (Sarandón & Flores, 2014a, p. 55)

Según Altieri (2018), la agroecología puede entenderse como la aplicación de conceptos y principios ecológicos al diseño y gestión de agroecosistemas sostenibles. Los siguientes principios de producción agroecológica (extraídos de diversas fuentes) pueden funcionar en sinergia y sentar las bases para el diseño de sistemas agrícolas sostenibles:

- Adaptación al entorno local.
- Construir suelos sanos y ricos en materia orgánica.
- Conservar el suelo y el agua.

- Diversificación de especies, variedades de cultivos y razas de ganado en el agroecosistema en el tiempo y espacio desde una perspectiva paisajística.
- Mejorar las interacciones biológicas y la productividad en todo el sistema en lugar de centrarse en especies individuales y en variedades genéticas.
- Minimizar el uso de recursos e insumos externos, por ejemplo, para nutrientes y gestión de plagas (Anderson et al., 2021, p. 14).

En el mismo sentido, Gliessman (2016), define la agroecología como una forma de rediseñar los sistemas alimentarios, desde la granja hasta la mesa, con el objetivo de lograr la sustentabilidad ecológica, económica y social. Desde la investigación y la acción transdisciplinarias, participativas y orientadas al cambio, la agroecología vincula la ciencia, la práctica y los movimientos centrados en el cambio social (Gliessman, 2016, p. 187)

La agroecología, entonces, más que un fin en sí mismo y un objetivo final, es, en realidad, un proceso de transición continua basado en principios básicos, valores y políticas; o en elementos culturales, ecológicos y sociales específicos (Anderson et al., 2021, p. 18).

La Agroecología parte de una serie de premisas metodológicas para desarrollar, integrar y mejorar las prácticas que respondan a sus principios:

a) Un enfoque holístico y sistémico. b) Una mirada multidisciplinaria, entendiendo que los sistemas solo pueden entenderse a través de las perspectivas que aportan diferentes áreas del conocimiento. c) Una investigación-acción participativa, en que los agricultores son sujetos y no solo objetos del proceso de investigación. (Anderson et al., 2021, p. 56)

A partir de dichas premisas, la agroecología debe entenderse como un nuevo enfoque, más amplio, el cual sustituye la concepción exclusivamente técnica de la agricultura moderna-industrial por una que:

incorpora la relación entre la agricultura y el ambiente global y las dimensiones sociales, económicas, políticas, éticas y culturales. La sustentabilidad debe ser vista como una búsqueda permanente de nuevos puntos de equilibrio entre estas diferentes dimensiones que pueden ser conflictivas entre sí en realidades concretas. (Anderson et al., 2021, p. 56)

A su vez, Gliessman conceptualiza la agroecología como un enfoque procesual que contempla varias etapas o niveles de cambio en los sistemas alimentarios en una suerte de hoja de ruta para el cambio del sistema alimentario mundial (Gliessman, 2015,)

Para este autor, el primer nivel se centra en aumentar la eficiencia de las prácticas industriales y convencionales con el fin de reducir el uso y el consumo de insumos costosos, escasos o perjudiciales para el medio ambiente. El segundo nivel tiene como objetivo principal la sustitución creciente de las prácticas industriales/convencionales, caracterizadas por un uso intensivo de insumos externos insostenibles (por su origen y características intrínsecas), por prácticas alternativas más renovables, basadas en productos naturales (de base energética orgánica) y, por lo

tanto, ecológicamente más sustentables. La agricultura ecológica y la agricultura biodinámica son ejemplos de este nivel, dado su empleo de prácticas alternativas que incluyen el uso de cultivos de cobertura, fijadores de nitrógeno y rotaciones para sustituir los fertilizantes nitrogenados sintéticos, el uso de controles naturales de plagas y enfermedades, y el uso de compost orgánicos para la fertilidad y la materia orgánica del suelo (Gliessman, 2016). El tercer nivel tiene como norte el rediseño del agroecosistema para que funcione sobre la base de un nuevo conjunto de procesos ecológicos, donde se eliminan las causas fundamentales de muchos de los problemas que siguen persistiendo en los niveles 1 y 2, y se realicen los cambios y ajustes correspondientes (Gliessman, 2016), lo que no parece dejar dudas del carácter abierto del enfoque agroecológico general. En el cuarto nivel, orientado al cambio en las premisas culturales y económicas de los sistemas alimentarios, se procura restablecer una conexión más directa entre quienes cultivan nuestros alimentos y quienes los consumen a partir de una suerte de “ciudadanía alimentaria”; además de la promoción de redes alimentarias alternativas en todo el mundo. Finalmente, el quinto nivel de este proceso de transición alimentaria hacia la agroecología va más allá de la sustentabilidad material de los sistemas alimentarios, y tiene que ver con la necesidad de que el nuevo sistema alimentario global se base en la equidad, la participación, la democracia y la justicia; que no solo sea sustentable, sino que ayude a restaurar y proteger los sistemas de soporte vital de la Tierra de los que todos dependemos (Gliessman, 2016).

La agroecología, en su dimensión práctica, ofrece muchas ventajas, desde incrementar el rendimiento y la rentabilidad, hasta recuperar la biodiversidad, mitigar el cambio climático y mejorar la nutrición humana. Como sistema que minimiza los costosos insumos externos y maximiza los insumos generados por las explotaciones y las comunidades, también genera importantes beneficios para las poblaciones más desfavorecidas de las zonas rurales. Un número creciente de investigaciones indican que, con el apoyo adecuado y en condiciones económicas apropiadas, los sistemas agroecológicos pueden superar a los sistemas convencionales de producción agrícola en muchos contextos (Anderson et al., 2021).

Si bien las conexiones entre rendimiento, expansión agrícola y destrucción medioambiental son complicadas y contingentes (y por ello es difícil establecer una relación directa entre rendimiento e impacto en el medio ambiente), es innegable que, a pesar de generar más alimentos de los necesarios, el sistema agrícola convencional no solo está muy lejos de “alimentar al mundo” —como claman frecuentemente sus más asiduos defensores—, sino que, además, genera muchos males sociales y ecológicos (o “externalidades”), tales como la degradación del medio ambiente y la mala nutrición. El afán incesante por aumentar el rendimiento no reduce el hambre como un todo, pues esto solo se generaría a partir de cambios políticos en los derechos que determinan si las personas pueden alimentarse y cómo (Anderson et al., 2021, p. 18).

Por otra parte, cabe señalar que cuando la agroecología se evalúa por sus beneficios ecológicos y sociales multifuncionales, más allá de la mera productividad,

a menudo supera a los sistemas de altos insumos. En este sentido, cabe destacar que, en su dimensión social, el empoderamiento socioeconómico y la buena gobernanza son clave para la agroecología y las transformaciones hacia sistemas alimentarios y agrícolas que mejoren, en lugar de degradar, la salud humana y medioambiental. Esta proposición es una premisa de la agroecología política, según la cual en los sistemas agrícolas lo sociopolítico y lo ecológico son inseparables. También ha demostrado la importancia de cambiar los acuerdos sociales y políticos para fomentar la sostenibilidad de dichos sistemas, un punto de partida en todo el trabajo de la agroecología política (Anderson et al., 2021, p. 22).

La agroecología política, dicho de manera sucinta, es la aplicación de los métodos y conceptos de la ecología política a la agroecología (Anderson et al., 2021, p. 23). Si bien existen varias definiciones de la ecología política, el influyente trabajo de Paul Robbins describe elementos clave del campo. Entre ellos destacan, de manera sucinta: “ver los sistemas ecológicos como cargados de poder en lugar de políticamente inertes”, “identificar sistemas más amplios en lugar de culpar a fuerzas próximas y locales” y “adoptar un enfoque explícitamente normativo [a favor de la equidad y la justicia social] en lugar de reivindicar la objetividad del desinterés” (Robbins, 2011, citado en Anderson et al., 2021, p.23). En este mismo sentido, González de Molina et al. (2021), siguiendo a Paulson et al. (2003, 209) y Walker (2007, 208) consideran que la agroecología política debe desarrollar las maneras de aplicar los métodos y hallazgos de la investigación desarrollada desde la ecología política, hacia el abordaje del cambio socioecológico en los agroecosistemas y en el conjunto de sistema alimentario (p. 26).

Por consiguiente, la agroecología política sitúa los sistemas agrícolas actuales en un contexto histórico y geográfico para comprender las relaciones de poder que dan lugar a su dinámica actual. Expone las dinámicas de poder de sistemas agroalimentarios destructivos para el medio ambiente, centrados sobre todo en el aumento de los rendimientos y los beneficios, e implicados en la subnutrición y la pobreza rural. Al mismo tiempo, la agroecología política subraya el importante papel de los movimientos sociales en la consecución de una sustentabilidad agraria y una alimentación dignas (Anderson et al., 2021, p. 23; González de Molina et al., 2021, p. 26). En este sentido, la agroecología política debe desarrollarse en una doble dirección: como una ideología que, en competición con otras, se dedica a difundir y convertir en hegemónica una nueva forma de organizar los agroecosistemas basada en el paradigma ecológico y en la sustentabilidad (Garrido, 1993); pero también como campo disciplinar que se ocupa del diseño y producción de acciones, instituciones y normas tendentes al logro de la sustentabilidad agraria. (González de Molina et al., pp. 26-27)

Al respecto, autores como Giraldo y Rosset han llamado la atención sobre la encrucijada y el dilema en que se encuentra actualmente la agroecología, la cual pasó de estar sistemáticamente invisibilizada y tener que desafiar todas las estructuras de poder en todos los espacios, incluyendo, por supuesto, al conglomerado de instituciones que durante décadas promovieron la agricultura industrial como la panacea

que aliviaría al mundo de los dolores del hambre y la pobreza en el campo; a ser de interés para las instituciones alimentarias mundiales desde el Simposio Internacional sobre Agroecología para la Seguridad Alimentaria y la Nutrición (2014), organizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (Giraldo & Rosset, 2016). Este hecho sin precedentes, señalan los autores, puso a la agroecología en una disyuntiva: ceder ante la cooptación y captura, o aprovechar la apertura de las oportunidades políticas para avanzar en la transformación del modelo agroextractivista hegemónico. Esto supuso una suerte de lucha entre, por un lado, las instituciones oficiales de los gobiernos, las agencias internacionales y los empresarios privados, y, por el otro, los distintos movimientos sociales que defienden y reivindican a la agroecología como la única opción viable para transformar radicalmente el sistema agroalimentario imperante. Lo que no deja dudas de la presencia de un campo de disputa a partir de formas distintas y disímiles de concebir la agroecología: “una, estrechamente técnica, científicista e institucional, y la otra, la de los pueblos, profundamente política que aboga por la justicia distributiva y el replanteamiento total del sistema alimentario” (Giraldo & Rosset, 2016, p. 17).

Precisamente esta visión holística, que aboga por la complejidad, el diálogo de saberes y el maridaje inseparable entre sustentabilidad ecológica y justicia distributiva, es la que, por antonomasia, tiene como uno de sus nortes la puesta en valor de los saberes y prácticas bioculturales. Dado que muchos de estos saberes y prácticas —o sus expresiones agroecológicas concretas— se encuentran perdidas en el tiempo, la historia agroecológica reviste de una relevancia especial para su rescate. A partir del análisis de sistemas agrarios históricos, es posible aproximarse tanto a las concepciones e imaginarios en los que se asientan diversos saberes agrícolas pretéritos, como a las prácticas agrícolas perdidas, a los perfiles y transiciones agroecológicas de distintos espacios socio-territoriales, que expresarán, en sus especificidades, las complejas relaciones y tensiones entre las diferentes formas de agricultura tradicional de base energética orgánica y la agricultura moderna-industrial en sus distintas fases de evolución. Así, los resultados de este tipo de análisis que se han llevado adelante en distintas regiones y países, han permitido, a partir de los cambios en los arreglos territoriales, la determinación de la eficiencia energética, la reposición de nutrientes, y la balanza comercial física, entre otros indicadores, desarrollar tipologías de sistemas agrarios pretéritos, dimensionar las diferencias (y la importancia de tomarlas en consideración) entre los sistemas agrarios desarrollados en el Norte y el Sur global, así como la construcción material del intercambio ecológico desigual, sólo para mencionar algunos aportes destacados. Este desarrollo académico proporciona, sin duda, insumos de gran valía para el desarrollo de alternativas al sistema agroalimentario hegemónico, al tomar en cuenta las premisas de su propio desarrollo y consolidación, pero también las resistencias, alternativas o adaptaciones que los actores sociales más diversos desarrollaron en el pasado.

Y es en este contexto que el presente trabajo buscó contribuir a dilucidar la materialidad biofísica de un espacio agrario histórico, representado hasta la actua-

lidad como uno de vocación lechera y, simultáneamente, de predominio agrícola en su sistema agroproductivo. Lo anterior sin desconocer que otros aspectos como las dinámicas de poder entre los actores intervinientes en la conformación y generación de cambios del sistema agrario en cuestión (Estado, comunidad, mercado etc.), y los imaginarios socioambientales que los guiaban contribuirían notoriamente a explicar los cambios y permanencias en el mundo rural de Coronado; por lo que, sin duda, merecerían un análisis propio que complemente los objetivos más modestos del presente análisis.

Aunque existen numerosas alternativas que, desde un enfoque agroecológico, pueden constituir la base de un análisis como el que se presenta a continuación, hemos optado por la perspectiva del Metabolismo Social (MS) como referente teórico-conceptual específico y, como indicador biofísico de (in)sustentabilidad y base de la estrategia metodológica del estudio, el análisis de los flujos-fondos de energía y materiales, y el cálculo de las tasas de retorno energético en diferentes puntos del agroecosistema (Multi-EROI por sus siglas en inglés Enrgy Return On Investment).

El artículo se divide en cuatro secciones. La primera sección consiste en esta introducción. Seguidamente, la segunda sección explica los aspectos más relevantes del enfoque teórico-metodológico del MS y presenta las fuentes y el tratamiento de los datos. Luego, la tercera sección presenta los principales resultados y la discusión. Por último, la cuarta sección está dedicada a las conclusiones.

METODOLOGÍA Y FUENTES

La perspectiva teórico-metodológica del Metabolismo Social

El MS, como lo han conceptualizado Manuel González de Molina y Víctor Toledo (González de Molina, 2009; González de Molina & Toledo, 2014), con base en la clásica propuesta de Fischer-Kowalsky y Hüttler (1998), se define como el intercambio de energía y materiales del medio ambiente con la sociedad, constituyéndose, por tanto, en una poderosa herramienta teórico-metodológica para explicar la interacción sociedad-naturaleza.

Esta perspectiva de análisis parte de la premisa según la cual, de forma similar a los organismos vivos que requieren una serie de reacciones químicas complejas en sus sistemas para funcionar, el metabolismo de las sociedades permite caracterizar el patrón de flujos de energía y materiales asociado a la propia reproducción de las sociedades humanas (Şorman, 2015, 41).

El concepto de “metabolismo” surgió en el siglo XIX en los escritos de Moleschoot, von Liebig, Boussingault, Arrhenius y Podolinsky, y designaba el intercambio de energía y sustancias entre los órganos y el medio ambiente, así como la totalidad de las reacciones bioquímicas de los sistemas vivos (Şorman, 2015, 41). Marx y

Engels fueron de los primeros en utilizar el término “metabolismo” para referirse a las dinámicas de cambio y evolución socioambiental (Şorman, 2015, 41). De manera específica, Karl Marx incorporó el término metabolismo o intercambio orgánico (*stoffwechsel*) en alusión a las relaciones materiales entre el hombre y la naturaleza (Schmidt, 1976; Toledo, 2013; González de Molina & Toledo, 2011). Pronto, algunos autores destacados desarrollaron, a partir del concepto, propuestas biofísicas concretas del análisis económico, como son los casos de Sergei Podolinsky, Wilhelm Ostwald, Frederick Soddy o Patrick Geddes entre finales del siglo XIX y principios del siglo XX (Martínez-Alier & Schlupmann, 1987; Fischer-Kowalski & Hüttler, 1998; Fischer-Kowalski, 2002; referenciados por Infante-Amate et al., 2017).

Hacia finales de la década de 1960 algunos académicos como Boulding y Ayres retomaron la dimensión biofísica incluida en los análisis marxistas decimonónicos; estos precursores de la Economía Ecológica promovieron el redescubrimiento conceptual y metodológico del Metabolismo Social. De particular relevancia son los trabajos y conceptos desarrollados por Nicholas Georgescu-Roegen (1996), quien, a partir de la conceptualización y distinción entre fondos y flujos, promovió el desarrollo de los primeros análisis sistemáticos de flujos de materiales y energía. Los análisis fueron profundizados y ampliados posteriormente por la escuela vienesa del metabolismo social, que incursionaba en el análisis biofísico a partir de sendos estudios de flujos materiales y energéticos (MEFA) de las economías, donde se centraron en las transiciones históricas entre la economía agrícola y la industrial, y la cuantificación de dichos flujos (Haberl et al., 2007); aunque también se centraron en la evaluación de los cambios ecosistémicos relacionados con estos flujos, o, en otras palabras, la “colonización” de los ecosistemas terrestres (Padovan, 2015). Una vertiente que ha cobrado relevancia dentro de este tipo de estudios —aunque a partir del desarrollo de indicadores específicos— es aquella abocada específicamente al análisis histórico de los sistemas agrarios en diversas partes del mundo, y es en esta vertiente que se ubica el trabajo que aquí inicia.

En lo que respecta a los análisis biofísicos en perspectiva de trayectoria, cabe destacar que, de acuerdo con González de Molina, 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 entorno puede medirse a través del origen, trayectoria y destino de la energía y los materiales requeridos por ella a lo largo del tiempo, creando así diferentes regímenes socio-metabólicos. Como gran parte de las sociedades han desarrollado un grado creciente de complejidad material construida a partir de un consumo cada vez mayor de energía y materiales, tenemos como resultado que la historia de la humanidad, o al menos parte de ella, ha pasado de un metabolismo natural (de bajo impacto ecológico) a un metabolismo industrial (claramente insustentable), pasando por un metabolismo orgánico (de relativa sustentabilidad), de modo que son parte de un proceso caracterizado por un

aumento constante de los aportes energéticos externos al ecosistema y una tasa decreciente de reutilización (González de Molina, 2009).

Desde el enfoque metabólico, el “progreso” económico ha tendido a ser inversamente proporcional a la sustentabilidad ambiental. Dado el carácter global de dicho proceso, la historia de la humanidad, según Toledo y Barrera-Bassols, 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 lo largo del tiempo, las sociedades han tendido a aumentar la energía exosomática sobre la endosomática, de modo que el cociente exo/endo puede ser un indicador de la complejidad material de las sociedades. Los autores dan cuenta de las especificidades que caracterizan la transición de un metabolismo natural a uno orgánico como una sucesión de actos de apropiación, donde la acción humana desarticula o desorganiza los ecosistemas de los que se apropia, para introducir conjuntos de especies domesticadas o en proceso de domesticación (Toledo & Barrera-Bassols, 2008).

En suma, cuanto más cerca estén los agroecosistemas del metabolismo natural, más sustentables serán, y cuanto más cerca estén del metabolismo industrial serán menos sustentables. Así, la agricultura tradicional europea, profusamente analizada en los últimos años, muestra tasas de retorno energético muy disímiles en función del contexto socioambiental y espaciotemporal del que se trate (González de Molina, 2001; Cussó et al., 2006; Guzmán & González de Molina, 2007; Marull et al., 2010; Infante, 2012; Infante & González de Molina, 2013; Galán et al., 2016; Marull et al., 2016; Díez et al., 2018; Díez et al., 2019). Sin embargo, como señalan Ellis et al., es evidente la tendencia general de creciente insustentabilidad y pérdida de eficiencia energética, generada a partir de la transición de una agricultura milenaria a una agricultura que, aunque de base orgánica, se hizo cada vez más intensiva y dependiente de insumos energéticos externos al agroecosistema (Ellis et al., 2019).

Lo anterior pues, si bien el rendimiento de los cultivos ha aumentado sensiblemente en las últimas décadas, la energía necesaria (en forma de insumos, maquinaria y combustibles) invertida para lograrlo, en muchos casos, se ha incrementado en forma más que proporcional (Sarandón & Flores, 2014b, pp. 28-29). Por lo tanto, la eficiencia energética (energía cosechada por unidad de energía utilizada) ha disminuido peligrosamente. Sarandón y Flores, aportan algunos ejemplos contundentes de la anterior tendencia, inherente a la imposición y consolidación del modelo de agricultura industrial de la Revolución Verde. Señalan, por ejemplo, citando a Pimentel et al. (1990) que desde el año 1700 hasta 1900 el incremento en el uso de la energía (principalmente fósil) aumentó 17 veces, mientras que, en el mismo período, los rendimientos del maíz aumentaron solo 3 veces. En China, Dazhong & Pimentel (1990) daban cuenta de cómo desde 1950 la energía utilizada en la agricultura (con el advenimiento de los fertilizantes sintéticos, pesticidas y maquinaria) aumentó unas 100 veces para incrementar los rendimientos 3 veces. Lo anterior implica que cada vez se requiere más energía para producir aumentos en los rendimientos. El modelo agrícola moderno, intensivo y altamente productivo, se asienta en el uso de elevadas cantidades

de insumos derivados del petróleo, en forma de aportes directos de combustibles e indirectos para la producción de agroquímicos, fertilizantes, maquinaria y semillas, como lo ha señalado con claridad Gliessman (Sarandón & Flores, 2014b). En algunos sistemas, la proporción de energía renovable representa solo un 7 a 16% de la energía primaria total utilizada, mostrando la alta dependencia de energía no renovable de los modelos intensivos de agricultura (Sarandón & Flores, 2014b).

Para medir la sustentabilidad de los agroecosistemas se ha propuesto la contabilización de los retornos energéticos. Se partió del modelo propuesto por varios autores donde se sigue la metodología general desarrollada en el contexto del proyecto internacional Sustainable Farm Systems (SFS), (González de Molina et al., 2020; Díez et al., 2018; Galán et al., 2016; Marull et al., 2016; Tello et al., 2016; Gingrich et al., 2018a; Gingrich et al., 2018b; Guzmán & González de Molina, 2007) de la misma forma que otros trabajos previos que han analizado los sistemas agrarios de varias regiones del país en distintas temporalidades (Goebel & Montero, 2022; Montero & Goebel, 2022; Montero & Goebel, 2023). Si bien las premisas interpretativas son las mismas, en seguida se presentarán con detalle sus fundamentos conceptuales y operativos, con miras a establecer la lógica y alcances de su aplicación en el caso específico del agroecosistema bajo estudio.

De esta forma, el modelo básico se desarrolló a partir de la mencionada distinción propuesta por Georgescu-Roegen entre fondos y flujos, a partir de la que estableció una forma de dar cuenta de la transformación y circulación de la energía que caracteriza la estructura y funcionamiento de los sistemas agrarios desde una perspectiva agroecológica (Georgescu-Roegen, 1971). Partiendo de esta premisa, un concepto básico para el análisis sociometabólico es el de fondos. Estos se definen por su capacidad de transformar los flujos biofísicos y proporcionar bienes y servicios útiles para los productores agrícolas y la sociedad, permitiendo al mismo tiempo el mantenimiento de la funcionalidad de los agroecosistemas. Por tanto, los fondos solo pueden transformar flujos energéticos a un ritmo determinado, ya que necesitan una inversión energética para la reproducción de su capacidad y funcionamiento a lo largo del tiempo (Díez et al., 2018). Los principales recursos vivos de un agroecosistema son los cultivos, el ganado, la comunidad agrícola y la biodiversidad asociada a la explotación (Goebel & Montero, 2022; Montero & Goebel, 2022; Montero & Goebel, 2023).

Los fondos constituyen la estructura básica del agroecosistema, a partir de la cual pueden distinguirse distintos flujos portadores de energía en función de su uso, finalidad y origen. A partir de esta premisa, se definen por su capacidad para transformar los flujos biofísicos y proporcionar bienes y servicios útiles para los productores agrícolas y la sociedad. Los distintos flujos energéticos son absorbidos y provistos por estos fondos, lo que abre la posibilidad de interconectarlos a través de una red energética dotada de creciente complejidad e integración o, por el contrario, mantenerlos separados en cadenas de bioconversión cada vez más simples y lineales (Díez, 2019).

Antes de presentar los flujos es necesario definir algunos conceptos clave dentro del MS y específicamente del Metabolismo Social Agrario, en el que se sustenta el presente trabajo (González de Molina et al., 2019). El Producto Final (PF) comprende toda la biomasa del ecosistema de una región que puede ser utilizada por la comunidad local o vendida a los mercados (local, regional, nacional e internacional), incluyendo los cultivos y la madera (Producción Final Vegetal) y los productos derivados de la ganadería (Producción Final Animal). Los Insumos Externos (IE) comprenden la energía incorporada desde fuera del agroecosistema, ya sea a través de la mano de obra o mediante el uso de insumos energéticos industriales (mano de obra, maquinaria, fertilizantes minerales, pesticidas y electricidad) (Díez et al., 2018; Marco et al., 2018; Gingrich et al., 2018a; Gingrich et al., 2018b; Marull et al., 2015; Tello et al., 2015; Aguilera et al., 2015). La Biomasa Reutilizada (BR) comprende las reincorporaciones a los agroecosistemas como residuos ganaderos, semillas locales o rastrojos quemados o enterrados en los suelos (Gingrich et al., 2018a; Gingrich et al., 2018b; Galán et al., 2016). La BR dentro del agroecosistema conlleva impactos ambientales muy diferentes a los generados por los IE. De hecho, por debajo de cierto nivel, la primera contribuye al mantenimiento de la complejidad del ecosistema al favorecer la articulación territorial y limitar la desestructuración de los ciclos locales de energía y nutrientes (Gingrich et al., 2018a; Gingrich et al., 2018b). Por último, la Producción Primaria Neta (PPN) comprende toda la fitomasa producida biológicamente por las diferentes cubiertas del suelo dentro de un agroecosistema (cultivos, pastos y bosques) e incluye la biomasa cosechada (frutos de los cultivos y sus residuos) y la biomasa no cosechada (raíces y plantas adventicias asociadas) (Díez et al., 2018). Se expresa en la siguiente ecuación:

$$PPN_t = PfV_t + BR_t + BnC_t$$

Donde:

PfV_t =Producción final vegetal

BR_t =Biomasa Reutilizada

BnC_t = Biomasa no cosechada

Siguiendo los trabajos de Urrego (Urrego-Mesa et al., 2019; Urrego, 2021), Díez et al. (2018), Guzmán et al. (2018), Guzmán y González de Molina (2017), Galán et al. (2016) y Tello et al. (2015) se analizan los flujos energéticos socioeconómicos y agroecológicos. Los primeros examinan la energía producida por el sistema para el consumo humano y la energía invertida por la comunidad agraria y la sociedad. Los segundos consideran la productividad fotosintética completa del agroecosistema, yendo más allá de la biomasa utilizada por los humanos, tomando también en cuenta el espacio disponible para la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos (Díez et al., 2018).

Desde la perspectiva socioeconómica, el EROI Final (FEROI) mide la eficiencia de los agroecosistemas como portadores de energía, dirigidos a satisfacer las necesidades de la sociedad (alimentos, combustibles, materias primas). Toma en consideración la inversión total realizada por los agricultores con

respecto a los insumos totales consumidos tanto externos (EI) como internos (BR) (Urrego et al., 2021).

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

El FEROI se divide en EROI Final Interno (IFEROI) si se trata de la biomasa producida por el agroecosistema y reinvertida en él por los agricultores (BR), y EROI Final Externo (EFEROI) si se trata de los insumos energéticos externos (EI) que la sociedad y los productores agrícolas invierten en el agroecosistema desde el exterior. Según Urrego (Urrego et al., 2021), el IFEROI muestra el retorno energético del esfuerzo realizado por los agricultores para reutilizar los flujos de biomasa que sirven para reproducir los fondos vivos del agroecosistema. El IFEROI es entonces el cociente entre la PF y la BR. Según Guzmán y González de Molina (2007), el EROI Final Interno (IFEROI) se refiere a la eficiencia con la que la biomasa reciclada intencionadamente se convierte en un producto útil para la sociedad.

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

Por otro lado, el EFEROI proporciona información sobre la capacidad del sistema agrícola para proporcionar a la sociedad más energía de la que recibe y también muestra la dependencia de los IE en el funcionamiento de los agroecosistemas. En este trabajo, el EFEROI es la relación entre la PF y los IE, teniendo en cuenta la mayoría de los insumos energéticos que se contabilizan en los análisis energéticos agrícolas tradicionales, pero excluyendo los insumos locales de piensos o estiércol.

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

Desde un punto de vista agroecológico, el PPN-EROI evalúa el rendimiento energético total del agroecosistema más allá de la perspectiva del aprovisionamiento humano.

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

Para efectos del presente trabajo, y siguiendo lo propuesto por Díez et al. (2018) y Urrego (2021) se calculó el EROI Agroecológico Final (AFEROI) que se diferencia del FEROI porque contempla la biomasa no cosechada, es decir, la que permanece en el agroecosistema. Esto implica asumir que la producción final es el resultado de un proceso común entre la intervención humana y la naturaleza.

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

También se obtuvo el EROI Biodiversidad (Bio-EROI), que proporciona una medida de la capacidad del agroecosistema para mantener la biodiversidad asociada a la unidad productiva, esto se realiza a través de la disponibilidad de flujos de biomasa no asignados por el ser humano por unidad de portadores energéticos totales. Estos fluyen a través del agroecosistema y se convierten en insumos para todos los seres

vivos heterótrofos no domésticos; es decir, la fauna de los ecosistemas circundantes al agroecosistema.

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

De esta manera, los indicadores socioeconómicos y agroecológicos recién expuestos permiten explicar, de manera aproximativa, los cambios y permanencias en el perfil material de los agroecosistemas y sus interacciones con su entorno ecológico y social a través del tiempo (Goebel & Montero, 2022; Montero & Goebel, 2022; Montero & Goebel, 2023).

Fuentes y tratamiento de los datos

Como ya se ha mencionado, el presente trabajo se centró en el análisis del cantón Vásquez de Coronado, cuyo perfil agroecológico se procuró dimensionar desde los referentes teóricos y perspectivas de análisis expuestas líneas atrás.

Fundado en 1910, Vásquez de Coronado es el cantón número 11 de la provincia de San José. Limita al norte con Heredia y Sarapiquí, al oeste con Heredia y Moravia, al este con Oreamuno y Pococí, y al sur con Oreamuno, el cantón central de Cartago y Goicoechea. Cuenta en la actualidad con cinco distritos: San Isidro (cabecera del cantón), San Rafael, Dulce Nombre de Jesús, Patalillo y Cascajal. (Ver Figura 1).

De esta manera, el cantón en sí mismo al momento de su delimitación formal es la unidad básica del análisis. Para su desarrollo se tomaron como base diversas fuentes estadísticas del año 1910 y cercanas a dicho año, siendo la principal el Censo Agrícola de 1910. Esta fuente se complementó con los Anuarios Estadísticos de 1909 y 1910, así como con el Censo Agrícola de 1914, que si bien rebasa el estrecho margen temporal que hemos definido para el análisis, se constituye en una importante fuente de contraste, especialmente para el cotejo de datos en procura de una mayor precisión, así como para detectar posibles imprecisiones con los datos en la fuente base.

A partir de dicha definición espacial, proponemos un análisis seccional centrado únicamente en el año 1910, por ser este el año de creación formal del cantón. En este sentido, cabe destacar que normalmente este tipo de análisis ponen el acento en la transición socioecológica, es decir, en la comparación entre varios momentos con el fin de dimensionar cambios y permanencias en el perfil agroecológico de un sistema agrario particular. En nuestro caso, por el contrario, más que varias “fotografías” secuenciales del sistema agrario, en procura de establecer relaciones y tensiones entre modernidad y tradición (y las múltiples experimentaciones intermedias posibles) en lo que al análisis de flujos-fondo del agroecosistema se refiere; centraremos nuestra atención en un único momento, una suerte de radiografía detallada del sistema agrario de Coronado en el primer momento en que este puede ser caracterizado. Esta aclaración es de vital importancia, pues explica por qué a lo largo del análisis nos referiremos al perfil socioecológico del sistema agrario cantonal y no a su transición.

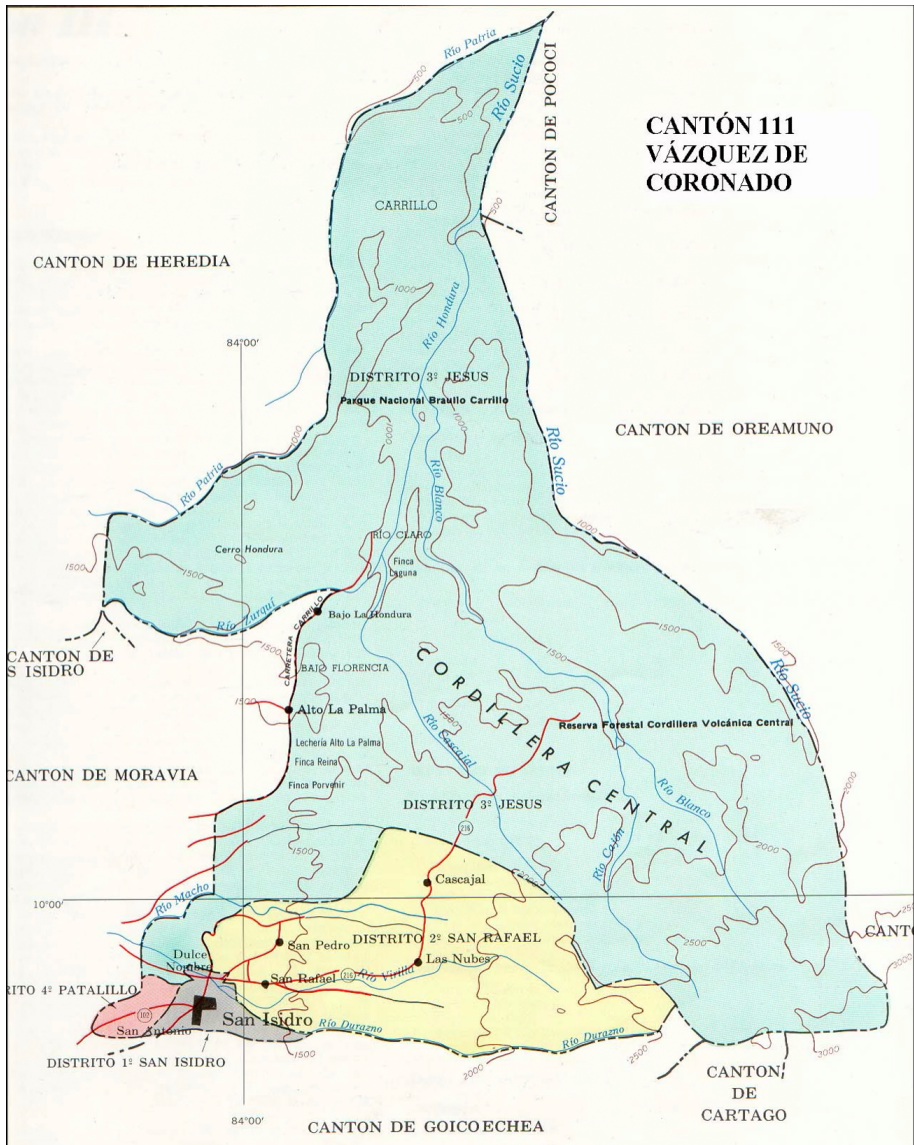


Figura 1. Cantón de Vázquez de Coronado

Nota. Cantón de Vázquez de Coronado» de Apega71 - Trabajo propio. Disponible bajo la licencia CC BY-SA 3.0 vía Wikimedia Commons - Wikimedia Commons. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cant%C3%B3n_de_V%C3%A1squez_de_Coronado.jpg#/media/File:Cant%C3%B3n_de_V%C3%A1squez_de_Coronado.jpg

Cabe destacar, en este sentido, que en otros trabajos ya hemos dado cuenta, parcial e indirectamente cómo, desde la década de 1920, Coronado presentaba todos los rasgos de la especialización en ganadería de leche, como corolario de un intenso proceso de explotación forestal y construcción de un espacio potrerizado que caracteriza al cantón aún en nuestros días (Goebel, 2013). Desconocemos, empero, si esta fisionomía lechera ya se encontraba presente al momento de la fundación cantonal, o sí, por el contrario, la representación de dicho espacio como uno de labradores abocados a la producción de subsistencia para el autoconsumo familiar o la comercialización excedentaria, presente en el imaginario de sus pobladores aún en nuestros días, tenía sustento en la materialidad del agroecosistema. Y es, precisamente, el dilucidar con la mayor claridad posible si Coronado en 1910 conservaba los rasgos del policultivo tradicional y la consecuente articulación territorial y eficiencia energética habitualmente asociadas a dichos sistemas agrarios, o si los hallazgos analizados para la década de 1920 son parte de una suerte de continuidad estructural en la especialización lechera, lo que guía el presente estudio.

Para calcular los retornos energéticos se organizaron los datos en una matriz. Como interesa conocer la dinámica de todo el agroecosistema cantonal, se recogió información sobre superficie (hectáreas) y producción (toneladas) de los principales cultivos agrícolas, así como de pastos y bosques. El uso de suelo forestal contempló los bosques arbolados y los charrales, y se obtuvo la producción, la productividad y la caja forestal; esta última indica cuánto del recurso fue destinado a leña, madera y postes o deforestación. La primera operación consistió en la homogenización de los datos en toneladas y luego, a partir de un factor de conversión, en TJ. El uso de suelos pastoriles contempló tanto el área dedicada a los pastos mejorados (o introducidos) como aquellos de baja productividad. Posteriormente, se uniformaron los datos en unidades energéticas. La producción se transformó en terajulios (TJ) y los rendimientos energéticos en gigajulios por hectárea (GJ/ha).

La estimación del destino de la PPN se obtuvo de los factores desarrollados en el marco del trabajo de Guzmán y González de Molina (2017), y aplicados en trabajos análogos (Goebel & Montero, 2022; Montero & Goebel, 2022; Montero & Goebel, 2023).

El valor nos indica qué parte (en porcentaje) de la producción final se destinó al consumo humano o animal, qué parte se reutilizó en el agroecosistema y qué parte no fue cosechada. También recogimos datos sobre la composición de la cabaña ganadera en cuanto a su tamaño (número de cabezas) y los rendimientos de carne, leche, cebo y cueros (kg mf/cabeza). Ambas variables nos permitieron calcular la producción en GJ/cabeza mediante un factor de conversión tomado del trabajo de Aguilera et al. (2015). Asimismo, obtuvimos valores sobre la caja ganadera que indica el ganado demandado y disponible en TJ como unidad energética. La información anterior se obtuvo de los censos agrícolas mencionados, aunque cabe señalar que se desarrolló un trabajo sistemático de homogeneización de datos y unidades de medida.

Con respecto a la información para contabilizar los IE se recurrió a distintas fuentes, aunque la información para este período es tanto dispersa como escasa. La fuente base para el análisis, empero, fue el Anuario Estadístico de 1904, así como las revistas y boletines agrícolas de años cercanos al período. A través de estas fuentes, y de factores de conversión específicos desarrollados en trabajos análogos, se contabilizó la cantidad de abono orgánico (dosis de NPK) incorporada al agroecosistema en estudio. Se trata de abonos de origen orgánico, dada la inexistencia de fertilizantes de origen fósil, pero provenientes de otras regiones del país, otros sistemas agrarios u otros países (como el caso del guano importado del Perú, del cual encontramos datos de importación en los Anuarios estadísticos). Utilizamos como unidad de medida los kg/ha.

En lo que respecta a los factores de conversión para la estimación de los insumos externos, nos basamos en el trabajo de [Infante-Amate y Picado \(2018\)](#) para el caso del abono orgánico ([Infante & Picado, 2018](#)) y en el estudio de [Aguilera et al. \(2015\)](#), para lo concerniente a los tratamientos, el trabajo humano y la maquinaria.

En lo que respecta al riego, se recurrió a censos agropecuarios posteriores al año analizado, dada la falta de información, especialmente el Censo Agropecuario de 1955. Con base en esta fuente y la debida contextualización, se trató de obtener una aproximación de la extensión regada según uso de la tierra (anual, permanente, potreros y pastizales) en el cantón. Si bien la información de la matriz es por cultivo, es fácil determinar, a partir de la información proporcionada por el Censo, qué cultivos son permanentes o de labranza. Hemos tenido que partir de esta información más global para asignar los valores.

La información del Censo de 1910 es relativamente omisa en lo que respecta a lo que podríamos llamar el parque tecnológico. Sin embargo, contiene los datos de la fuerza animal (bueyes), que es básica para el análisis de un sistema agrario tradicional en lo que a tecnología se refiere. La fuerza humana y animal, además de un instrumental agrícola rudimentario, es la base tecnológica de, virtualmente, cualquier sistema agrario en el mundo en el año analizado y, especialmente, uno reducido y con predominio de pequeña propiedad agropecuaria. Por lo que la estimación no resulta compleja en tanto no sea necesario acceder, por ejemplo, al número de explotaciones con acceso a maquinaria (arados, sembradoras, cosechadoras, trilladoras, picadoras de pasto y tractores) y su análisis energético como insumos externos. La matriz de datos del presente análisis 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. Como es de suponer, en nuestro análisis nos basamos en la subcategoría machete para todas las actividades agrupadas en la categoría “maquinaria”. Finalmente, la información sobre horas de trabajo se obtuvo de los informes de costos de producción desarrollados principalmente por el MAG o instituciones relacionadas con fomento de algunas actividades agrícolas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Coronado antes y después de su creación: la construcción material y simbólica de un espacio campesino/lechero

El cantón Vásquez de Coronado, conocido popularmente bajo el nombre de Coronado, es, sin duda, un prototipo, como ningún otro, de espacio especializado en ganadería bovina de leche en Costa Rica. Y se menciona como ningún otro debido a que hay ciertos rasgos que le dan una singularidad que no poseen otros espacios análogos de vocación agroganadera. Uno de estos rasgos lo constituye el hecho de que el cantón es un *hinterland* de San José, una clara área de influencia de la región y la ciudad que mayor cantidad de recursos demanda y se apropia de su entorno biofísico inmediato. Otra característica de este cantón josefino es que, si bien no ha estado ajeno a los procesos de expansión urbana de San José, posee aún hoy —aunque de manera decreciente—, un notorio espacio que, claramente, podríamos considerar y clasificar como rural.

En el imaginario popular, no parece haber duda de que la vocación ganadera coexiste con la representación del cantón como uno dedicado a la agricultura de subsistencia. Esta representación de Coronado como un espacio lechero y campesino, hunde sus raíces en el hecho de que sus primeros habitantes eran mayoritariamente agricultores provenientes de otras regiones, que comenzaron a asentarse en el futuro cantón a lo largo del siglo XIX, pero más claramente hacia las décadas de 1860 y 1870. Vale recordar en este sentido que, para 1841, lo que hoy constituye parte del cantón Vásquez de Coronado, conformaba el cuartel de San Isidro del Barrio San Juan. La población que surgió de este proceso de colonización espontánea fue bautizada en 1864 con el nombre de San Isidro de Arenilla ([Municipalidad de Vásquez de Coronado, s.f.](#)). El hecho de que en 1878 se erigiera la parroquia con advocación a San Isidro Labrador no parece dejar dudas sobre la vocación agrícola y, al mismo tiempo, el peso que en el imaginario popular ostenta la agricultura en este cantón josefino desde antes de su propia fundación oficial en 1910.

Poco sabemos sobre los derechos de propiedad que específicamente se fueron constituyendo en el cantón. Lo que sí parece quedar claro con información procedente de zonas colindantes y cercanas a dicho espacio, es que los denuncios de tierras para la construcción de viviendas y el desarrollo de la agricultura eran, al igual que en otras partes del país, las que predominaban. Se trataba de solicitudes de gracias, una suerte de “premios” que el gobierno tenía establecidos para la colonización y puesta en producción de tierras situadas en lugares distantes ([Archivo Nacional de Costa Rica -en adelante ANCR-, Serie, Juzgado Contencioso Administrativo, 2694; ANCR, Serie, Juzgado Contencioso Administrativo, 2786; ANCR, Serie, Juzgado Contencioso Administrativo, 3241; ANCR, Serie, Juzgado Contencioso Administrativo, 3142; ANCR, Serie, Juzgado Contencioso Administrativo, 3145; ANCR, Serie,](#)

Juzgado Contencioso Administrativo, 3374; ANCR, Serie, Juzgado Contencioso Administrativo, 2693; ANCR, Serie, Juzgado Contencioso Administrativo, 2787; ANCR, Serie, Juzgado Contencioso Administrativo, 2695).

Evidentemente, para la puesta en producción de los terrenos, era indispensable la eliminación de una amplia porción de la cobertura forestal, al tiempo que el comercio de las maderas en no pocas ocasiones contribuía de manera notoria a la implementación de los cultivos y, en general, al desarrollo de otras actividades de mayor rentabilidad.

Lo cierto es que el proceso de reorganización territorial que condujo a la potrerización creciente del cantón, era indispensable para la ulterior especialización en ganadería bovina de leche. Este era un proceso que, en Coronado, se desarrollaba de manera masiva y con notoria intensidad apenas una década después de su creación.

En efecto, como vemos con claridad en las [Tablas 1 y 2](#), el cantón que concentra el mayor incremento del “área bosques” en todo San José para 1924, es precisamente Vásquez de Coronado, que pasa de 11.123 hectáreas de bosque en 1924, a la sorprendente cantidad de 433.287 hectáreas dedicadas a la explotación forestal solo un año más tarde. (Ver [Figuras 2 y 3](#))

Si bien podríamos, sin duda, desconfiar de la veracidad de los datos, otras fuentes parecen confirmar, al menos parcialmente, el carácter intensivo de la explotación forestal en San José, pero especialmente en Coronado en la década de 1920. Estas fuentes parecen dar cuenta de que, muy distante de la imagen bucólica de unos cuantos labradores que trabajaban la tierra únicamente para su sustento diario básico, o, en el otro extremo, el predominio indisputable de las explotaciones cafetaleras de distinto tamaño y composición; la industria maderera en la capital y sus *hinterlands* era un lucrativo negocio con su propia lógica y dinámica, que se incrementó ostensiblemente precisamente en esos años. En 1923, por ejemplo, la Dirección General de Estadística y Censos daba cuenta de la existencia de 104 carboneras, 57 carpinterías y ninguna fábrica de muebles en San José ([ANCR, Serie Dirección General de Estadística y Censos, 586](#)). Apenas cuatro años más tarde, en 1927, se consigna la existencia de 796 carboneras, 53 carpinterías y 6 fábricas de muebles ([ANCR, Serie Dirección General de Estadística y Censos, 586](#)).

Tabla 1.
Provincia de San José: Área ocupada por bosques (monte y montaña) según cantón (1924)

CANTÓN	ÁREA MONTE	ÁREA MONTAÑA	TOTAL ÁREA BOSQUES
SAN JOSÉ	95	1	96
ESCAZÚ	489	349	838
DESAMPARADOS	117	104	221
PURISCAL	1482	805	2287
TARRAZÚ	1536	3161	4697
ASERRÍ	88	103	191
MORA	748	238	986
GOICOECHEA	0	0	0
SANTA ANA	3948	696	4644
ALAJUELITA	39	349	388
CORONADO	641	10482	11123
ACOSTA	940	947	1887
TIBÁS	4	0	4
MORAVIA	143	698	841
MONTES DE OCA	3	0	3
TURRUBARES	1939	590	2529
TOTALES	12212	18523	30735

Nota. Fuente: ANCR, Serie Estadística y Censos, doc. 586, 1923-1927

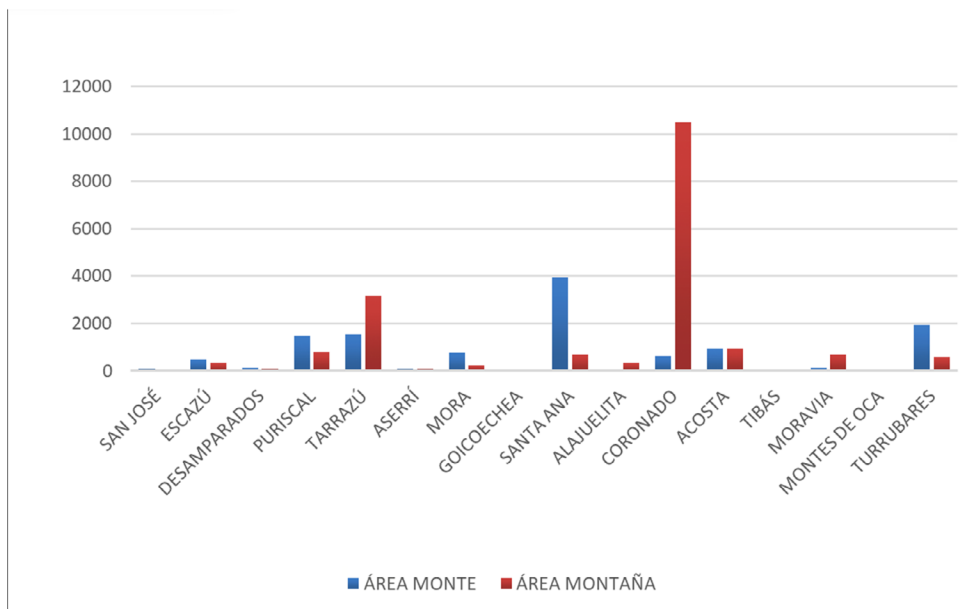


Figura 2. Superficie en hectáreas de “monte” y “montaña” en los cantones josefinos. Año: 1924.

Nota. ANCR, Serie Estadística y Censos, doc. 586, 1923-1927. Elaboración propia.

Tabla 2
Provincia de San José: Área ocupada por bosques (monte y montaña) según cantón (1925)

CANTÓN	ÁREA MONTE	ÁREA MONTAÑA	TOTAL ÁREA BOSQUES
SAN JOSÉ	86	6	92
ESCAZÚ	489	349	838
DESAMPARADOS	381	558	939
PURISCAL	1866	2602	4468
TARRAZÚ	12610	22176	34786
ASERRÍ	20	97	117
MORA	899	286	1185
GOICOECHEA	331	124	455
SANTA ANA	890	614	1504
ALAJUELITA	56	69	125
CORONADO	0	433287	433287
ACOSTA	940	947	1887
TIBÁS	4	0	4
MORAVIA	10	250	260
MONTES DE OCA	13	0	13
TURRUBARES	622	475	1097
TOTALES	19217	461840	481057

Nota. Fuente: ANCR, Serie Estadística y Censos, doc. 586, 1923-1927.

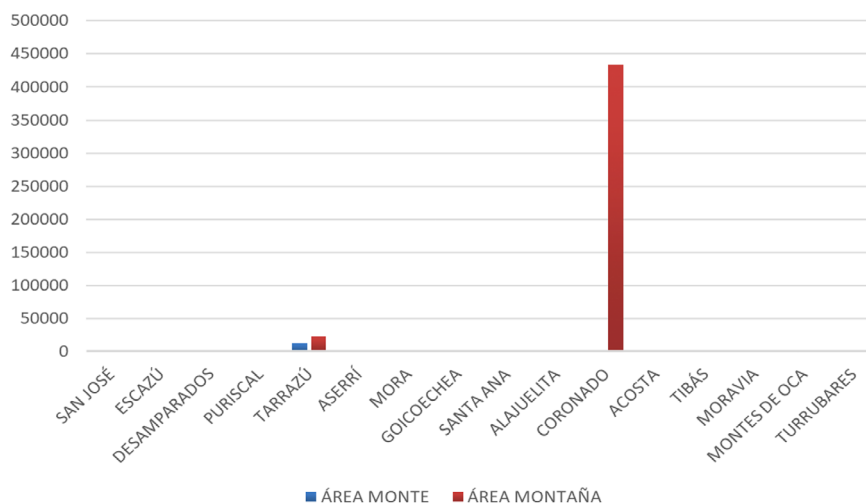


Figura 3. Superficie en hectáreas de "monte" y "montaña" en los cantones josefinos. Año: 1925.

Nota. Fuente: ANCR, Serie Estadística y Censos, doc. 586, 1923-1927. Elaboración propia.

Como se observa, el incremento de las actividades dedicadas a la explotación de madera como materia prima, o bien final, es más que notable en la capital costarricense en los años en que precisamente el área forestal crecía de manera vertiginosa. Esos mismos años registran un incremento sustancial en los instrumentos requeridos para la explotación forestal. En 1923 las estadísticas oficiales registraban la existencia de 16 sierras manuales, 2 a vapor y 15 hidráulicas en San José. En 1926 las sierras manuales ascendían a 49, las de vapor a 9 y las hidráulicas a 18 (ANCR, *Serie Dirección General de Estadística y Censos*, 586).

En este contexto, no podemos dejar de lado lo que ya hemos analizado en otro lugar sobre el comercio internacional de madera en esos años (Goebel, 2013). Vale la pena recordar que una de nuestras hipótesis centrales sobre los cambios en los regímenes de aprovechamiento comercial de la madera se basa en nuestra consideración de que, precisamente en estos años en que las exportaciones de madera disminuyeron hasta casi desaparecer del escenario exportador costarricense, se dio una combinación entre el desarrollo de plantaciones comerciales de árboles como las realizadas en el Caribe, y la deforestación sistemática de nuevas áreas incorporadas a un régimen de tala sistemática; ambos procesos impulsados por los cambios en los patrones de consumo de madera y la consecuente ampliación del número de especies consideradas exportables. En consecuencia, las zonas del interior josefino, como Coronado, al igual que otras provincias y regiones del país que tradicionalmente no eran consideradas boscosas, recibieron, desde nuestra perspectiva, una mayor presión del mercado internacional, expresada territorialmente en el “crecimiento” de sus áreas boscosas. Este “crecimiento”, entonces, no fue otra cosa que la expansión de la superficie forestal explotable.

En este sentido, llama la atención que tan solo un año después del impresionante aumento de la superficie forestal que acabamos de reseñar, la superficie forestal ya se había reducido a menos de la mitad, al pasar de 481,057 hectáreas a tan solo 223,165 hectáreas. Este descenso se da debido a la disminución de la superficie forestal en el cantón de Vásquez de Coronado, donde se pasó de 433,287 hectáreas a 157,843 hectáreas en tan solo un año, a pesar de que continuó siendo por mucho el cantón que mayor explotación forestal experimentó en la capital costarricense durante esos años (Ver [Tabla 3](#) y [Figura 4](#)).

Entonces, desde al menos la década de 1920, Vásquez de Coronado experimentó un profundo proceso de deforestación que se tradujo, finalmente, en una drástica transformación del paisaje. Este adquirió la fisonomía que le caracterizaría hasta nuestros días: extensas propiedades dedicadas a la ganadería bovina de leche, combinadas con espacios relativamente exigüos dedicados a la agricultura. Todo lo anterior acompañado de un espacio urbano en constante crecimiento, donde las viviendas y los establecimientos dedicados a la venta de productos y servicios se intercalaban con otros ámbitos como el institucional y el religioso.

Tabla 3
Provincia de San José: Área ocupada por bosques (monte y montaña) según cantón (1926)

CANTÓN	ÁREA MONTE	ÁREA MONTAÑA	TOTAL ÁREA BOSQUES
SAN JOSÉ	138	5	143
ESCAZÚ	489	389	878
DESAMPARADOS	576	17	593
PURISCAL	1761	3259	5020
TARRAZÚ	8519	787	9306
ASERRÍ	12730	8445	21175
MORA	2436	705	3141
GOICOECHEA	349	10	359
SANTA ANA	500	349	849
ALAJUELITA	56	349	405
CORONADO	264	157579	157843
ACOSTA	712	447	1159
TIBÁS	4		4
MORAVIA	41	349	390
MONTE DE OCA	30		30
TURRUBARES	1326	1150	2476
TOTALES	5153	14384	19537

Nota. Fuente: ANCR, Serie Estadística y Censos, doc. 586, 1923-1927.

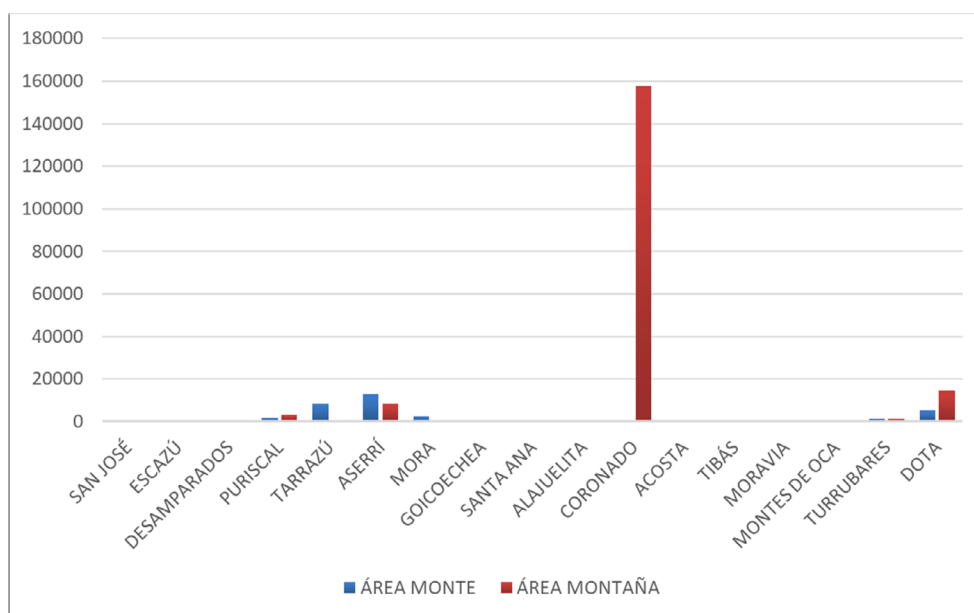


Figura 4. Superficie en hectáreas de “monte” y “montaña” en los cantones josefinos. Año: 1926.

Nota. Fuente: ANCR, Serie Estadística y Censos, doc. 586, 1923-192. Elaboración propia.

De esta manera, todo parece indicar que la especialización ganadera de Coronado fue relativamente temprana, y fue impulsada por un proceso de deforestación intensiva que terminó por configurar el paisaje de potrero predominante en buena parte del cantón.

En un boletín promocional de la Junta Nacional de Turismo, publicado en 1936 y titulado *Sight Seeing in Costa Rica. The Heart of the Americas*, la promoción del país como un paraíso natural privilegiado por la belleza escénica de sus diversos paisajes, ocupa un lugar destacado (Junta Nacional de Turismo de Costa Rica, 1936).

Si bien la belleza escénica del paisaje era, entre otros, un elemento notablemente destacado en la publicación, lo cierto es que en ocasiones este paisaje al que se hace alusión está dominado por una naturaleza ordenada, profundamente transformada y productiva. Tal es el caso, precisamente, de Vásquez de Coronado, el cual es desatacado en la publicación por el “paisaje lechero” prototípico del cantón, donde el turista disfrutaría de la puesta del sol iluminando las montañas distantes. Lo más llamativo, empero, es la icónica fotografía de Las Nubes (en el actual distrito de Cascajal), que no parecen dejar dudas sobre la vocación bovina del cantón ya para la década de 1930. (Ver Figura 5)

A pesar de lo anterior, desconocemos si, al propio momento de su constitución formal, Coronado ya presentaba los rasgos recién expuestos y si el intenso proceso de reorganización del paisaje, por lo tanto, venía desde tiempo atrás, o si, por el contrario, se gestó mayoritariamente a partir de la delimitación administrativa formal.

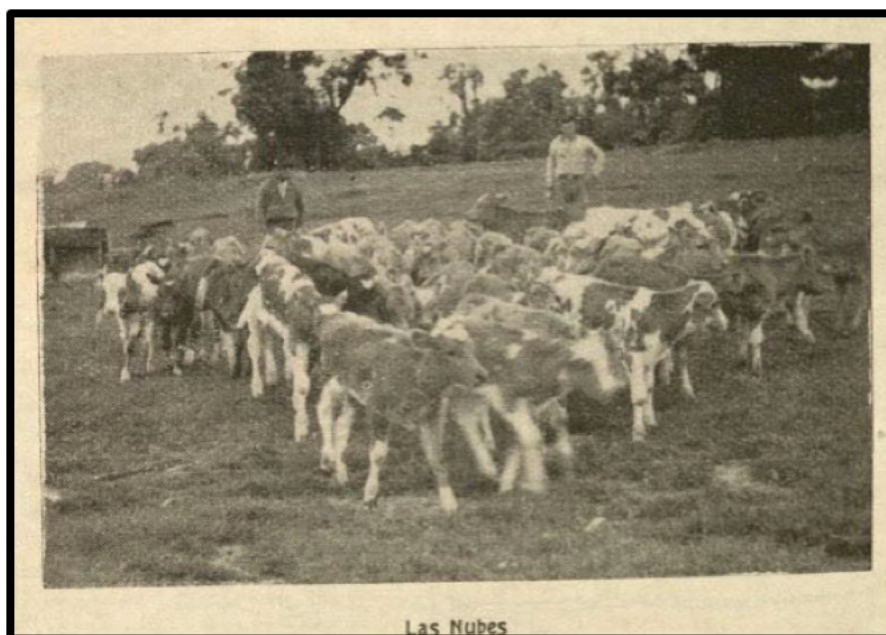


Figura 5. *Las Nubes de Coronado.*

Nota. Fuente: *Sight Seeing in Costa Rica. The Heart of the Americas*, p. 23.

Y es precisamente tras la contextualización (retrospectiva y prospectiva) anterior que procederemos a explicar, a partir de un análisis detallado del perfil agroecológico cantonal en 1910 y de la contabilidad de los flujos-fondo y las tasas de retorno energéticos (Multi-EROI), las diferentes lógicas de intercambio de energía y materiales del cantón. De modo que con ello se pueda explicar la (in)sustentabilidad del sistema agrario en estudio, con el objetivo de dar cuenta de la arquitectura agroecológica de dicho espacio y su relación con el proceso creciente de reordenamiento productivo y reorganización del paisaje que culminaría con la construcción de un espacio “lechero”.

Producción, flujos y retornos de energía en el cantón Vásquez de Coronado al momento de su creación (1910)

En 1910, el bosque dominaba el paisaje del novel cantón josefino de Vásquez de Coronado. Este se constituía en el principal tipo de aprovechamiento al representar el 50% del espacio agrosilvopastoril, lo que parece dar cuenta de que el recién creado cantón aún conservaba los rasgos de un espacio de frontera (Ver Figura 6). No muy de lejos, empero, encontramos a los pastos para la ganadería, que representaban el 44% de dicho espacio, lo que no parece dejar dudas de que, al momento de su creación, la especialización productiva cantonal en ganadería de leche comenzaba a delinearse con claridad. Finalmente, tenemos el espacio dedicado a los cultivos, que apenas alcanzaba un 6% del área productiva, evidencia de que la agricultura, en términos territoriales, era escasamente relevante. Sin embargo, el agroecosistema en estudio era relativamente biodiverso, lo que parece indicar que el perfil socioecológico del cantón recién fundado incluía un importante espacio ganadero-forestal acompañado de un espacio agrícola que aún conservaba rasgos tradicionales; espacio desarrollado por pequeños productores agropecuarios que representaban buena parte de los habitantes originarios del cantón o sus descendientes, algo sobre lo que se deberá profundizar en futuras investigaciones.

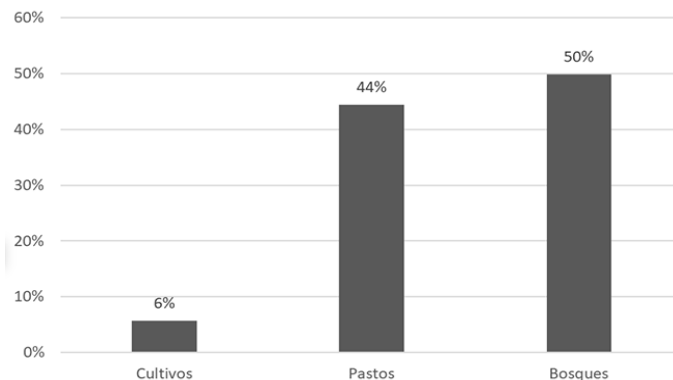


Figura 6. Principales usos del suelo (%) en el cantón Vásquez de Coronado (1910).

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de los Censos Agrícolas de 1910 y 1914, así como de los Anuarios Estadísticos de 1909 y 1910.²

Los rasgos tradicionales del agroecosistema bajo análisis se evidencian en el predominio del maíz en el espacio cultivado, con un 58% de la superficie dedicada a la producción agrícola (Ver Figura 7). Se considera que la mayor parte de la producción maicera era para el autoconsumo y comercialización excedentaria, pues el maíz continuaba siendo la base alimentaria del Valle Central costarricense, algo que solo cambiaría después de la década de 1950, ya que, a partir de la implementación de estímulos estatales y privados, se impulsó la expansión e intensificación productiva del arroz (Montero & Goebel, 2022; Piszcz, 1982); producto que, además, sustituyó de manera paulatina, pero creciente, al maíz en la dieta costarricense (aunque con variaciones intrarregionales).

Tabla 4
Usos del suelo agrícola (hectáreas) en el cantón Vásquez de Coronado por principales cultivos 1910

Cultivos	1910 (HAS)
Maíz	280
Frijol	14
Papa	28
Yuca	1
Plátano	63
Caña	35
Café	63
TOTALES	483

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de los Censos Agrícolas de 1910 y 1914, así como de los Anuarios Estadísticos de 1909 y 1910.³

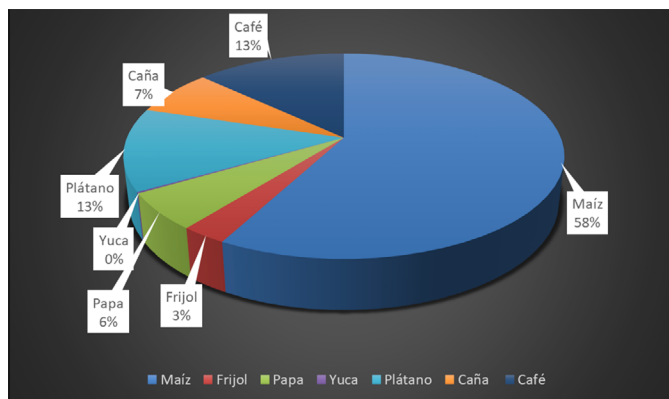


Figura 7. Usos del suelo agrícola (%) en el cantón Vásquez de Coronado por principales cultivos (1910).

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de la Tabla 4.

Vale recordar en este sentido que el arroz es un alimento cuya forma de producción es “ajena a la tradición agroalimentaria mesoamericana y a los nichos ecológicos en donde se reproduce la memoria biocultural de los pueblos mesoamericanos asociados al maíz” (Solano, 2021, pp. 4-5), por lo que su introducción y generalización en la dieta

nacional fue parte no solo de la transición hacia formas crecientemente insustentables de producción agropecuaria, sino también de un profundo cambio cultural en el que tuvo lugar un desplazamiento del maíz como alimento primario a nivel local, regional y nacional y, además, se sentaron las bases para un consumo creciente y, por último, hegemónico, del arroz en detrimento del maíz. Esto contrasta ostensiblemente con otros contextos, como es el caso prototípico de México, donde el maíz observa una persistencia estructural y un profundo papel histórico en la memoria biocultural y las identidades, pero también en la economía, las relaciones de poder y la política (Florescano, 1969).

Asimismo, en los usos del suelo agrícola del cantón —y muy distante del predominio maicero—, encontramos en igual proporción al café y al plátano (13%). El café, como sabemos, era el cultivo comercial por excelencia que, como bien se sabe, se produjo en todo el territorio costarricense en alguna medida, siendo las tierras altas de Coronado idóneas para la siembra de la baya. El plátano, por su parte, es un producto característico del policultivo de subsistencia que dominó la escena agropecuaria en el Valle Central al menos hasta la segunda mitad del siglo XX; hasta que se da su desplazamiento definitivo por las grandes explotaciones agropecuarias dominadas mayoritariamente por el binomio café-caña, con la consecuente pérdida de agrobiodiversidad que dicho cambio supuso, y que tuvo como corolario la industrialización final de la agricultura vallecentralina hacia la década de 1990.

La caña de azúcar, cultivo comercial que solía acompañar al café como los cultivos principales de exportación desarrollados en la Región Central de Costa Rica, y que, de hecho, solían coexistir con los productos tradicionales, ocupa la cuarta posición en uso del suelo agrícola con un 7% del espacio agrícola cultivado. A este producto lo sigue no muy de lejos la papa (6%), característica del policultivo tradicional pero también, de manera específica, de las explotaciones agrícolas del Este del Valle Central, especialmente del sistema agrario de la provincia de Cartago.

Los productos que menor espacio ocupaban en el agroecosistema en estudio son el frijol (3%) y la yuca (0%) dos cultivos característicos de la agricultura tradicional que, presumiblemente, se mantenían únicamente para el autoconsumo de los productores agropecuarios.

El análisis de los cultivos por área nos indica un claro predominio del maíz, seguido muy de lejos, como se observó anteriormente, del café y el plátano. No obstante, una lectura energética nos ofrece una visión distinta. La Producción Primaria Neta (PPN) corresponde a toda la fitomasa biológicamente producida por las distintas cubiertas del suelo dentro de un agroecosistema (incluyendo la Biomasa Cosechada -BC- y Biomasa no Cosechada -BnC-). Los resultados arrojan que, si bien el maíz domina la producción de biomasa en el momento analizado, no observa un predominio tan marcado como el que ostenta en términos territoriales. El grano fue el responsable del 31% de la PPN en 1910, pero seguido muy de cerca por el plátano que produjo el 29% de la biomasa del agroecosistema, que, a su vez, era seguido por la caña de azúcar y el café con

un 20% y 18% de la PPN respectivamente. La papa, el frijol y la yuca apenas y figuraban como portadores energéticos del agroecosistema en estudio (Ver Tabla 5 y Figura 8).

Tabla 5

Producción agrícola en unidades energéticas de los cultivos agrícolas en el cantón Vásquez de Coronado (1910)	
Cultivos	1910 (TJ)
Maíz	4,2
Frijol	0,1
Papa	0,1
Yuca	-
Plátano	4,0
Caña	2,7
Café	2,5
TOTALES	13,6

Nota Fuente: Elaboración propia a partir de los Censos Agrícolas de 1910 y 1914, así como de los Anuarios Estadísticos de 1909 y 1910.

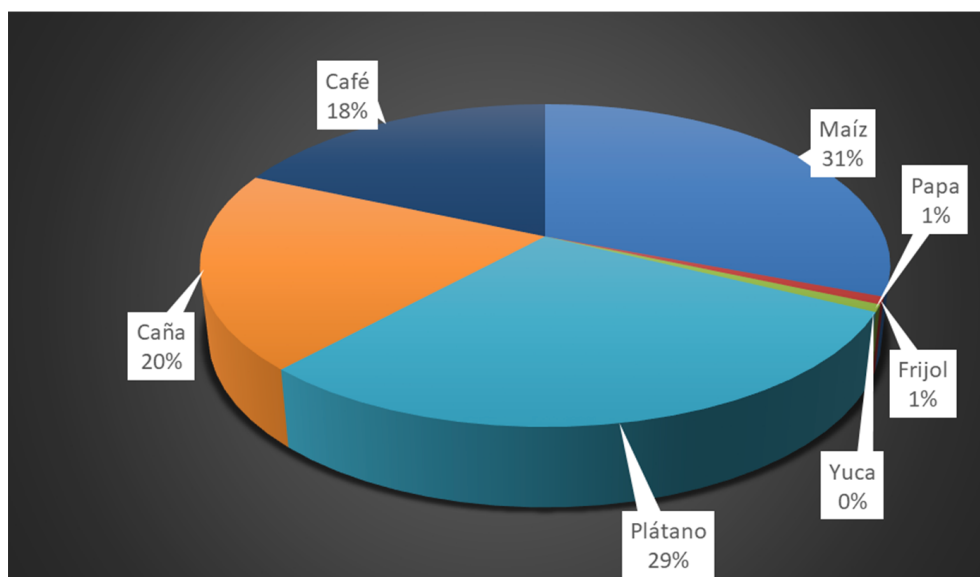


Figura 8. Producción agrícola (%) de los cultivos agrícolas en el cantón Vásquez de Coronado (1910).

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de la Tabla 5.

Las diferencias entre el predominio territorial y la producción energética de los cultivos se encuentran estrechamente vinculadas con las disimilitudes en su productividad y en su densidad energética. En el caso de esta última es notablemente mayor en el plátano y la caña de azúcar en relación con el maíz y el café, solo para mencionar los ejemplos más claros en nuestro análisis.

Cabe destacar aquí el caso de la caña de azúcar. Su mayor contribución en la biomasa producida se debe a sus altos rendimientos por hectárea (produce muchos más kg que el resto de los cultivos) y a su alta densidad energética (cada kg de azúcar cuenta con mucha más energía). De modo que, en términos energéticos, es más relevante que cultivos como el café, que ocupa casi el doble de espacio en términos territoriales que el cultivo cañero y, sin embargo, contribuye en menor proporción a la PPN de los cultivos que la caña. Algo similar sucede con el plátano, que, si bien ocupa el mismo espacio productivo que el café, produce 1,6 veces más energía que dicho cultivo. En este caso, dado el carácter tradicional del plátano en todas sus facetas productivas, consideramos que la diferencia con respecto a otros cultivos comerciales, como el café, en la producción de biomasa, radica más en la densidad energética del cultivo que en los rendimientos por hectárea, lo que lo diferencia de la caña de azúcar, cuyo elevado peso como portador energético parece obedecer a una combinación de ambos factores.

En 1910 el agroecosistema de Coronado no había pasado aún por el proceso de ganaderización, como lo evidencia el hecho de que los bosques fuesen la mayor fuente de producción de biomasa en el año analizado; a pesar de que, como ya se mencionó, la especialización ganadera que caracterizaría al cantón a lo largo del siglo XX ya se comenzaba a delinear, lo que se evidenciaba en el amplio espacio territorial ocupado por los pastos, la mayor parte de ellos en forma de potreros (Ver Figura 9). De hecho, al momento de su creación Coronado contaba con más de 5000 cabezas de ganado vacuno, un número muy superior al promedio de los cantones rurales josefinos en ese mismo año, que en su mayoría no alcanzaban las 500 cabezas (Dirección General de estadística y Censos, Anuario Estadístico, 1909).

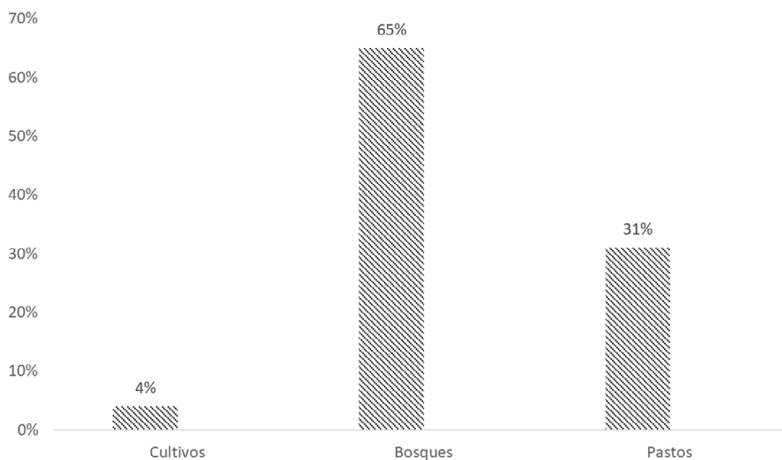


Figura 9. PPN por tipo de aprovechamiento en el cantón Vásquez de Coronado, 1910 (%).

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de los Censos Agrícolas de 1910 y 1914, así como de los Anuarios Estadísticos de 1909 y 1910.

En el momento histórico analizado, el Producto Final (PF) se atribuyó más a la Biomasa Reutilizada (BR) que al Producto Total (PT) (70% y 30%, respectiva-

mente), siendo destinada la mayor parte de la BR precisamente a la alimentación animal (Ver [Tabla 6](#)). Las reincorporaciones de pastos (alimento animal) representaban un 95% de la BR mientras que aquellas en forma de semillas no alcanzaban el medio punto porcentual. Las reincorporaciones bajo la modalidad de abonos verdes representaban un 4% de la BR, lo que no deja dudas del carácter tradicional-orgánico del agroecosistema en estudio, así como del escaso peso territorial de la agricultura en relación con una actividad ganadera en franco crecimiento y que tendía a desarticularse del territorio en el que se desarrollaba.

Tabla 6

Flujos energéticos en el cantón Vásquez de Coronado (1910)		
	1910	
PPN		796
Biomasa No cosechada	461	c
Producción Total	347	30%
Continuación tabla, siguiente tabla		
Producción Final Total	105	
Producción Final Vegetal	93	
Producción Final Animal	12	
Biomasa Reusada	242	70%
Alimento Animal	231	
Semillas	1	
Abono verde	10	
Insumos externos	16	6,2%
Trabajo Humano	0,0	
Maquinaria	0,0	
Fertilización	16,0	
Tratamientos	-	
Riego	-	
Inputs Totales	258,2	

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

Así, los resultados muestran la relación entre una gran cantidad de ganado —en relación con el territorio del cantón— que consumía una elevada dotación de pasto del agroecosistema, pero cuya producción en términos energéticos era escasa. La eficiencia energética del agroecosistema, en suma, dependía de una agricultura que, aun siendo tradicional, era incapaz de contrarrestar las huellas del elevado consumo y la escasa producción energética de la ganadería.

Vale recordar que los animales, al no ser productores primarios como las plantas, ostentan una baja eficiencia energética como bioconvertidores, lo que impone una carga considerable a cualquier sistema, no solo en términos energéticos, sino también en relación con la competencia con los usos del suelo para alimento humano. Además, el estiércol animal, que en un agroecosistema tradicional era reutilizado como fertilizante, al perder dicha función por la excesiva carga ganadera — algo que en el cantón bajo análisis parecía avanzar con rapidez y en buena medida haberse instalado antes de la delimitación político-administrativa de este espacio—, se convierte en un desecho que impacta en los ecosistemas, especialmente los fluviales y marinos.

Con respecto a los EROIS socioeconómicos; el EROI Final (FEROI), definido como el flujo que permite medir la eficiencia de los agroecosistemas como portadores de energía para satisfacer las necesidades de la sociedad (eficiencia del agroecosistema y no biodiversidad y funcionalidad ecosistémica), muestra ineficiencia. De acuerdo con la [Tabla 7](#), en 1910, al crearse el cantón josefino, por cada unidad de energía invertida se obtuvo 0,41 Terajulios (TJ), lo que indica un claro desbalance energético en el sentido de que no se recupera ni siquiera la unidad de energía incorporada ([Figura 10](#)).

Tabla 7
EROIS en el cantón Vásquez de Coronado (1910)

1910	
Final EROI	0,41
External Final EROI	6,59
Continuación tabla, siguiente tabla	
Internal EROI	0,43
NPP EROI	1,11
Biod. EROI	0,64
AFEROI	0,15

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

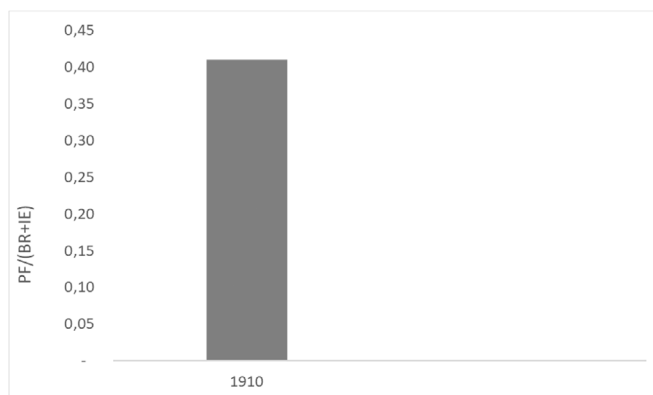


Figura 10. EROI Final (FEROI) en el cantón Vásquez de Coronado (1910).

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

El EROI Interno (IFEROI), flujo que mide la eficiencia con que la biomasa reciclada intencionalmente se transforma en un producto útil para la sociedad, o, dicho de otra manera, contabiliza el rendimiento energético del esfuerzo realizado por los agricultores para reutilizar los flujos de biomasa con el fin de reproducir los fondos vivos del agroecosistema, muestra, igualmente, una notable ineficiencia en el año analizado, y, por consiguiente, un comportamiento similar al del FEROI (Figura 11). El comportamiento de las tasas del EROI Final (FEROI) y el EROI Interno (IFEROI) son prácticamente idénticas porque la tasa de retorno general del agroecosistema se encuentra fuertemente vinculada al comportamiento de los insumos externos, que fueron escasos dentro del cantón bajo estudio, como lo muestra la [Tabla 6](#). Dicha ineficiencia también se explica por la combinación de una PF baja (por la escasa energía inherente de los cultivos predominantes, especialmente el maíz o el carácter espacialmente limitado de la agricultura como tipo de aprovechamiento) y el consecuente exceso de BR en forma de pasto para la alimentación animal.

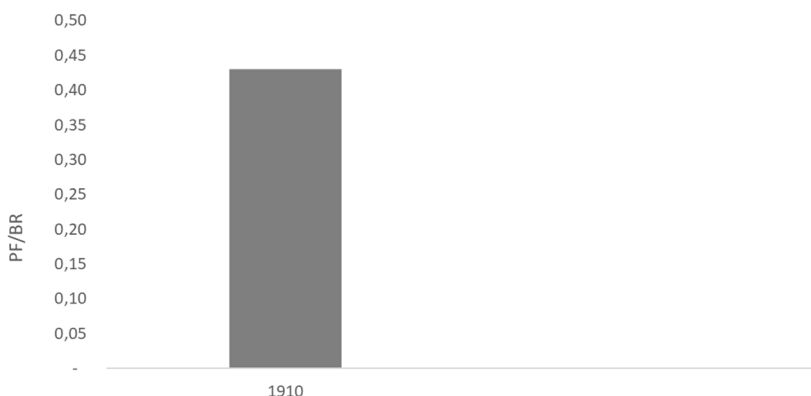


Figura 11. *EROI Final Interno (IFEROI) en el cantón Vásquez de Coronado (1910)*.

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

Vale recordar que cuando la Biomasa Reutilizada (BR) no es excesiva con respecto al Producto Final (PF), estamos frente a una de las mayores fuentes de sustentabilidad de los agroecosistemas. Sin embargo, generalmente un exceso de Biomasa Reutilizada (BR) se atribuye a sistemas con predominio ganadero, ya que los pastos en forma de alimento son las mayores reincorporaciones, justo lo que estamos observando en el cantón bajo análisis.

Lo anterior no parece dejar dudas de lo complejo que debe ser el equilibrio de la relación fondos-flujos en la construcción de alternativas de producción genuinamente sustentables y que dicho equilibrio no solo se basa en el carácter tradicional o moderno, en términos de intensificación productiva de los principales cultivos, sino también en la relación territorial entre las principales coberturas en el sistema agrario de pertenencia. En otras palabras, el carácter exiguo del espacio agrícola cultivado en relación con las amplias dimensiones que ocupaba en un territorio reducido el pasto para la ganadería, generaba unos desequilibrios territoriales que terminaban

alterando a profundidad y negativamente la eficiencia energética del agroecosistema, aun siendo este mayoritariamente tradicional en términos de la variedad y características de los cultivos predominantes y de los insumos energéticos requeridos para su reproducción y funcionamiento.

Continuando con el análisis, observamos una relación positiva entre los insumos externos y la producción final en el EROI Externo (EFEROI) (Figura 12), y una eficiencia notable, dado que por cada unidad de insumos externos incorporada al agroecosistema se obtenían más de 6 unidades y media. Este comportamiento parece estar directamente relacionado, precisamente, con el bajo nivel de insumos externos, circunscritos al trabajo humano (presumiblemente familiar) y animal, así como al uso de algún instrumental agrícola tradicional, dada la inexistencia de insumos fósiles (agroquímicos, pesticidas, maquinaria, electricidad, entre otros). De hecho, el 100% de los insumos externos está compuesto por fertilizantes (orgánicos) incorporados para la reposición de los nutrientes en algunos cultivos que, como el café, ya parecían requerir de insumos energéticos que el agroecosistema era incapaz de suministrar, especialmente por el desgaste de las tierras cafetaleras más antiguas. Las importaciones de guano, consignadas en los Anuarios Estadísticos de la época, parecen confirmar esta hipótesis, aunque se requerirá mayor profundidad analítica en futuras investigaciones para precisarla. Con todo, el peso de los Inputs Externos (IE) dentro de los inputs totales es relativamente bajo (6,2%) con respecto a la Biomasa Reutilizada (70%).

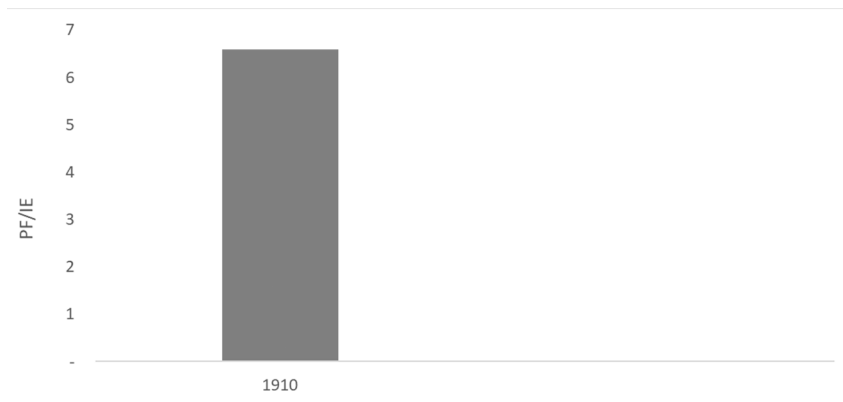


Figura 12. EROI Final Externo (EFEROI) en el cantón Vásquez de Coronado (1910).

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

En términos de los EROIS agroecológicos, los resultados muestran un cariz muy distinto de los socioeconómicos, pues dan cuenta de cómo, más allá de la provisión humana, la producción total biomasa en el agroecosistema fotosintetizada es ligeramente mayor a la energía invertida; es decir, muestra una mayor eficiencia (Figura 13).

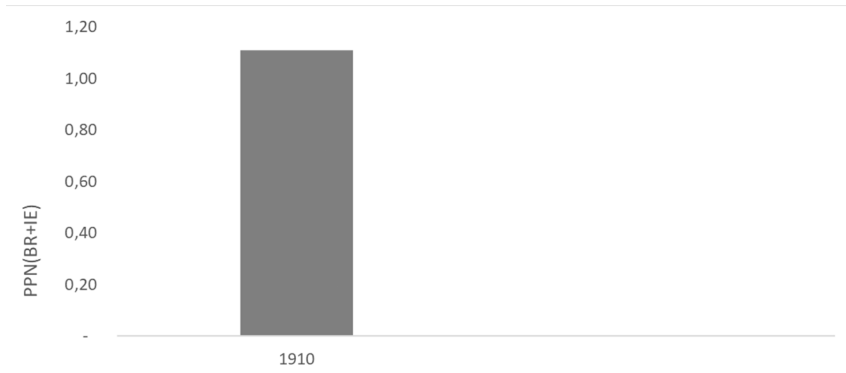


Figura 13. *Producción Primaria Neta (NPP-EROI) del cantón Vásquez de Coronado (1910).*

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

Esto no parece haber tenido lugar a partir de la expansión o el carácter intensivo de cultivos, sino más bien por el predominio de cultivos de subsistencia propios del policultivo tradicional (maíz y plátano) en los usos del suelo agrario y el predominio de los bosques como tipo de aprovechamiento. Donde estos últimos contribuían, finalmente, a compensar, aunque de manera precaria y únicamente en términos agroecológicos (no de la provisión humana), el creciente espacio ganadero que se construía en Coronado, y que terminaría por otorgarle una fisionomía prototípica de un espacio productor de ganadería bovina de leche.

En lo que respecta al EROI Biodiversidad (Biod-EROI), vale recordar que este es una medida de la colonización humana del agroecosistema. Esto implica que, entre valores extremos, 0 es indicador de un agroecosistema con una alta intervención, mientras que 1 remite a los ecosistemas naturales sin intervención humana, siendo por lo tanto un índice o coeficiente y no una tasa, como las anteriores. Por lo tanto, después de 0,50 la relación se considera fuerte, que en este caso implica que el agroecosistema tiene aún capacidad de 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, donde se convierten en insumos para todos los seres vivos heterótrofos no domésticos, es decir, la fauna de los ecosistemas circundantes a la explotación agropecuaria.

Lo anterior implica que el 0,64 obtenido del análisis indica una relativamente elevada 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 (Figura 14), y es consecuente con el elevado porcentaje de biomasa no cosechada (58%) de la PPN del agroecosistema en estudio.

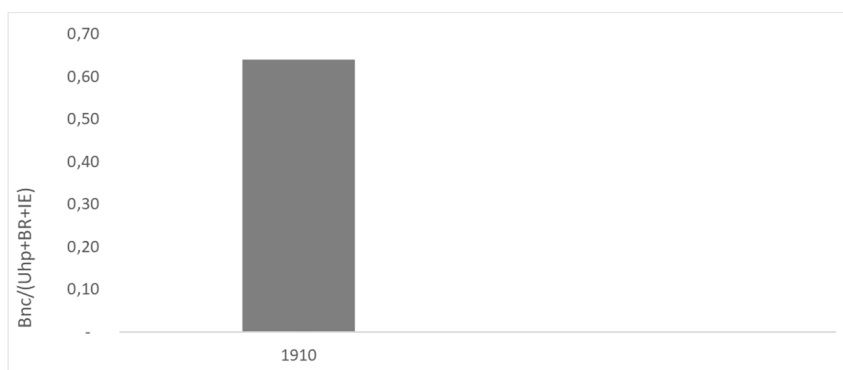


Figura 14. EROI Biodiversidad (Biod-EROI) en el cantón Vásquez de Coronado (1910).

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

El EROI Agroecológico Final (AFEROI), es el flujo que introduce la idea de que la Producción Final (PF) resulta de las interacciones entre la agricultura y los ecosistemas, lo que implica entender los productos agrícolas como una coproducción con la naturaleza. En el cantón y año analizados este flujo es notoriamente ineficiente, lo que se explica mayoritariamente por el contraste entre bajos niveles de PF y una BR excesiva, destinada principalmente a la alimentación animal (95%), siendo los flujos de energía internos del agroecosistema mayores que el contenido de energía de la biomasa extraída de él (Figura 15). Cabe destacar, además, que, en el año analizado, la participación del Producto Final Vegetal (PFV) fue alta en comparación con el Producto Final Animal (FAP).

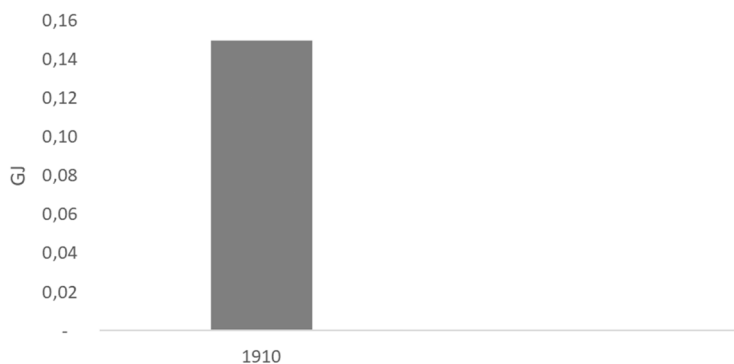


Figura 15. EROI Agroecológico Final (AFEROI) en el cantón Vásquez de Coronado (1910).

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

Además, la Biomasa Reutilizada (BR) era mayor que los Inputs Externos (IE), como ya se mencionó. Si bien la mayor parte de ella estaba compuesta por los pastos para la alimentación animal, el 4% correspondiente a los abonos verdes reviste una importancia insoslayable: la descomposición de las hojas de café, las hojas de los árboles de sombra y la broza del café (reincorporada después del beneficio), se convirtieron en una fuente importante de biomasa retornada al agroecosistema. Biomasa

que, sin embargo, estaba muy lejos de compensar los requerimientos biofísicos de una cabaña ganadera en franco crecimiento que entraba en tensión constante, tal y como se plantea, con la agricultura orgánica tradicional y, consecuentemente, con el pequeño productor agropecuario.

REFLEXIONES FINALES

Nuestros resultados dan cuenta que el cantón Vásquez de Coronado al momento de su delimitación político-administrativa presenta una ineficiencia notable en la mayor parte de los indicadores socioeconómicos energéticos y eficientes en la mayoría de los EROIS agroecológicos. De manera específica, el FEROI, como indicador general de la disponibilidad de energía para la provisión humana, y el IFEROI, que contabiliza el rendimiento energético del esfuerzo realizado por los agricultores para reutilizar los flujos de biomasa con el fin de reproducir los fondos vivos del agroecosistema; muestran tasas de retorno notablemente reducidas, donde la energía obtenida de la actividad agropecuaria era mucho menor que la energía invertida en ella. El EFEROI, por su parte, es lógicamente elevado por la escasa inversión en insumos energéticos externos al agroecosistema, al ser el sustrato energético de este mayoritariamente orgánico y donde la participación de la energía fósil fue tanto exigua como indirecta.

De los EROIS agroecológicos destaca el NPP EROI, cuya eficiencia relativa parece asociarse con la disponibilidad de biomasa fotosintetizada (especialmente forestal) por su predominio como tipo de aprovechamiento y el peso de cultivos de subsistencia (maíz y plátano) propios del policultivo tradicional en los usos del suelo agrario, y no por la expansión o el carácter intensivo de cultivos. También es remarcable la eficiencia relativa del EROI de la biodiversidad, relacionado con la capacidad del agroecosistema para mantener la biodiversidad asociada a la explotación a través de la disponibilidad de flujos de biomasa no apropiados por las unidades productivas, y que no parece dejar dudas de que el cantón analizado aún guardaba la fisonomía de frontera altamente biodiversa sin que la agricultura que se desarrollaba en dicho espacio comprometiera la recirculación de biomasa a través del consumo directo de energía por especies no domesticadas (Biomasa no Cosechada-BnC-). Todos estos flujos recirculantes que ayudan a reproducir los fondos vivos de los agroecosistemas son fundamentales en la sustentabilidad de un sistema agrario, dado que su contracción, asociada con la industrialización de la agricultura, daña sus servicios ecosistémicos basados en la naturaleza al ser reemplazados por un aumento de los Inputs Externos (IE), algo que claramente estaba muy lejos de suceder en el cantón josefino bajo estudio.

El AFEROI, por su parte, destaca por su ineficiencia. Esta parece estar relacionada con bajos niveles de PF y una BR excesiva, destinada mayoritariamente a la alimentación animal, y donde los flujos de energía internos del agroecosistema eran

mayores que el contenido de energía de la biomasa extraída de él. De hecho este es uno de los principales impulsores, a partir de nuestro análisis, de la insustentabilidad de Vásquez de Coronado: a diferencia de otros espacios ya analizados para el caso costarricense, la principal fuerza motora de la insustentabilidad del agroecosistema no es su escasa diversidad productiva, ni los mayores flujos de biomasa socializada a través del avance de la frontera de colonización, impulsados por formas de usos de la tierra llevados a cabo por los cultivos comerciales más extractivos; tampoco podían jugar un papel destacado los IE que apenas comenzaban a despuntar en una agricultura de cariz marcadamente tradicional. Lo reducido del espacio agrícola cultivado, aunado a la presencia de una cabaña ganadera creciente y altamente demandante de biomasa (con relación al territorio) en el momento de fundación del cantón josefino, parecen apuntar a ser las principales causas de la ineficiencia energética de este espacio en la mayor parte de los indicadores energéticos relacionados con la provisión humana y los agroecológicos relacionados con la reproducción de los fondos-flujos del agroecosistema.

De esta manera, en el espacio agrícola de Coronado parece predominar una suerte de agricultura tradicional policultivista desequilibrada desde el punto de vista de la provisión humana. Esta aún mantenía notables equilibrios en la relación agricultura-biodiversidad asociada, donde el exiguo espacio territorial de los productos tradicionales parece ser el mayor responsable, junto con la escasa energía inherente de dichos cultivos en relación con otros tipos de aprovechamiento (especialmente pastos para la ganadería), de la insustentabilidad del agroecosistema, especialmente en los indicadores socioeconómicos.

Lo productores agrícolas no parecían ser capaces de mantener una relación fondos-flujos estable y eficiente que les permitiera producir todo lo que consumían, aunque sí consumían todo o la mayor parte de lo producido.

De esta manera, uno de los aspectos que este trabajo busca traer a debate y discusión a partir de los hallazgos recién expuestos, es si la sola existencia y predominio de un policultivo de subsistencia garantiza la sustentabilidad de un agroecosistema. En este sentido, planteamos aquí que la agrobiodiversidad parece ser una condición necesaria, pero no suficiente, para alcanzar una agricultura socialmente justa y agroecológicamente balanceada. Lo anterior, por cuanto, si las combinaciones de espacios y cantidades de producción no permiten el aprovisionamiento material de los productores, otras opciones más insustentables, generadoras de desequilibrios mayores dada su orientación mercantil bajo la lógica de especialización productiva como primer estadio de la modernización del agro, pueden incursionar en dichos sistemas agrarios (como, en efecto, sucedió), tornando insustentables todas las relaciones fondos-flujos, y no solamente la dimensión socioeconómica de ellas. Esto no parece dejar dudas de la complejidad que representa la construcción de alternativas genuinamente sustentables en la relación agricultura-biodiversidad.

En suma, creemos que el carácter orgánico-tradicional de un sistema agrario no es garantía de sustentabilidad, sino que esta se debe construir a partir de un

complejo y delicado balance entre la agrobiodiversidad, los usos del suelo y los principales tipos de aprovechamiento, y de manera específica, de una combinación entre agricultura orgánica, ganadería regenerativa y saberes bioculturales, todo ello indispensable en la creación de sistemas alimentarios locales de base agroecológica. De esta manera, como se mencionó en la introducción del presente artículo, la agroecología debe entenderse con un nuevo enfoque que supere la concepción exclusivamente técnica de la agricultura moderna-industrial, transformándose a una que incorpore la relación entre la agricultura y el ambiente global y las dimensiones sociales, económicas, políticas, éticas y culturales. A la vez debe ser una agroecología donde la sustentabilidad sea vista como una búsqueda permanente de nuevos puntos de equilibrio entre estas diferentes dimensiones que pueden ser conflictivas entre sí en realidades concretas.

Para la consecución de tales fines, los sistemas agrarios históricos como el que aquí se analizó, son de vital importancia, no solo para dilucidar las fortalezas de la agricultura tradicional de base orgánica, sino también la presencia de las premisas económicas, sociales y culturales que resistieron los procesos de modernización-industrialización, pero también las que promovieron su desplazamiento y virtual eliminación, ambos aspectos presentes en el análisis que aquí concluye. Finalmente, se considera que la pregunta formulada en el título del presente trabajo debe responderse, inevitablemente, a partir de la ambigüedad única que refleja la complejidad y las tensiones socioecológicas a las que este trabajo buscó acercarse. Así, si se pregunta: ¿era el sistema agrario del cantón Vásquez de Coronado, al momento de su creación, un ejemplo de agroecología histórica o un caso de modernización temprana? La respuesta que se daría a partir del análisis sería contundente: sería ambos, y a la vez ninguno.

REFERENCIAS

- Aguilera, E., Guzmán, G., Infante-Amate, J., Soto, D., García-Ruiz, R., Herrera, A. Villa, I., Torremocha, E., Carranza, G., & González de Molina, M. (2015). *Embodied energy in agricultural inputs. Incorporating a historical perspective*. Sociedad Española de Historia Agraria - Documentos de Trabajo de la Sociedad de Estudios de Historia Agraria 1507. Recuperado de <https://ideas.repec.org/p/seh/wpaper/1507.html>. Con acceso el 1 de marzo de 2024.
- Anderson, C. R., Bruil, J., Chappell, M. J., Kiss, C., & Pimbert, M. P. (2021). *Agroecology Now! Transformations Towards More Just and Sustainable Food Systems*. Palgrave Macmillan. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-61315-0>
- Altieri, M. A. (2002). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. En S. J. Sarandón (Ed.), *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable* (pp. 49-56). Ediciones Científicas Americanas.
- Archivo Nacional de Costa Rica (ANCR), Juzgado Contencioso Administrativo, N° 2694, año 1882.
- Archivo Nacional de Costa Rica (ANCR), Juzgado Contencioso Administrativo, N° 2786, Denuncias de Minas, año 1882.

- Archivo Nacional de Costa Rica (ANCR), Juzgado Contencioso Administrativo, N° 3241, Denuncios de Minas, año 1882.
- Archivo Nacional de Costa Rica (ANCR), Juzgado Contencioso Administrativo, N° 3142, Denuncios de Minas, año 1883.
- Archivo Nacional de Costa Rica (ANCR), Juzgado Contencioso Administrativo, N° 3145, Denuncios de Minas, año 1883.
- Archivo Nacional de Costa Rica (ANCR), Juzgado Contencioso Administrativo, N° 3241, Denuncios de Minas, año 1882.
- Archivo Nacional de Costa Rica (ANCR), Juzgado Contencioso Administrativo, N° 3374, Denuncios de Minas, año 1883.
- Archivo Nacional de Costa Rica (ANCR), Juzgado Contencioso Administrativo, N° 2693, Denuncios de Minas, año 1883.
- Archivo Nacional de Costa Rica (ANCR), Juzgado Contencioso Administrativo, N° 2787, Denuncios de Minas, año 1883.
- Archivo Nacional de Costa Rica (ANCR), Juzgado Contencioso Administrativo, N° 2695, Denuncios de Minas, año 1883.
- Archivo Nacional de Costa Rica (ANCR), Serie Estadística y Censos, doc. 586, 1923-1927.
- Archivo Nacional de Costa Rica (ANCR), Serie Estadística y Censos, doc. 898, Cuadros del Censo Agrícola de la Provincia de San José, 1910.
- Cussó, X., Garrabou, R., & Tello, E. (2006). Social Metabolism in an Agrarian Region of Catalonia (Spain) in 1860-1870: Flows, Energy Balance and Land Use. *Ecological Economics*, 58(1), 49-65.
- Dazhong, W y Pimentel, D. (1990). Energy flow in Agroecosystems of Northeast China. En S.R. Gliessman (Ed.) *Agroecology: Researching the ecological basis for sustainable agriculture*. Springer-Verlag: 322-336.
- Díez, L., Cussó, X., Padró, R., Marco, I., Cattaneo, C., Olarieta, J. R., Garrabou, R., & Tello, E. (2018). 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(4–5), 399–417. <https://doi.org/10.1080/14735903.2018.1520382>.
- Díez, L., Olarieta, J. R., & Tello, E. (2019). Belowground and Aboveground Sustainability: Historical Management Change in a Mediterranean Agroecosystem (Les Oluges, Spain, 1860-1959-1999). *Human Ecology*, 47, 639- 651. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10745-019-00105-8>
- Dirección General de Estadística y Censos, *Censo Agrícola 1910*.
- Dirección General de Estadística y Censos, *Censo Agrícola 1914*.

- Dirección General de Estadística y Censos, *Anuario Estadístico 1909*.
- Dirección General de Estadística y Censos, *Anuario Estadístico 1910*.
- Ellis E. C., Kaplan, J. O., Fuller, D. Q., Vavrus S., Goldewijk, K. K., & Verburg, P. H. (2013). Used planet: A global history. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(20), 7978-7985.
- Fischer-Kowalski, M. (2002). Exploring the history of industrial metabolism. En R. U. Ayres & L. W. Ayres (Eds.), *A handbook of industrial ecology* (pp. 16-26). Edward Elgar Publishing.
- Fischer-Kowalski, M., & Haberl, H. (Eds.). (2007). *Socioecological transitions and global change: Trajectories of social metabolism and land use*. Edward Elgar Publishing.
- Fischer-Kowalski, M., & Hüttler, W. (1998). Society's metabolism, the intellectual history of materials flow analysis, part II, 1970–1998. *Journal of Industrial Ecology*, 2, 107-137. <https://doi.org/10.1162/jiec.1998.2.4.107>
- Florescano, E. (1969). *Precios del maíz y crisis agrícolas en México, 1708-1810*. El Colegio de México Centro de Estudios Históricos. <https://repositorio.colmex.mx/concern/books/xp68kk94r?locale=es>
- Galán, E., Padró, R., Marco, I., Tello, E., Cunfer, G., Guzmán, G., & Moreno-Delgado, D. (2016). 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*, 336, 13-25. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2016.05.012>
- Georgescu-Roegen, N. (1996). *La ley de la entropía y el proceso económico*. Fundación Argentaria. https://espai-marx.net/elsarbres/wp-content/uploads/2020/02/La_ley_de_la_Entrop_a_y_el_proceso_econ_mico_red.pdf
- Georgescu-Roegen, N. (1971). The entropy law and the economic process in retrospect. *Eastern Economic Journal*, 12(1), 3-25. <https://www.jstor.org/stable/40357380>
- Gingrich, S., Cunfer, G., & Aguilera, E. (2018a). Agroecosystem energy transitions: exploring the energy-land nexus in the course of industrialization. *Regional Environmental Change*, 18(2), 929-936. https://www.researchgate.net/publication/323991878_Agroecosystem_energy_transitions_exploring_the_energy-land_nexus_in_the_course_of_industrialization
- Gingrich, S., Marco, I., Aguilera, E., Padro, R., Cattaneo, C., Cunfer, G., & Watson, A. (2018b). Agroecosystem Energy Transitions in the Old and New Worlds: Trajectories and Determinants at the Regional Scale. *Regional Environmental Change*, 18, 1089-1101. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-017-1261-y#citeas>
- Gliessman, S. (2015). Agroecology: A growing field. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 39, 1–2. <https://doi.org/10.1080/21683565.2014.965869>
- Gliessman, S. (2016). Transforming food systems with agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 40(3), 187–189. <https://doi.org/10.1080/21683565.2015.1130765>

- Giraldo, O. F., & Rosset, P. M. (2016). La agroecología en una encrucijada: entre la institucionalidad y los movimientos sociales. *Guaju: Revista Brasileira de Desenvolvimento Territorial Sustentável*, 2(21), 14-37. <https://doi.org/10.5380/guaju.v2i1.48521>
- Goebel, A. (2013). *Los bosques del "progreso". Explotación forestal y régimen ambiental en Costa Rica: 1883-1955*. Editorial Nuevas Perspectivas. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/server/api/core/bitstreams/d36245a6-642d-4fee-a62b-26eaca70978e/content>
- Goebel, A., & Montero, A. (2022). 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). *Historia Ambiental Latinoamericana Y Caribeña (HALAC) Revista De La Solcha* 12(3), 214-254. <https://doi.org/10.32991/2237-2717.2022v12i3.p214-254>
- González de Molina, M. (2001). Condicionamientos Ambientales Del Crecimiento Agrario Español (Siglos XIX y XX). En M. González de Molina; J. Pujol; L. Fernández Prieto; D. Gallego; R. Garrabou (eds.). *El pozo de todos los males: sobre el atraso de la agricultura española Contemporánea*, (43-94). Editorial Crítica. https://www.researchgate.net/publication/344501323_El_pozo_de_todos_los_males_Sobre_el_la_agricultura_espanola_contemporanea
- González de Molina, Manuel. (2009). Sociedad, Naturaleza, Metabolismo Social. Sobre El Estatus Teórico de La Historia Ambiental. En A. N. Araújo; L. Rosalva (Coords.). *Agua, Poder Urbano y Metabolismo Social*, (217-238). Editora de La Benemerita Universidad Autónoma de Puebla. https://asihf.org/wp-content/uploads/2024/02/res26_10.pdf
- González de Molina, M., Petersen, P., Garrido, F., Caporal, F.R. (2021). *Introducción a la agroecología política*. CLACSO. <https://www.clacso.org/wp-content/uploads/2022/01/Introduccion-agroecologia.pdf>
- González de Molina, M., Soto, D., Guzmán, G., Infante-Amate, J., Aguilera, E., Vila Traver, J., & García-Ruiz, R. (2019). *Historia de la agricultura española desde una perspectiva biofísica (1900-2010)*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- González de Molina, M., & Toledo, V. (2011). *Metabolismos, naturaleza e historia*. Editorial Icaria.
- González de Molina, M., & Toledo, V. M. (2014). *The social metabolism: a socio-ecological theory of historical change*. Springer. https://www.researchgate.net/publication/270817639_The_Social_Metabolism_A_Socio-Ecological_Theory_of_Historical_Change
- González de Molina, M., Soto, D., Guzmán, G., Infante-Amate, J., Aguilera, E., Vila, J., & García, R. (2020). *The Social Metabolism of Spanish Agriculture, 1900–2008: The Mediterranean Way Towards Industrialization*. Springer Nature. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-20900-1>
- Guzmán, G. & González de Molina, M. (2007). Agricultura Tradicional versus Agricultura Ecológica. El coste territorial de la sustentabilidad. *Agroecología*, 2, 7-19. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2743002>
- Guzmán, G., & González de Molina, M. (2017). *Energy in Agroecosystems: A Tool for Assessing Sustainability*. CRC Press. https://www.researchgate.net/publication/312586682_Energy_in_Agroecosystems_A_Tool_for_Assessing_Sustainability

- Guzmán, G., González de Molina, M., Soto, D., Infante-Amate, J., & Aguilera, E. (2018). Spanish Agriculture from 1900 to 2008: A Long-Term Perspective on Agroecosystem Energy from an Agroecological Approach. *Regional Environmental Change*, 18, 995-1008. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-017-1136-2>
- Haberl, H., Fischer-Kowalski, M., Krausmann, F., Weisz, H., & Winiwarter, V. (2004). Progress towards sustainability? What the conceptual framework of material and energy flow accounting (MEFA) can offer. *Land Use Policy*, 21(3), 199-213. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2003.10.013>
- Infante-Amate, J. (2012). “Cuántos siglos de aceituna”. El carácter de la expansión olivarera en el sur de España (1750-1900). *Historia Agraria*, 58, 39-72. https://www.researchgate.net/publication/262005329_Cuantos_siglos_de_aceituna_El_caracter_de_la_expansion_olivarera_en_el_sur_de_Espana_1750-1900
- Infante-Amate, J., & Picado, W. (2018). Energy flows in the coffee plantations of Costa Rica: from traditional to modern systems (1935-2010). *Regional Environmental Change* 18, (4), 1059-1071. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-017-1263-9>
- Infante-Amate, J., & González de Molina, M. (2013). “Sustainable de-growth” in agriculture and food: an agro-ecological perspective on Spain’s agri-food system (year 2000). *Journal of Cleaner Production*, 38, 27-35. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.03.018>
- Junta Nacional de Turismo de Costa Rica. (1936). *Sight Seeing in Costa Rica. The Heart of the Americas* [Panfleto]. Borrasé Hnos. Julio.
- Marco, I., Padró, R., Cattaneo, C., Caravaca, J., & Tello, E. (2018). From Vineyards to Feedlots: A Fund-Flow Scanning of Sociometabolic Transition in the Vallès County (Catalonia) 1860–1956–1999. *Regional Environmental Change*, 18, 981-993. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-017-1172-y>
- Martínez, J. (2011). *El ecologismo de los pobres: conflictos ambientales y lenguajes de valoración*. Icaria Editorial.
- Martínez-Alier, J., & Schlupmann, K. (1987). *Ecological economics: Energy, environment and society*. Blackwell. https://www.academia.edu/96082220/Ecological_Economics_Energy_Environment_and_Society_By_Juan_Martinez_Alier_Oxford_Basil_Blackwell_1987_286_pp
- Marull, J., Font, C., Padró, R., Tello, E., & Panazzolo, A. (2016). Energy-Landscape Integrated Analysis of Agro-Ecosystems: How the Complexity of Energy Flows Shapes Landscape Patterns (Barcelona Province, 1860–2000). *Ecological Indicators*, 66, 30-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.01.015>
- Marull, J., Tello, E., Fullana, N., Murray, I., Jover, G., Font, C., Coll, F., Domene, E., Leoni, V., & Decolli T. (2015). Long-Term Bio-Cultural Heritage: Exploring the Intermediate Disturbance Hypothesis in Agro-Ecological Landscapes (Mallorca, c. 1850–2012). *Biodiversity and Conservation*, 24, 3217-3251.
- Marull, J., Pino, J., Tello, E., & Cordobilla, M. J. (2010). Social Metabolism, Landscape Change and Land-Use Planning in the Barcelona Metropolitan Region. *Land Use Policy*, 27(2), 497-510. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.07.004>

- Montero, A., & Goebel, A. (2022). Las semillas del despojo: transformaciones socioecológicas del espacio productivo especializado en cereales y ganadería (EPE_CG) en el contexto de la revolución verde. Costa Rica (1955-1973). *Sistema: revista de ciencias sociales*, (265), 105-137. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8652679>
- Montero, A., & Goebel, A. (2023). Socioecological transformations at the specialized productive space in coffee and sugarcane in the context of the Green Revolution. Costa Rica (1955-1973). *Ecological Economics* 208, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.107790>
- Municipalidad de Vásquez de Coronado. (s.f.) *Reseña Histórica*. <https://coromuni.go.cr/conozcanos/historia>
- Padovan, D. (2015). Assembling societal metabolism and social practices: The dynamics of sustainable and unsustainable reproduction. In P. Strandbakken & J. Gronow (Eds.), *The Consumer in Society: A tribute to Eivind Stø* (pp. 335-362). Abstrakt Forlag.
- Paulson, S., Gezon, L. y Watts, M. (2003). Locating the political in political ecology: An introduction. *Human Organization* 62, 205-217.
- Piszk, I. (1982). *La producción de arroz en Costa Rica: Políticas estatales y fuerzas sociales, 1970-80*. Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad de Costa Rica. <https://hdl.handle.net/10669/82546>
- Samper, M. (2003). Tierra, trabajo y tecnología en el desarrollo del capitalismo agrario en Costa Rica. *Historia Agraria* (29), 81-104. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=643213>.
- Sarandón, S., & Flores, C. C. (2014a). La Agroecología: el enfoque necesario para una agricultura sustentable. En S. J. Sarandón y C. C. Flores (Eds.), *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables* (42-69). Universidad Nacional de La Plata. <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/book/72>
- Sarandón, S. y Flores, C. C. (2014b). La insustentabilidad del modelo agrícola actual. En S. J. Sarandón y C. C. Flores (Eds.), *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables* (13-41). Universidad Nacional de La Plata. <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/book/72>
- Schmidt, A. (1976). *El concepto de naturaleza en Marx*. Siglo XXI Editores.
- Solano, V. (16 de febrero, 2021). *Historia social del uso cultural del maíz en La Gran Nicoya, Costa Rica: rupturas y resiliencias, 1930 – 1984*. [Presentación]. Examen de candidatura de Doctorado en Historia, Posgrado Centroamericano en Historia.
- Şorman, A. H. (2015). Metabolism, societal. En G. D'Alisa, F. Demaria, y G. Kallis (Eds.), *Degrowth: A vocabulary for a new era* (pp. 41-44). Routledge.
- Tello, E., Galán, E., Cunfer, G., Guzmán, G., González de Molina, M., Krausmann, F., & Moreno-Delgado, D. (2015). A proposal for a workable analysis of Energy Return on Investment (EROI) in agroecosystems. Part I: Analytical approach. *IFF Social Ecology Working Papers*, (156), 1-110.
- Tello, E., Sacristán, V., Cunfer, G., Guzmán, G., González de Molina, M. y Moreno-Delgado, D. (2016). 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*, 121, 160-174.

- Toledo, V. M. (2013). El metabolismo social: Una nueva teoría socioecológica. *Relaciones*, 136, 41-71. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rz/v34n136/v34n136a4.pdf>
- Toledo, V. M y Barrera-Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Icaria.
- Urrego, A. (2021). *The Social Metabolism of Tropical Agriculture: Agrarian Extractivism in Colombia (1916–2016)* [Tesis de Doctorado, Universidad de Barcelona]. Base de datos TDX, Tesis Doctorales en Xarxa. <http://hdl.handle.net/10803/672735>
- Urrego-Mesa, A., Infante-Amate, J., & Tello, E. (2019). Pastures and cash crops: biomass flows in the socio-metabolic transition of twentieth-century Colombian agriculture. *Sustainability*, 11, (117), 1-28. https://www.researchgate.net/publication/329929410_Pastures_and_Cash_Crops_Biomass_Flows_in_the_Socio-Metabolic_Transition_of_Twentieth-Century_Colombian_Agriculture
- Van Hauwermeiren, S. (1999). *Manual de Economía Ecológica*. Programa de Economía Ecológica/ Instituto de Ecología Política, ILDIS, Ediciones Abya-Yala , Instituto de Estudios Ecologistas del Tercer Mundo.
- Viales-Hurtado, R. (2008). La historia socioeconómica regional de Costa Rica. Una aproximación a la especialización productiva agropecuaria regional en Guanacaste. 1900-1950. En S. Chen, A. P. Malavassi y R. Viales Hurtado (Eds.), *Teoría y métodos de los estudios regionales y locales*. SIDEIN, 2008. https://www.researchgate.net/publication/282978265_La_historia_socioeconomica_regional_de_Costa_Rica_Una_aproximacion_a_la_especializacion_productiva_agropecuaria_regional_en_Guanacaste_1900-1950
- Walker, P.A. (2007). Political ecology: where is the politics? *Progress in Human Geography*, 31(3), 363–369.