



Metabolismos Rurales: Indicadores económico ecológicos y su aplicación a sistemas cafeteros

Alejandra González-Acevedo

Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.

bioaleja@utp.edu.co

Víctor M. Toledo

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, México.

vtoledo@cieco.unam.mx

Fecha de recepción: 21/03/2014. Fecha de aceptación: 15/08/2016

Resumen

Una dimensión clave en la nueva teoría del metabolismo social es aquella que se centra en el estudio de la apropiación de la naturaleza, y que puede definirse como metabolismo rural o agrario. Como una nueva contribución al análisis teórico y práctico de los metabolismos rurales, el presente ensayo propone un marco conceptual para la construcción de *indicadores económico ecológicos*. Los indicadores son elaborados mediante cálculos monetarios, energéticos y de trabajo y se aplican al análisis del comportamiento ecológico y económico de las unidades de apropiación. La sustentabilidad se define desde la escuela de la economía ecológica como el estudio de apropiaciones de la sociedad al medio natural, identificando todo tipo de relaciones. (Martínez Alier 1999). Toledo (2003) define cinco pilares de una sociedad sustentable que están en permanente articulación unos con otros. Estos son: diversidad, autosuficiencia, integralidad, equidad, y democracia. El presente artículo construye índices económico ecológicos que permiten establecer una medida comparativa de la apropiación de los cafeteros al medio natural y los respectivos intercambios con la sociedad para finalmente aportar a la medición de la sustentabilidad. Esta investigación se llevó a cabo en familias productoras de café bajo el sistema de policultivos en varias regiones del centro occidente colombiano.

Palabras clave: Economía ecológica, metabolismo social, metabolismo rural, indicadores económico ecológicos, policultivos cafeteros

Abstract

A key dimension in the new theory of social metabolism is one that focuses on the study of the appropriation of nature, and which can be defined as rural or agrarian metabolisms. As a new contribution to the theoretical and practical analysis of rural metabolisms, this paper proposes a conceptual framework for building ecological economic indexes. Indices are produced using energy and monetary calculations and applied to the analysis of the environmental and economic performance of the units of appropriation. Sustainability is defined following the school of ecological economics as the study of appropriation of society to the natural environment, identifying all types of potential relationships. (Martínez Alier 1999). Toledo (2003) defines five keystones of a sustainable society that are in permanent relationships with each other. They are: diversity, self-sufficiency, completeness, fairness, and democracy. This paper builds economical and ecological indexes using these factors, becoming a comparative measure of the appropriation of coffee to the natural environment and the respective exchanges with society. This research was conducted in coffee producing families under polyculture systems in various regions of west central Colombia.

Key words: Ecological economics. Social metabolism. Rural metabolism. Ecological economic indexes. Traditional Coffee systems.

JEL Codes: B41, Q15.



1. Introducción

En la última década se han multiplicado las investigaciones que utilizan el concepto de *metabolismo social* como marco teórico y metodológico para el análisis, en diferentes escalas espacio-temporales, de sistemas socio-ecológicos (Giampietro 2012; González de Molina y Toledo 2011; 2014). En su versión más general, el enfoque del metabolismo social se dedica a analizar los flujos de materia, energía e información que tienen lugar durante la interacción entre la naturaleza (procesos ecológicos) y las sociedades humanas (procesos sociales). El metabolismo entre la naturaleza y la sociedad contiene dos dimensiones o esferas: una material, visible o tangible y otra inmaterial, invisible o intangible (González de Molina y Toledo 2014). El metabolismo social comienza cuando los seres humanos socialmente agrupados se apropian materiales y energías de la naturaleza (input) y finaliza cuando depositan desechos, emanaciones o residuos en los espacios naturales (output). Entre estos dos fenómenos ocurren además procesos en las “entrañas” de la sociedad por medio de los cuales las energías y materiales apropiados circulan, se transforman y terminan consumiéndose. El proceso metabólico se ve entonces representado por cinco fenómenos que son teórica y prácticamente distinguibles: la *apropiación (A)*, la *transformación (T)*, la *circulación (C)*, el *consumo (Co)* y la *excreción (E)* (González de Molina y Toledo 2014).

Casi sin excepción, el proceso general de metabolismo ha sido abordado como un fenómeno meramente material. Sin embargo, un abordaje sociológico completo obliga a considerar aquellas instancias y mecanismos de carácter no material con los cuales y dentro de los cuales los flujos de materia y energía tienen lugar. Desde las primeras sociedades el proceso metabólico material siempre ha ocurrido dentro de determinadas relaciones sociales, basadas en flujos de información, es decir siempre ha estado condicionado por diversos tipos de instituciones, formas de conocimiento, cosmovisiones, reglas, normas y acuerdos, saberes tecnológicos, formas de propiedad y modos de comunicación (González de Molina y Toledo 2014).

Llevado a su expresión concreta, el modelo abstracto del metabolismos social puede analizarse en su totalidad como proceso, o bien dedicarse a explorar fracciones o porciones del mismo; esto es, puede adoptar una dimensión totalizadora o por el contrario focalizada a ciertas porciones de ese proceso. Similarmente, el metabolismo entre naturaleza y sociedad se puede abordar a diferentes escalas del espacio y en diferentes temporalidades. De manera general se pueden identificar además tres “campos” de estudio del metabolismo social: el agrario o rural, el urbano y el industrial, cada uno de los cuales se centra más en uno o varios de los procesos que forman la cadena metabólica (Figura 1).

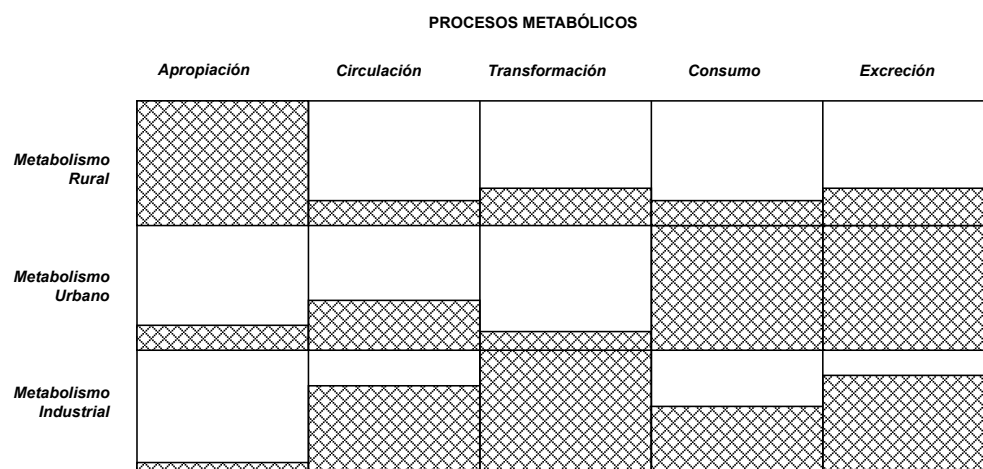


Figura 1. Matriz de relaciones entre los tres principales “campos” del proceso general del metabolismo social y los cinco procesos metabólicos. Tomado de González de Molina y Toledo (2011).



El metabolismo urbano hace referencia al proceso de apropiación que ocurre en las ciudades y hace especial énfasis en los procesos metabólicos de consumo y excreción. El metabolismo industrial se centra en los procesos metabólicos de circulación y transformación para producción de materiales industriales en los que se produce una cantidad significativa de residuos industriales.

El presente artículo se circunscribe a la dimensión agraria o rural del metabolismo social, o en los metabolismos rurales, cuyos fundamentos teóricos y metodológicos han sido previamente presentados (Toledo 2008), y utilizados en América Latina por diversos estudios de carácter empírico (Cordón y Toledo 2008; García-Frapolli et al. 2008), el artículo, hace una nueva contribución metodológica al proponer, discutir y aplicar un conjunto de *indicadores económico ecológicos*, con base al modelo de metabolismo rural previamente elaborado (Toledo 2008). El objetivo de este artículo es presentar una propuesta metodológica que permita cuantificar los intercambios de la unidad de apropiación P en una fracción de la naturaleza con el fin de aportar a la medición de la sustentabilidad.

Es así como P se apropia de naturaleza e intercambia con la sociedad. Si bien la unidad en que se trabajaron los índices es el dinero para comparar y unificar los flujos, no implica que no se cuantifique la apropiación de P con la naturaleza. Es por ello que se presenta la cuantificación en trabajo medido en horas y en unidades emergéticas¹. Finalmente, estos indicadores son aplicados, es decir, puestos a prueba, en una serie de sistemas cafeteros del occidente de Colombia.

¹ La emergía es la energía útil de un determinado tipo que se ha usado directa o indirectamente en las transformaciones necesarias para generar un producto o servicio (Odum 1996). Para el presente análisis se toma como valor unitario energético la unidad monetaria, es decir la emergía necesaria para la generación de una unidad de producto económico. Si bien se reconoce que el análisis emergético corresponde a otros modelos y metodologías para la presente investigación es utilizada esta equivalencia con el fin de demostrar que los flujos no solo se pueden representar en dinero sino también en emergía y horas de trabajo

2. Métodos

2.1. Metabolismos Rurales: el modelo básico

La apropiación califica el acto por el cual un sujeto social hace suya una "cosa" material, y se aplica en este caso a la acción por la cual los seres humanos extraen un "fragmento de naturaleza" para volverlo un "componente social". Es decir, se trata del acto por el cual los seres humanos hacen transitar una cierta cantidad de materia o energía desde el espacio natural hasta el espacio social. En tal sentido, la apropiación de la naturaleza es un acto de internalización o asimilación de elementos naturales al "organismo" social. Esta acción que determina a, y es determinada por, los procesos naturales, es al mismo tiempo un acto que determina y es determinado por el resto de los procesos que conforman el metabolismo general: la circulación, la transformación, el consumo y la excreción. Por ello al análisis de la apropiación, es el primer paso del análisis del proceso general del metabolismo social y el referente fundamental para abordar el metabolismo rural. Es también fundamental el estudio de la apropiación porque a partir de ella se fundamentan las relaciones que determinan la sustentabilidad. (Toledo 2008)

Los seres humanos realizan el acto de apropiación mediante unidades sociales y productivas de diferente naturaleza, escala y potencia. Por ejemplo una comunidad, una cooperativa, una familia, una empresa o corporación privada o pública, o en fin, un individuo que compra fuerza de trabajo, es decir que es un propietario que contrata trabajadores. A lo largo de la historia es posible identificar estas unidades (P) como conjuntos de individuos que usufructúan, poseen, dominan o son propietarias de un "fragmento de naturaleza", el cual trabajan para subsistir. Toda unidad de producción rural es en el fondo una unidad de apropiación (P), y se halla situada en la intersección de lo "natural" y lo "social" dado que ocupa la parte más periférica (el sector primario) de una determinada totalidad social. Ella forma, junto con el resto de unidades, la "membrana" a través de la cual las



sociedades se apropian de manera directa una fracción de la naturaleza. Dada esta concepción, y teniendo presente lo visto anteriormente, toda unidad de producción rural se articula a cuatro "universos" medio ambientales durante el acto de apropiación, cada uno de los cuales tiene una representación en el espacio y con cada uno de los cuales se relaciona materialmente: los tres medios ambientes son: el medio ambiente transformado, el medio ambiente utilizado y el medio ambiente conservado (MAT, MAU y MAC) en interacción con el medio ambiente social (MAS) que es cualquier porción de la sociedad diferente de

P, con la cual P realiza intercambios materiales (Figura 2) (Toledo 2008).

Los tres primeros medios ambientes constituyen espacios naturales concretos, formados de unidades espaciales (ecosistemas y/o paisajes) y corresponden al mundo de lo "natural", es decir, están ubicados "hacia afuera" de la totalidad social. El cuarto en cambio corresponde al mundo de lo "social" dado que se ubica dentro de esa totalidad, y conforma un espacio social formado por todas aquellas instancias de la sociedad con las cuales P realiza intercambios.

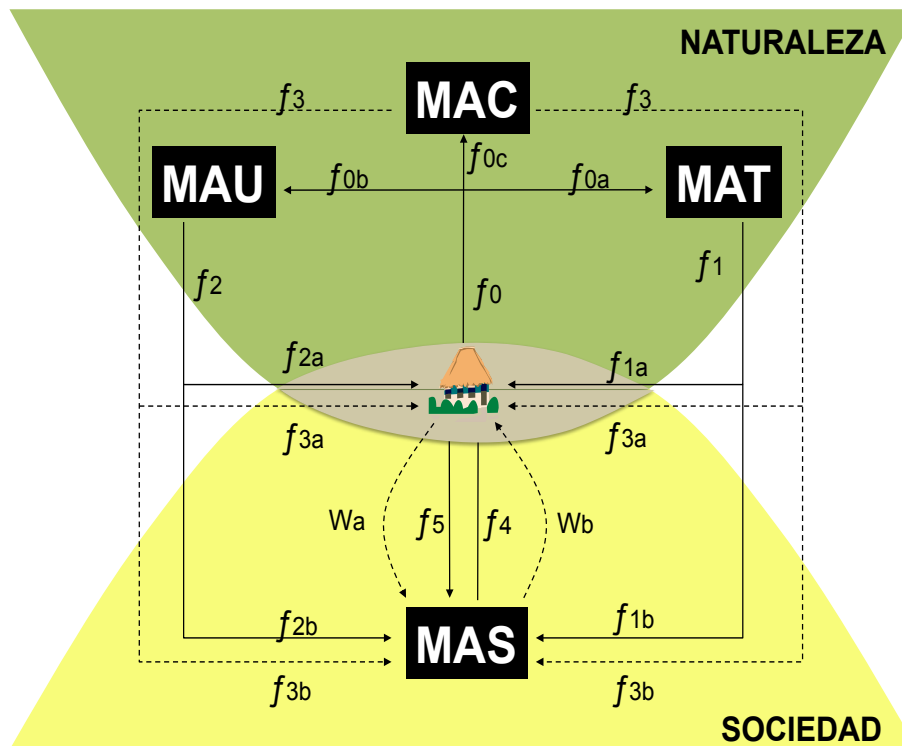


Figura 2. El modelo básico. Tomado de Toledo (2008)

Por lo visto anteriormente P realiza intercambios con tres principales conjuntos de unidades de paisaje, y con el resto de la sociedad. El medio ambiente utilizado (MAU) se halla representado por el conjunto de unidades (generalmente identificados por la vegetación, el relieve y los suelos, y por otros factores en el caso de lo acuático) que siendo dominio o propiedad de la unidad P, operan como *objetos de trabajo*, es decir, son aquel fragmento de naturaleza que se apropia sin

provocar un quiebre en la estructura ecosistémica de las unidades que se apropian. El medio ambiente transformado (MAT) está formado por todas aquellas áreas o espacios que siendo dominio o propiedad de la unidad P se encuentran dedicados a la agricultura, la ganadería, las plantaciones forestales, la acuicultura, etc., es decir, por los ecosistemas artificiales que no son ya sino *medios de trabajo*, naturaleza ya mediada por la acción humana. El medio



ambiente conservado (MAC) incluye a todas aquellas áreas que P mantiene consiente y deliberadamente como “reservas naturales”, como áreas intocadas y que no ofrecen bienes sino diversos servicios. Por último, el medio ambiente social (MAS) está constituido por todos aquellos sectores de la totalidad social que estando fuera de los límites de la unidad P realizan algún tipo de intercambio con dicha unidad de apropiación. Estos sectores de la sociedad quedarían definidos en cada caso concreto por la naturaleza de los intercambios que la unidad P realiza, los cuales pueden ir desde un nivel local o regional (por ejemplo, el intercambio comunidades similares o en un mercado regional) hasta nacionales o internacionales (cuando como sucede en la actualidad la unidad puede recibir o producir materiales de importación o exportación).

Un modelo de flujos logra construirse al quedar ensamblados cuatro unidades de paisaje (MAU, MAT, MAC y MAS) con la unidad P por medio de diferentes tipos de intercambios materiales (dinero, emergencia y trabajo) que aunque distintos en su naturaleza fluyen entre estos cinco ámbitos y los convierten en las partes de una totalidad o de un sistema (véase Figura 2).

El flujo F_0 , representa la fuerza que toda unidad P ejerce con el fin de realizar la apropiación. La activación de F_0 inicia el proceso de apropiación, y es una acción humana planeada y dirigida a obtener un flujo de retorno (bienes y/o servicios útiles). Este flujo es cuantificado en dinero (que representa el valor que le da la sociedad a los bienes y servicios) en emergencia (como la energía necesaria que invierte el ecosistema en transformar los bienes y servicios que serán intercambiados en la sociedad) y en horas de trabajo (como las horas que dedica el caficultor a apropiarse de los ambientes).

Dado lo anterior el flujo F_0 se despliega a su vez en tres sub-flujos (F_{0a} , F_{0b} y F_{0c}) según se dirija a apropiarse componentes y/o procesos del MAT, MAU y MAC. Para la presente investigación el Flujo F_0 se calculo como la sumatoria de F_{0a} , F_{0b} y F_{0c} . En donde:

F_{0a} : Cuantifica la apropiación que la familia cafetera (P) efectúa del MAT, es decir se cuantifican las horas dedicadas por P al policultivo cafetero y a los otros cultivos relacionados con el café. Estas horas luego son convertidas a dinero y a emergencia.

F_{0b} cuantifica la apropiación de la familia cafetera (P) al MAU, para este caso se incluyeron las horas dedicadas por P a: la extracción de madera, construcción de cercos, construcción de viviendas, recolección de plantas silvestres. En este flujo se cuantifica el valor monetario de estos productos y servicios del ecosistema para luego calcular la emergencia necesaria para su transformación y las horas de trabajo que se llevaron a cabo en esta labor. Finalmente, F_{0c} cuantifica la apropiación que hace la familia cafetera (P) del MAC, para este caso se incluyeron las horas dedicadas por P a asistencia técnica para la certificación en productos orgánicos, el ecoturismo, la asistencia científica. Estos valores de apropiación se llevan luego a valores energéticos y a dinero.

El Flujo F_1 , representa los retornos de los bienes y servicios del MAT que recibe la unidad de apropiación (Familia Cafetera) y la sociedad (MAS), en este caso por los procesos agrícolas. El flujo F_1 se despliega en dos subflujos F_{1a} y F_{1b} . Estos valores de apropiación se calculan por tipología tanto en dólares, jornales y SEj. El F_{1a} se reconoce como la valoración económica de los *productos de autosubsistencia* que la familia cafetera consume gracias a la transformación del medio ambiente. El F_{1b} es el valor económico de la venta del cultivo del café y de los otros productos del policultivo en los mercados (MAS). El flujo F_1 y sus dos subflujos se calculan sobre el

valor comercial de los productos del policultivo y de la canasta familiar, y también se cuantifican las horas invertidas en este y la emergencia necesaria para la elaboración de estos

El F_2 representa el retorno de los bienes y servicios provenientes del MAU que recibe la familia cafetera (P) y la sociedad (MAS). Se calcula el valor de los bienes y servicios y la



emergía y horas dedicadas al mismo. El F2 está compuesto por F2a que es el valor de los bienes como madera (fuente de energía), insumos para la construcción de cercas (guadua), e insumos para la construcción de viviendas (guadua, otras maderas etc.) que son utilizados por la familia cafetera. Y por el F2b que está calculado como el valor económico de la madera e insumos para cercas y viviendas que va a los mercados (MAS).

Por su parte el F3 representa el retorno de servicios del MAC que recibe la familia cafetera (P) y la sociedad (MAS). El F3 está compuesto por F3a que es el valor que recibe la familia cafetera por actividades como el ecoturismo. También en este flujo se cuantifican las horas dedicadas a cada actividad y la emergía necesaria para que ocurran. El F3b es a su vez el valor reconocido por la sociedad por la asistencia técnica y la asistencia científica realizados en torno al policultivo.

Asimismo, el F4 representa el valor que el MAS le devuelve a la familia cafetera por la venta de sus productos y/o servicios (F4 es la suma de F1b+F2b+F3b), en tanto que el F5 representa el flujo monetarizado que la unidad de apropiación (P) invierte a la compra de insumos, vestuario, alimentos etc en los mercados (MAS) y se cuantifica en dinero.

Finalmente Wa representa la mano de obra que ofrece de la unidad de apropiación (P) a la sociedad, y la cual se cuantifica como el número de jornales que la familia cafetera vende; mientras que Wb representa la mano de obra que demanda y paga la unidad de apropiación (P) de la sociedad (MAS) para desarrollar sus actividades en cada unidad de paisaje. Para la presente investigación Wb es la mano de obra contratada por la familia cafetera, para la cosecha del café y para otras actividades propias de la finca.

2.2. Indicadores económico ecológicos

Una vez identificados los flujos, se procedió a la valoración del metabolismo rural, para lo cual se construyeron cuatro indicadores económico ecológicos (Tabla 1). El indicador (1) *beneficio* expresa la capacidad del

sistema para producir beneficios en términos de horas de trabajo, dinero y emergía. Este indicador se representa como $(F1 + F2 + F3) - (F0 + Wb)$, es decir surge de restar el valor total de lo producido (la suma de los tres flujos de la apropiación) del valor total de lo invertido (fuerza de trabajo de P, más en su caso la fuerza de trabajo comprada en el MAS) calculado en dinero, horas o emergía. El indicador sugiere que el sistema es más eficiente en la medida en que se obtiene mayor emergía, jornales y dinero con menos dinero, emergía y horas de trabajo invertidas. Cuando la operación matemática adquiere valores más altos indica mayor utilidad, pero también un mejor manejo de la naturaleza dado que se obtienen flujos más abundantes tanto de bienes (F1 y F2) como de servicios (F3). De manera indirecta el indicador beneficio evalúa y compara factores como autosuficiencia, diversidad y equidad.

El indicador (2) *rentabilidad* se refiere a la propiedad del sistema de apropiación/producción para generar tasas de devolución por unidad invertida respecto a la inversión total. Surge de la división entre el beneficio o utilidad sobre lo invertido.

La rentabilidad se calcula así: $((F1 + F2 + F3) - (F0 + Wb)) / (F0)$. Es decir calcula la tasa de ganancia o pérdidas que generan los productos de cada paisaje respecto a la inversión en horas (se toma la mano de obra como el activo del sistema) de P, es decir, F0. En este sentido el sistema será más rentable cuando el porcentaje sea mayor pues indica que se es más eficiente en la medida que con mayores ganancias se obtienen mayores beneficios.

El (3) *balance* de flujos es una operación matemática que permite analizar las entradas y salidas de la unidad de apropiación P con la sociedad (MAS). Se calcula como $(F4 + Wa) - (F5 + Wb)$. La información de los flujos es la base para evaluar la capacidad de la familia para generar emergía, trabajo o dinero. Este indicador permite evaluar si gana dinero, produce emergía o trabajo disponible o si por el contrario el sistema requiere inyecciones de emergía, dinero o de mano de obra. Se podría decir que si el número que arroja el



cálculo es positivo se genera riqueza y puede llamarse “ahorro”, si el número es negativo se asume que se está destruyendo riqueza y existe un déficit que debe ser asumida por otras fuentes. Para el caso cafetero con las condiciones de precio, y la tasa de cambio todos las variantes presentan valores positivos.

Finalmente el indicador de (4) autosubsistencia, es la representación en porcentaje del valor de los productos que se destinan para la unidad P sobre el valor del total de los bienes y servicios obtenidos de la naturaleza. Se calcula como $(F1a + F2a + F3a) / (F1 + F2 + F3)$. El mayor porcentaje indica que más emergía, jornales y dinero se dedicaron a la producción de bienes y servicios dirigidos al consumo de la unidad P, es decir que se prioriza la autosuficiencia antes que a los mercados. Valores más bajos significan que el destino de sus productos es hacia el resto de la sociedad (MAS).

2.3. Estudio de caso: la región Cafetera del Centro Occidente Colombiano

El centro occidente y sur occidente colombiano se ubica en los Andes Occidentales, los cuales comprenden una región natural, la Andina; que se extiende desde el noroccidente de Colombia (Departamento de Antioquia) hasta el suroccidente (Departamentos de Valle del Cauca, Cauca Y Nariño). La región Andina está localizada entre las cordilleras Occidental y Central con características en

las que predomina la diversidad de climas y el nacimiento de ríos principales como Cauca y el Magdalena. En esta región se encuentran valles y llanuras, además de numerosas ciénagas y embalses que muestran su riqueza hídrica. El cultivo del café en Colombia prospera gracias a estas condiciones climáticas que permitieron posicionar el café como un producto de excelencia en los mercados internacionales.

La región andina Colombiana alberga 34.419.398 personas que corresponden al 80% de la población, lo que la convierte en la zona más poblada y económicamente en la más activa del país. En la región Andina se encuentran las tierras más productivas para la agricultura y el 80% de los cultivos del café del país. La mayoría de sus pobladores son mestizos también llamados “colonos” por el repoblamiento de tierras desde mediados del siglo XIX e inicios del siglo XX. Debido a la diversidad cultural del país también en la región andina se encuentran comunidades indígenas y negras producto de los procesos de migración interna propios de la agricultura y la minera.

Actualmente Colombia tiene 563.000 familias que se dedican a la actividad cafetera, el 96% está conformado por familias campesinas que poseen fincas inferiores a 5 hectáreas (Federación Nacional de Cafeteros, 2016).

La producción en 2015 se realizó en 942.920 hectáreas de las cuales el 17,3% están sembradas en caficultura tradicional

Tabla 1. Indicadores económico ecológicos para el metabolismo rural. Construcción propia.

NOMBRE DEL INDICADOR	FÓRMULA	DEFINICIÓN
1. Beneficio	$(F1 + F2 + F3) - (F0 + Wb)$	Diferencia entre el valor (energético, de dinero y de horas) que se intercambia con la sociedad con lo invertido en el ecosistema (horas, dinero y emergía)
2. Rentabilidad	$(F1 + F2 + F3) - (F0+Wb) / F0$	Tasa de ganancia o pérdidas que genera la familia cafetera respecto a inversión en horas, emergía o dinero
3. Balance	$(F4 + Wa) - (F5+Wb)$	Diferencia entre los flujos de entrada y de salida que intercambia con la sociedad
4. Autosubsistencia	$(F1a + F2a + F3a) / (F1 + F2 + F3)$	Valor de los productos que se destinan a la autosubsistencia referente al total de los productos



Figura 3. Ubicación de la región de estudio Fuente: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Colombia_location_map.png (20014)

(3,09% son sistemas tradicionales y 14,22% cafetales envejecidos), y casi un 60% (59,77%) es un sistema de monocultivo a pleno sol (Federación Nacional de Cafeteros 2016).

De ese total de hectáreas de café sembradas en 2016, los departamentos de la zona centro occidente: Cauca, Nariño, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca tienen una participación del 23,98 %, es decir que en el centro occidente colombiano están sembradas 222,88 miles de hectáreas con café (Federación Nacional de Cafeteros 2016). La producción del café en la última década se ha desplazado con mayor intensidad hacia el sur del país, convirtiéndose Huila, Tolima y Cauca en los principales departamentos productores, esto se debe principalmente a la crisis en la zona cafetera tradicional y a la disponibilidad de mano de obra más económica hacia el sur.

En el centro –sur occidente colombiano se encuentra el 32% de los caficultores colombianos en los sistemas de producción tradicionales y tecnificados. En la zona cafetera del centro occidente y sur occidente se contrastan diferentes sistemas de producción de café que van desde los sistemas más intensivos y simplificados (más

de 12.000 árboles de café /hectárea), hasta los más tradicionales y diversos (342 árboles de café /hectárea). Esta variedad de sistemas, no es exclusiva de Colombia, sino que reproduce un patrón general que va de sistemas cafeteros bajo policultivos y bajo la sombra de un dosel de árboles, hasta sistemas cafeteros especializados en monocultivos y a plenos sol (ver: Moguel & Toledo 1999; Toledo & Moguel 2012). También existen contrastes sociales y culturales pues se encuentran desde empresarios cafeteros (cafeteros con más de 10 hectáreas y costos de administración de más de 10 S.M.M.V), hasta indígenas y campesinos cafeteros (menos de 1 hectárea y sin costos de administración). González-Acevedo (2015)² tipifica los productores de café con policultivos del centro occidente colombiano (Quindío, Risaralda, Valle de Cauca, Cauca y Nariño) y sus agroecosistemas de acuerdo a las particularidades sociales, ecológicas, culturales y económicas. Para el análisis del metabolismo rural que aquí se realiza cuyo objetivo es la valoración de la sustentabilidad se eligieron cuatro categorías de esa tipología (González- Acevedo 2015): indígenas con policultivo, campesinos con policultivo, empresarios con policultivo y sistema intensivo.

2.4. Indígenas cafeteros con sistemas de policultivo

Se trata de productores Indígenas y descendientes de indígenas que tienen en sus predios el café como principal cultivo comercial y derivan su economía del mismo. Su sistema de producción, un policultivo con numerosas especies, imita las condiciones de los ecosistemas naturales. En el centro occidente colombiano se ubican al noroccidente del departamento del Cauca en

² González Acevedo (2015) a partir de las tipologías de sistemas de producción de café de Moguel y Toledo (1999), construyó las tipologías de productores de café del centro occidente y sur occidente colombiano. Para estructurar estas tipologías se apoyó en la encuesta PNUD – FNC del proyecto Biodiversidad en el Sector Cafetero Colombiano, y en su trabajo de campo 2010 – 2013 a fincas y productores de policultivos cafeteros en esta zona colombiana.



la zona arqueológica conocida como Tierradentro. Los indígenas de esta zona pertenecen y pertenecieron principalmente a la comunidad Nasa llamados "Paeces" por los "blancos", y a la comunidad Misak llamados a su vez "Guambianos". Los dos compartiendo el territorio ancestral de Tierradentro. El tamaño promedio de los predios de esta categoría es de 1.5 hectáreas, los flujos se cuantificaron en Us dólares /Ha. La cuantificación de los flujos del metabolismo rural para este tipo de productor aparece en la Tabla 2.

Tabla 2. Flujos del Metabolismo Rural para los Indígenas Cafeteros

CAFETERO INDÍGENA			
	DÓLAR/ HECTAREAS** (1,5)	EMERGIA* (SEJ)	HORAS INVERTIDAS /HA
F0a	\$2.702	1,76144E+16	270
F0b	\$958	6,24512E+15	96
F0c	0	0	0
F0	\$3.659	2,38595E+16	366
F1a	\$867	5,65067E+15	87
F1b	\$2.100	1,3692E+16	210
F1	\$2.967	1,93427E+16	297
F2a	\$3.000	1,956E+16	300
F2b	0	0	0
F2	\$3.000	1,956E+16	300
F3a	0	0	0
F3b	0	0	0
F3	0	0	0
F4	\$2.100	1,E+16	\$210
F5	\$100	6,52E+14	10
Wa	0	0	0
Wb	0	0	0

* De acuerdo al análisis energético en Arias y Brown (2009) la energía necesaria para la generación de una unidad de producto económico en Colombia es de 6.52 E + 12 seJ. La relación energía/dinero es útil para contemplar la participación de los servicios en el sistema, que habitualmente se incluye en términos exclusivamente monetarios.

** Se estima que el pago del jornal (día de trabajo de 8 horas) en la zona de estudio es de 10 Us dólares.

Esta modalidad se localiza en el centro occidente colombiano desde la llegada del café a esta zona aproximadamente a principios del siglo XX. Esto provocó una drástica intervención de los bosques. Los relictos que quedan corresponden según la clasificación de Holdrige a Bosque húmedo premontano (Bh -PM) y a Bosque húmedo Montano (Bajo Bh MB). Según Cuatrecasas (1989) corresponde a Selva Neotropical

Subandina sin embargo solo quedaron en pie muy pocos relictos correspondientes a estas formaciones y se podría decir que los bosques iniciales de policultivos han sido cambiados por bosques con especies de mayor valor comercial y nutricional para la familia campesina.

2.5. Campesinos cafeteros con sistemas de policultivo.

Los campesinos cafeteros no delegan la administración de su finca, no incurren en costos de administración, y son fincas de entre 1 y 6 hectáreas (en promedio 3.8 hectáreas) con densidades de siembra menores a 1720 árboles de café/ha. Como se señaló anteriormente no están ubicados territorialmente en una región específica y hacen parte del mosaico cafetero del centro occidente. Están ubicados en los Andes Colombianos entre el flanco occidental y el flanco oriental de la cordillera central, entre los 1.400 msnm y lo 1.900 msnm. Más del 80% de los ingresos de estos productores dependen del cultivo del café. La cuantificación de los flujos del metabolismo rural para esta categoría se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Flujos del metabolismo rural para los campesinos cafeteros en policultivo

CAFETERO CAMPESINO			
	DÓLAR/ HA (3,8)	EMERGIA	HORAS INVERTIDAS/HA
F0a	\$1.115	7,26911E+15	111
F0b	\$233	1,51703E+15	23
F0c	\$1.239	8,0754E+15	124
F0	\$2.586	1,68615E+16	259
F1a	\$158	1,02947E+15	16
F1b	\$1.184	7,71876E+15	118
F1	\$1.342	8,74823E+15	134
F2a	\$95	6,17684E+14	9
F2b	0	0	0
F2	\$95	6,17684E+14	9
F3a	\$158	1,02947E+15	16
F3b	\$224	1,45817E+15	22
F3	\$382	2,48764E+15	38
F4	\$1.408	9,E+15	\$141
F5	\$319	2,08247E+15	32
Wa	0	0	0
Wb	\$202	1,31501E+15	20



2.6. Empresarios cafeteros con sistemas de policultivo

Territorialmente este tipo se encuentra distribuido en todo el centro occidente colombiano en lo que alguna vez fueron el Bosque húmedo premontano (Bh – PM) y el Bosque húmedo Montano Bajo (Bh – MB) (ver descripción anterior). Comparten territorio con los campesinos cafeteros e igualmente luego de los procesos de la colonización antioqueña (1900) y de la expansión de la frontera agrícola solo quedan pequeños relictos de esos bosques. Son empresarios del café que delegan la administración de su fincas a un tercero con remuneración, incurren en costos de administración y estos constituyen más del 60% de los costos totales de producción.

Se encuentran también en todo el centro occidente, sus fincas las administra un trabajador que en la zona cafetera colombiana se denomina “agregado”. Tienen densidades de siembra menores a 2.500 arboles de café /ha, y al café lo acompañan otras especies de interés comercial que sirven a su vez de sombra o para cercas vivas. Se han encontrado diferentes arreglos como café y guadua, café y urapanes, café - cítricos y aguacate, café - banano y cítricos entre otros.

Dentro de la categoría de los sistemas de producción de café de Colombia son considerados como caficultura tradicional o cafetales envejecidos, ya que su renovación no se ha realizado en los últimos 10 años. Dentro de la clasificación de sistemas cafeteros de Moguel y Toledo (1999) coinciden con su categoría de policultivos comerciales. Los empresarios objeto de análisis tienen fincas mayores a 7 ha con densidad de siembra menores a 2500 arboles de café /ha (media = 1496), más del 80% de sus ingresos dependen del cultivo del café. La cuantificación de los flujos aparece en la Tabla 4.

2.7. Cafeteros con sistemas intensivos

Ampliamente distribuido por el centro occidente colombiano, esta modalidad corresponde al sistema más tecnificado e

intensivo. En la zona de estudio se encontraron densidades de siembra de más de 2.500 árboles de café por hectárea. (con 4500 árboles en promedio). Los ingresos de estos productores dependen en más del 80% del cultivo del café. Los insumos representan aproximadamente 37% de los costos de producción y la mano de obra el 50% de los costos totales. El sistema intensivo en promedio tiene 2.2 Ha. Los flujos cuantificados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 4. Flujos del metabolismo rural para los empresarios cafeteros en policultivo

CAFICULTOR EMPRESARIO			
	DÓLAR/HA (7)	EMERGIA	HORAS INVERTIDAS/HA
F0a	\$1.316	6,00492E+16	\$132
F0b	\$63	2,88236E+15	\$44
F0c	\$672	3,06865E+16	\$471
F0	\$2.051	9,36181E+16	\$1.436
F1a	\$71	3,26E+15	\$50
F1b	\$2.288	1,04444E+17	\$1.602
F1	\$2.360	1,07704E+17	\$1.652
F2a	\$29	1,304E+15	\$20
F2b	0	0	\$-
F2	\$29	1,304E+15	\$20
F3a	\$86	3,912E+15	\$60
F3b	\$220	1,00212E+16	\$154
F3	\$305	1,39332E+16	\$214
F4	\$2.508	1,E+17	\$1.756
F5	\$769	3,51102E+16	\$539
Wa	0	0	0
Wb	\$568	2,5917E+16	\$398

Tabla 5. Flujos del metabolismo para los cafeteros en sistemas intensivos

CAFICULTOR INTENSIVO			
	DÓLAR/ HA (2,2)	EMERGIA	HORAS INVERTIDAS /HA
F0a	\$2.551	1,66348E+16	\$255
F0b	\$134	8,73443E+14	\$13
F0c	\$329	2,14591E+15	\$33
F0	\$3.014	1,96542E+16	\$301
F1a	\$114	7,40909E+14	\$11
F1b	\$2.438	1,58939E+16	\$244
F1	\$2.551	1,66348E+16	\$255
F2a	\$45	2,96364E+14	\$5
F2b	0	0	0
F2	\$45	2,96364E+14	\$5
F3a	0	0	0
F3b	\$110	7,15244E+14	\$11
F3	\$110	7,15244E+14	\$11
F4	\$2.547	2,E+16	\$255
F5	\$775	5,05091E+15	\$77
Wa	0	0	0
Wb	\$443	2,88746E+15	\$44



3. Resultados

Una síntesis de los resultados de la aplicación de los cuatro índices a cada uno de los tipos de caficultura aparecen en las Tablas 6. a 9. y en las Figuras 4 a 6.

Los indicadores económico ecológicos son una propuesta metodológica muy útil que aporta a la medición y comparación de la sustentabilidad. La comparación de diferentes unidades de apropiación para el caso de los sistemas cafeteros permitió medir y comparar los flujos ecológicos y económicos de las categorías de familias productoras de café del centro occidente colombiano y de esta manera planificar una caficultura más sustentable.

El indicador beneficio muestra la capacidad de generar beneficios entre lo que se gana contra lo que se invierte. En las gráficas de este indicador (que se expresa solo en dinero pero que el comportamiento es exacto para la emergencia y las horas invertidas) podemos observar que los indígenas y los empresarios tienen beneficios positivos es decir transforman más emergencia, ganan más dinero e invierten menos horas de lo que invierten en términos de dinero, mano de obra y emergencia. Esto ocurre porque en el caso de los Indígenas sus sistemas de policultivo dejan parte del trabajo a la naturaleza mientras que en las otras tipologías sobre todo en las que existe una mayor

intensificación de la mano de obra y de la tierra (densidad de siembra) los beneficios son negativos. Para el caso de los empresarios este beneficio se obtiene por las altas cantidades que demandan de mano de obra e insumos (para 7 hectáreas en promedio) ya que logran reducir los costos al negociar por volumen. Si bien el sistema intensivo logra aumentar su productividad por hectárea la estrategia de densificación requiere más emergencia, mano de obra y dinero para su funcionamiento. Es decir que la estrategia de densificación no es suficiente para alcanzar un balance, entre otras razones por los altos costos de fertilización y los abonos químicos. Sumados estos costos al desgaste del ecosistema por la intensificación en pequeñas parcelas (2,19 Ha) provocan que esta tipología no presente beneficios positivos.

La situación de los campesinos se puede entender a partir de la obra de Wolf (1971), y Palacios (1999) (para el caso de la caficultura colombiana) donde explican que el campesino es sobreexplotado en su mano de obra para generar las utilidades, es por ello que al valorar la mano de obra (que no es valorada ni cuantificada en los análisis de economía cafetera) esta modalidad presenta un beneficio más bajo que las demás, pues las horas invertidas no son compensadas por el precio alcanzado en los mercados.

Tabla 6. Beneficio para cada tipología de cafetero

INDICADOR	UNIDAD	INDIGENAS	CAMPESINO	EMPRESARIO	SISTEMA INTENSIVO
BENEFICIO	\$	\$2,307.23	-\$969.78	\$74.62	-\$750.80
	EMERGIA	1.50431E+16	-6.323E+15	3.40569E+15	-4.8952E+15
	HORAS	231	-97	52	-75

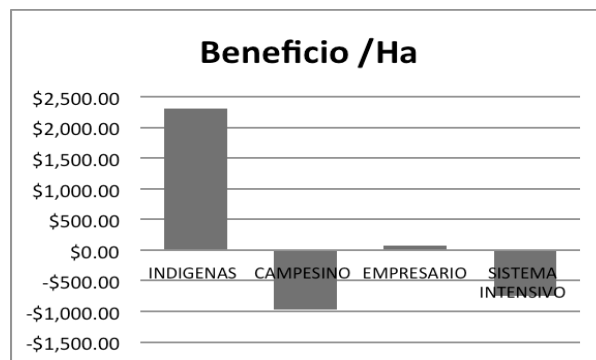


Figura 4 Indicador de beneficio para cada tipología de cafetero



Tabla 7. Indicador de rentabilidad para cada tipología de cafetero

INDICADOR	UNIDAD	INDIGENAS	CAMPESINO	EMPRESARIO	SISTEMA INTENSIVO
RENTABILIDAD	%	63%	-37%	4%	-25%

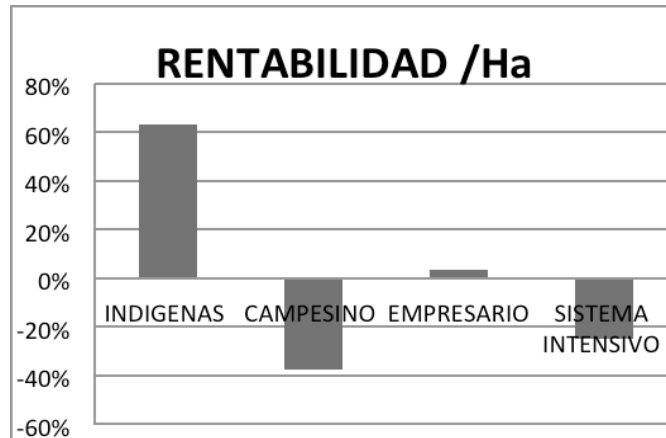


Figura 5 . Rentabilidad total para cada tipología de cafeteros

Tabla 8. Indicador balance

INDICADORES	INDIGENAS	CAMPESINO	EMPRESARIO	SISTEMA INTENSIVO
Balance	\$2.000	\$886	\$1.171	\$1.330

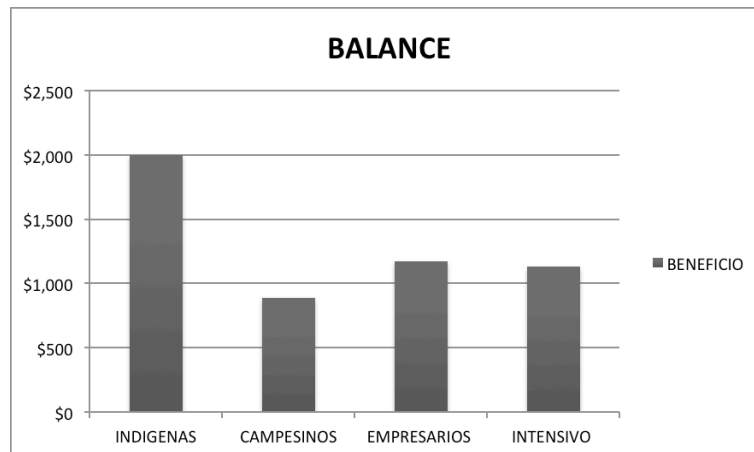


Figura 6. Indicador balance para cada tipología de cafetero



Tabla 9. Indicador autosuficiencia

INDICADOR	UNIDAD	INDIGENAS	CAMPESINO	EMPRESARIO	SISTEMA INTENSIVO
AUTOSUBSISTENCIA	%	65%	23%	7%	6%

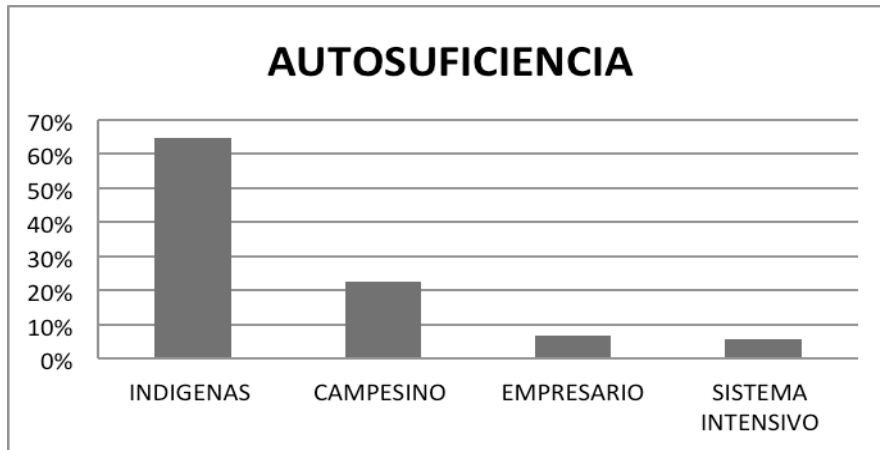


Figura 7. Indicador Autosuficiencia

El indicador rentabilidad divide los beneficios arrojados en el indicador anterior (beneficio) con la inversión realizada en mano de obra, emergía y dinero. En las tipologías intensivas y la de los campesinos su valor es negativo, sin embargo esta situación puede ser circunstancial (depende claramente del precio del mercado) y su análisis no debe estar orientado a la pérdida sino a la interpretación de cuánto dejó de ganar. En una circunstancia de precios más altos del café o de sobreprecio de cafés especiales en donde se premien atributos como conservación de biodiversidad, productos orgánicos etc, se pueden obtener mejores rentabilidades. Los empresarios al obtener mayores volúmenes presentan una rentabilidad positiva pero baja.

El balance de flujos calcula las entradas en contraposición con las salidas, para todas las tipologías este valor es positivo, quiere decir que es más alto el flujo de “lo que se recibe” que de “lo que se paga”, en dinero. Los indígenas cafeteros tienen el mayor balance es decir buena capacidad de ahorro representada en mejor conservación de sus ecosistemas, mano de obra disponible y dinero.

La autosuficiencia identifica hacia dónde van los mayores esfuerzos del sistema productivo

para la producción de bienes y servicios, si bien en las tipologías indígenas y campesinos el valor de autosuficiencia es muy alto (principalmente para la supervivencia de la familia) a medida que se va intensificando el sistema este inclina más la producción hacia el mercado, olvidando la alimentación propia como es el caso del sistema intensivo.

En suma, estos indicadores económico ecológicos son una propuesta que aporta a la medición de la sustentabilidad a partir de la

apropiación de la naturaleza de una unidad de apropiación. Los indicadores se calculan a través de los flujos del sistema productivo y su intercambio con la sociedad con el modelo del metabolismo rural. Esta nueva lectura de los procesos nace a partir de la necesidad de identificar nuevas formas de medir los ecosistemas en funciones diferentes a la productividad y más hacia las nuevas tendencias de la sustentabilidad (Elsevier 2016), en estos indicadores se pretende expresar el trabajo, el dinero y la emergía que hace la unidad de apropiación de cada uno de los paisajes y de comprender el comportamiento económico ecológico de la familia en la sociedad de consumo que impera.



4. Conclusiones

El concepto de metabolismo rural ha permitido abrir nuevos caminos para comprender la sustentabilidad ya que permite superar la dimensión económica para incorporar valores ecológicos, culturales, sociales etc. El presente artículo es una propuesta metodológica para incluir otras dimensiones en la contabilidad cafetera en las que no solamente la productividad y el precio definen las relaciones de sustentabilidad en el tiempo.

En la caficultura los beneficios se obtienen a base de la sobreexplotación de la mano de obra del productor pues sólo externalizando este costo se puede llegar a ser competitivo en los mercados internacionales. Es por este motivo que se hace necesario valorar la mano de obra, la emergía y la apropiación de la naturaleza de los productores de café en sus unidades de producción para realizar valoraciones y contabilidades multicriterio en los que no se privilegie solamente la dimensión y los criterios económicos.

Para demostrar a través de los indicadores económico – ecológicos del metabolismo rural que los policultivos cafeteros son más sustentables que el modelo intensivo de la producción de café, se partió del reconocimiento de la diversidad cultural de los productores de café (los de policultivos para esta publicación) pues esta determina en gran medida las relaciones de sustentabilidad. La sustentabilidad de los policultivos varía dependiendo del grupo social que hace las apropiaciones al medio natural, es decir, no todos los policultivos son sustentables por el hecho de ser policultivos. Esta premisa permitió determinar que la sustentabilidad no es un atributo del cultivo sino del productor, pues son sus relaciones culturales, su historia y su relación con el ecosistema los que hacen que este factor se construya. Es por ello que este artículo se basó en tipologías de productores de café y no en sistemas de policultivos.

La diversidad cultural de los caficultores en Colombia, la mano de obra, y la ubicación de la caficultura en ecosistemas estratégicos se convierten en nuevos activos que deben ser

valorados para la búsqueda y consolidación de nuevos mercados. Seguir apostando a un único modelo de producción no solo destruye la biodiversidad sino las prácticas tradicionales de apropiación de la naturaleza que la han conservado en gran medida y que han incidido en el éxito de este sector agrícola en Colombia.

Aunque el modelo de producción intensivo no genera rendimientos para pequeños productores, la caficultura colombiana le sigue apostando al modelo de intensificación para lograr una mayor producción y no al de las especialidades u originalidades (diferenciar el café y los nichos de mercado). Este modelo intensivo que ya mostró su crisis ambiental, económica y social debe ser revaluado y se deben contemplar otras valoraciones que sean atendidas por otros mercados en los que prime la especialidad o atributos especiales y no los volúmenes, y que conduzcan a las denominaciones de origen. Métodos como el del metabolismo rural, permiten no solo a los investigadores sino también a los comercializadores de cafés especiales contar con las herramientas necesarias para medir y garantizar la sustentabilidad de la caficultura de policultivo.

REFERENCIAS

- Arias, M. E., & Brown, M. T. (2009). Feasibility of using constructed treatment wetlands for municipal wastewater treatment in the Bogotá Savannah, Colombia. *Ecological Engineering*, Vol 35 (7), 1070-1078.
- Bacon, C.M., Getz, C. Kraus, S., Montenegro, M, and Holland, K. (2012). The social dimensions of sustainability and change in diversified farming systems. *Ecology and Society* Vol 17(4): 41.
- Cordón, M.R. y V.M. Toledo. (2008). La importancia conservacionista de las comunidades indígenas de Bosawás, Nicaragua: un modelo de flujos. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* Vol 7 43-60.
- Cuatrecasas (1989) *Aspectos de la vegetación natural en Colombia*. Perez-Arbealezia , Vol 2 (8), 155-283
- Elsevier (2016). Sustainability. Science in a global landscape. Dignity/ people/ prosperity/ planet/ justice/ partnership. *Elsevier B.V*
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2016) *Café de Colombia*, Recuperado el 9 de julio de 2016, de



www.cafedecolombia.com/particulares/es/la_tierra_del_cafe/la_gente_del_cafe/

Federación Nacional de Cafeteros (2016). Estadísticas históricas. Recuperado el 9 de julio de 2016, de Federación Nacional de Cafeteros. www.federaciondecafeteros.org

García-Frapolli, E., J. Martínez-Alier y V.M. Toledo. (2008). Apropiación de la naturaleza por una comunidad maya yucateca. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* Vol 7: 27-42.

García-Frapolli, E., V.M. Toledo y J. Martínez-Alier. (2008). Adaptations of a Yucatec Maya multiple-use ecological management strategy to ecotourism. *Ecology and Society* Vol 13(2):31 [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art31/>.

Giampietro, M., K. Mayuma & A. H. Sorman. (2012). *The Metabolic Pattern of Society*. Routledge, 405 pp.

González Acevedo (2015). *Valoración de la sustentabilidad de los policultivos cafeteros del centro occidente colombiano*. Tesis de doctorado. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias Ambientales. Doctorado en Ciencias Ambientales. Pereira, Colombia.

González de Molina, M. (2010). A guide to studying the socio-ecological transition in European agriculture. Sociedad española de Historia Agraria. Documento de Trabajo DT-SEHA No. 10-06. www.seha.info

González de Molina, M. y V.M. Toledo. (2011). *Metabolismos, Naturaleza e Historia: hacia una teoría socio-ecológica de las transformaciones*. Icaria editorial. Barcelona.

González de Molina, M. y V.M. Toledo. (2014). *The Social Metabolism*. Springer. The Hague.

Martínez Alier, J. (1999). *Introducción a la economía ecológica*. Rubes.

Martínez Alier (2004). *El ecologismo de los pobres*. Barcelona. Icaria.

Moguel, P., & Toledo, V. M. (1999). Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology*. 13(1), 11-21.

Moreno-Calles, A. I., Casas, A., García-Frapolli, E., & Torres-García, I. (2012). Traditional agroforestry systems of multi-crop “milpa” and “chichipera” cactus forest in the arid Tehuacán Valley, Mexico: their management and role in people's subsistence. *Agroforestry systems*, 84(2), 207-226.

Odum, H. T. (1996). *Environmental accounting*. Wiley.

Palacios (1999) *El café en Colombia 1850 – 1970. Una historia económica, social y política*. México D.F: Colegio de México.

Toledo, V. (2003). *Ecología, espiritualidad y conocimiento. De la sociedad del riesgo a la sociedad sustentable*. México. Universidad Iberoamericana, PNUMA, Grupo Editorial Formato.

Toledo, V.M. 2008. Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* Vol 7: 1-26.

Toledo, V. M., and P. Moguel. 2012. Coffee and sustainability: The multiple values of traditional shaded coffee. *Journal of Sustainable Agriculture* 36:353–77.

Wolf, E. R. (1971) *Los campesinos*. Barcelona: Editorial Labor.