

MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS.

Introducción

En el marco del ejercicio predial participativo y luego del análisis a nivel de los sistemas de producción identificados en el área de estudio, el I. Sinchi ha generado un enfoque metodológico para generar una línea base y posterior seguimiento a la sostenibilidad de los sistemas de producción. A continuación el enfoque conceptual y metodológico diseñado para la aplicación de estos indicadores de línea base y de seguimiento a la sostenibilidad de los sistemas de producción antes y después de las intervenciones.

Corrientes Teóricas En El Diseño De Indicadores De Sostenibilidad De Sistemas Productivos

La evaluación de los sistemas productivos es un tema que debe abordarse integralmente, por ello es que recientemente dichas evaluaciones se han venido inclinando hacia la valoración de qué tan sustentables son los sistemas de manejo de recursos?. La construcción de modelos de desarrollo sustentados en las relaciones sociales de producción, en el componente tecnológico y en las características de la naturaleza, sean apropiadas por los diferentes actores sociales y puedan ser involucradas en los sistemas productivos, involucrando algunos elementos de la sustentabilidad relacionados con la necesidad actual y necesidad futura.

De esta forma, al evaluar los sistemas de producción del departamento en la actualidad, se debe reconocer la potencialidad de la región, lo que implica que el conflicto regional debe abordarse de manera integral, con un componente investigativo que tenga implícito el entendimiento del funcionamiento del sistema y el desarrollo tecnológico del sistema productivo.

Actualmente existe un interés en evaluar la sustentabilidad debido a que son perceptibles los impactos que ha tenido la implementación de sistemas productivos. A nivel mundial y con mayor énfasis en la región amazónica hay una necesidad de cuantificar los impactos ocasionados por los cambios de uso del suelo y el uso de tecnologías inadecuadas. La expansión de la frontera agropecuaria por ejemplo, es una fuerza conductora de cambios en el Caquetá (Sinchi, 2006), de forma que en el tiempo, el área en pastos avanza mientras las áreas naturales se ven cada vez más reducidas y las condiciones del suelo empeoran. Lo anterior contribuye al efecto invernadero, la pérdida de biodiversidad y un desequilibrio de condiciones socioeconómicas de los productores (Corrales, 2004).

Hay que decir que existen una serie de políticas que a nivel nacional y regional se han venido implementando y que tienen efectos negativos y positivos sobre el ambiente en todas las esferas (social, económico y ecológico). Lo anterior, sumado a las decisiones individuales de los productores han llevado a una situación general de insostenibilidad del sector agropecuario en el departamento del Caquetá, de forma que los actuales sistemas de producción se apoyan en tecnologías altamente dependientes de recursos externos, el uso de semillas mejoradas y se ha negado la posibilidad de aprovechar los recursos propios de la región como una ventaja que tenemos como país tropical y altamente diverso.

Con el fin de evaluar las condiciones de sustentabilidad de los sistemas productivos frente a los impactos que estos generan en el campo ecológico, económico y social, desde 1995 se ha venido

trabajando en la formulación de indicadores que demuestren a través de datos las condiciones de los sistemas productivos o de algunos componentes del sistema.

Diferentes autores han trabajado en propuestas de indicadores de sustentabilidad: Ragas, et al. (1995), Trabajaron en la formulación de un indicador de sustentabilidad a partir de parámetros biofísicos, Koning y Van de Kop (1997), emplearon el método de balance de nutrientes como un indicador de sostenibilidad de los agroecosistemas, Herrick, J.E. (2000), propone la calidad de suelo como un indicador de manejo sustentable de la tierra; Rodríguez y Jiménez (2007), proponen la aplicación de indicadores del recurso suelo para evaluar la sostenibilidad de la microrregión plantar – la vieja en Costa Rica; Ramíres et al. (2008) proponen indicadores para determinar la sostenibilidad agrícola en la cuenca media del río reventado en Costa Rica usando solo indicadores de calidad de suelo. Sin embargo, a pesar de tener claridad en que se deben superar las barreras sociales y científicas con el fin de entender, elaborar y medir la sostenibilidad, los indicadores propuestos por estos autores son desarticulados y la evaluación de la sostenibilidad solo se da en términos del estado ecológico de los sistemas de producción, lo cual no es suficiente para la gestión sostenible de la tierra.

Otros autores han venido desarrollando modelos de simulación de la sostenibilidad para evaluar los cambios del agroecosistema mediante indicadores y aunque los modelos propuestos contienen información fuerte del componente biofísico y económico, hay que decir que esto mismo los hace débiles al limitar las posibilidades de monitoreo debido a que el seguimiento resulta demasiado costoso. Ejemplo de estos trabajos es el reportado por Konning et al. (1997) y Moore et al. (2011).

En 1993, Astier y Masera empezaron a consolidar una iniciativa de evaluación de la sostenibilidad basada en un marco conceptual y metodológico organizado. Iniciando la primera década del 2000 este marco fue consolidado por López, Astier y Masera (2000) y en México se propuso un marco referencial para la evaluación de la sostenibilidad y que fue denominado “MESMIS”. Este marco de evaluación permite formular indicadores agrupados en atributos, criterios de diagnóstico y puntos críticos. Actualmente este marco ha sido empleado en varios países latinoamericanos y las experiencias han sido exitosas para las escalas manejadas.

Bajo el enfoque de MESMIS, se conocen en México los trabajos de Moya, et al. (2001), Trinidad et al. (2000), Astier et al. (2003), Neri et al (2008) y Sanchez (2010); en Bolivia los desarrollados por Delgadillo et al. (2000) y Sandy et al. (2004); en Perú por Gomero et al. (2003); en Argentina los desarrollados por Lowy (2007). En Nicaragua recientemente se conocen los trabajos adelantados por Durán y Díaz (2008) en el cual se identificaron 73 indicadores; y en Chile se conocen los recientes trabajos de Vega (2009)

En Colombia, se tiene conocimiento de las investigaciones realizadas por Cárdenas et al. (2005), quienes trabajaron bajo el Marco de MESMIS para desarrollar y validar una metodología con el fin de evaluar indicadores de sustentabilidad de sistemas productivos campesinos de la Asociación de Caficultores Orgánicos de Colombia – ACOC. Esta investigación dejó como resultado 11 indicadores agrupados por atributos, criterios y puntos críticos y la determinación de los niveles de sustentabilidad para las fincas caficultoras orgánicas de Colombia. Igualmente Arias y Camargo (2007), trabajaron bajo este mismo enfoque para analizar la sustentabilidad de las unidades productivas ganaderas del municipio de Circasia – Quindío; esta investigación dejó como resultado 17 indicadores que además de ser propuestos bajo un agrupamiento de atributos y criterios, se discriminaron por dimensión (económica, ecológica y social).

Otros marcos como MOTIFS (Herramienta de Monitoreo Integral para la sustentabilidad de Fincas), han sido empleados como herramienta de control basado en indicadores de sustentabilidad integrada

de fincas. Meul (2009) propuso indicadores ecológicos a través de este marco de evaluación, sin embargo, aunque los resultados hablan de cumplir con los propósitos de la sostenibilidad, se observa que existen falencias en la inclusión de los componentes social y económico dentro de la evaluación de la sustentabilidad.

Otros trabajos como el reportado por Nambiar et al (2001), han formulado indicadores desarticulados de un marco de evaluación que jerarquice criterios, principios o atributos y por el contrario han sectorizado los indicadores según el ámbito al cual pertenezcan (Social, económico y biofísico), para ello proponen indicadores por grupo y estiman un consolidado por sector y luego estiman un valor para todo el sistema productivo el cual sería su nivel de sostenibilidad. Esta metodología sencilla permite también comparar la sostenibilidad entre sistemas, pero presenta falencias en términos de la escala en la cual se formulan los indicadores.

Bajo este último enfoque se han propuesto diferentes indicadores de sustentabilidad. Sarandón y otros autores desde el año 2002 al año 2006 trabajaron en la definición de unos indicadores de sustentabilidad para agroecosistemas según aspectos económicos, ecológicos y socioculturales en Misiones - Argentina. Duarte (2005) propuso 24 indicadores con sus respectivos umbrales para evaluar la sostenibilidad social, económica y ecológica por finca en una microcuenca del Río Sesesmiles en Honduras. Nasca et al. (2006), evaluaron 2 modelos ganaderos de la llanura deprimida salina de Tucumán en Argentina y propusieron 10 indicadores en las 3 dimensiones a partir de los cuales permitieron dar pautas sobre el manejo de la ganadería para incrementar los niveles de sustentabilidad. Hua et al. (2007) propusieron un sistema de indicadores teniendo en cuenta las 3 esferas con el fin de evaluar la sustentabilidad de la agricultura a nivel mundial y específicamente en China. Así mismo, Fallas (2009) desarrolló una metodología para el análisis de la sustentabilidad de los sistemas agrícolas de fincas ecológicas y convencionales en Costa Rica donde identificaron 15 indicadores para los capitales humano, social, económico y físico.

En Colombia este último método fue valorado por Ríos (2009), quien generó indicadores de sostenibilidad en sistemas de producción agropecuaria para la toma de decisiones en el caso de lechería especializada; esta investigación aporta 4 indicadores integrales (1 por cada dimensión: ambiental, social, técnica y económica), los cuales son ponderados para obtener un valor o nivel de sostenibilidad que permite comparar este atributo entre distintos sistemas productivos en Colombia.

Otros autores han propuesto indicadores sin apoyo de un marco metodológico sino consolidando los indicadores por criterios o puntos críticos de los agroecosistemas. Blixen et al. (2007), propusieron 36 indicadores y los agruparon en 15 puntos críticos. Un esquema parecido al MESMIS, pero más abierto.

Más recientemente se ha venido proponiendo un marco de evaluación de sustentabilidad denominado SAFE (Sustainability Assessment of Farming and the environment Framework – por sus siglas en Inglés), propuesto por Suvenier et al., (2006) y Van Cauwenbergh et al. (2007). Este marco propone que los indicadores deben ser formulados por dimensión (social, económica y ecológica), pero a su vez deben estar agupados dentro de principios y criterios. Esta conjugación ha sido adoptada por varios autores durante la última década y se conocen varios resultados exitosos de esta propuesta porque además supera las barreras de la escala que limitaban otros marcos conceptuales.

Bajo el enfoque del SAFE, Soriano (2005), propuso 16 indicadores diferenciados en las 3 dimensiones para evaluar los sistemas agropecuarios urbanos de México. Sánchez (2009) quien ha venido trabajando desde tiempo atrás, propuso 16 indicadores de sostenibilidad agraria mediante indicadores sintéticos para el caso de Castilla y León en España, para lo cual empleó la estructura

jerárquica propuesta por el marco SAFE. De la misma forma, Sanchez et al. (2010) realizó el análisis de la sostenibilidad agraria mediante indicadores sintéticos; en este trabajo se proponen 16 indicadores para orientar las políticas agrarias en España. Gómez (2010), también propuso indicadores mediante este marco para el sector de Andalucía en el mismo país.

Actualmente, se continúan desarrollando indicadores de manera independiente sin tener en cuenta que la sustentabilidad contempla 4 componentes (ecológico, social, económico y el institucional), pero también se han venido consolidando aún más las investigaciones que propenden por la búsqueda de indicadores articulados en una estructura jerárquica que identifique criterios y principios por cada una de las 3 dimensiones inmersas de la sustentabilidad. Lograr articular la información de forma que los resultados permitan una visión integral de la sustentabilidad es uno de los retos actuales de la investigación.

DEFINICIÓN DEL MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

Tanto el ejercicio de la Caracterización y tipificación de los sistemas productivos, así como la evaluación de su sostenibilidad, requieren inicialmente de la unificación de criterios con respecto a las diferentes temáticas que se abordarán durante el estudio tanto en su fase de planificación como de ejecución. Los conceptos más importantes, y que de una u otra forma permitirán direccionar los diferentes procesos involucrados, tiene que ver con la forma como se definen los sistemas productivos, las unidades de producción y los criterios para la generación de las tipologías, que permitirán identificar los cambios temporales en los sistemas productivos imperantes en la zona de estudio, así como las variables y criterios para la evaluación de la sostenibilidad de éstos en el tiempo.

A continuación se describen los Conceptos Básicos que conforman el marco conceptual de la investigación.

Los Sistemas De Producción.

Las fincas, como cualquier otro organismo se pueden agrupar en conjuntos según su similaridad. Un sistema finca es un conjunto de componentes interactivos, en donde estos últimos y los subsistemas proporcionan al sistema sus propiedades estructurales, mientras que los cambios de materia, energía o información representan sus propiedades funcionales. En cualquier nivel un sistema funciona simultáneamente como subsistema del sistema próximo superior y como suprasistema de aquellos pertenecientes al nivel próximo inferior.

Las propiedades estructurales y funcionales que resultan de la disposición de los componentes y subsistemas en los sistemas finca, así como el procesamiento de materia, energía e información, proporcionan sus características únicas, lo cual implica que para el estudio de los sistemas de producción finca se requieran conceptos tanto de las ciencias biológicas como de las ciencias sociales.

Las fincas son sistemas con diferentes tipos de recursos, procesos y componentes de producción, que los agricultores individual o colectivamente, combinan para formar subsistemas. Estos subsistemas convierten recursos en productos y productos en recursos mediante la asignación sistemática de recursos, la recolección sistemática de productos y el intercambio igualmente sistemático de ambas dentro del contexto socioeconómico del sistema, de tal manera que este se sostiene como un todo.

COMPONENTES DE LA FINCA. Si las fincas se conceptualizan como una familia dentro de un conjunto de procesos interactivos, los elementos que forman cada proceso (recursos, unidades de procesamiento y productos resultantes) podrán definirse como componentes de la finca (Figura 1).

Según Hart (1990), los componentes de un sistema de producción finca pueden tener cuatro clases básicas de procesos:

- Producción Agrícola (incluida la silvicultura y agroforestería)
- Producción Pecuaria
- Procesamientos de productos
- Transacciones entre finca y el ambiente que la rodea (procesos de compra, venta, comercialización e inversión).

Figura 1. Componentes y flujos en un sistema de finca

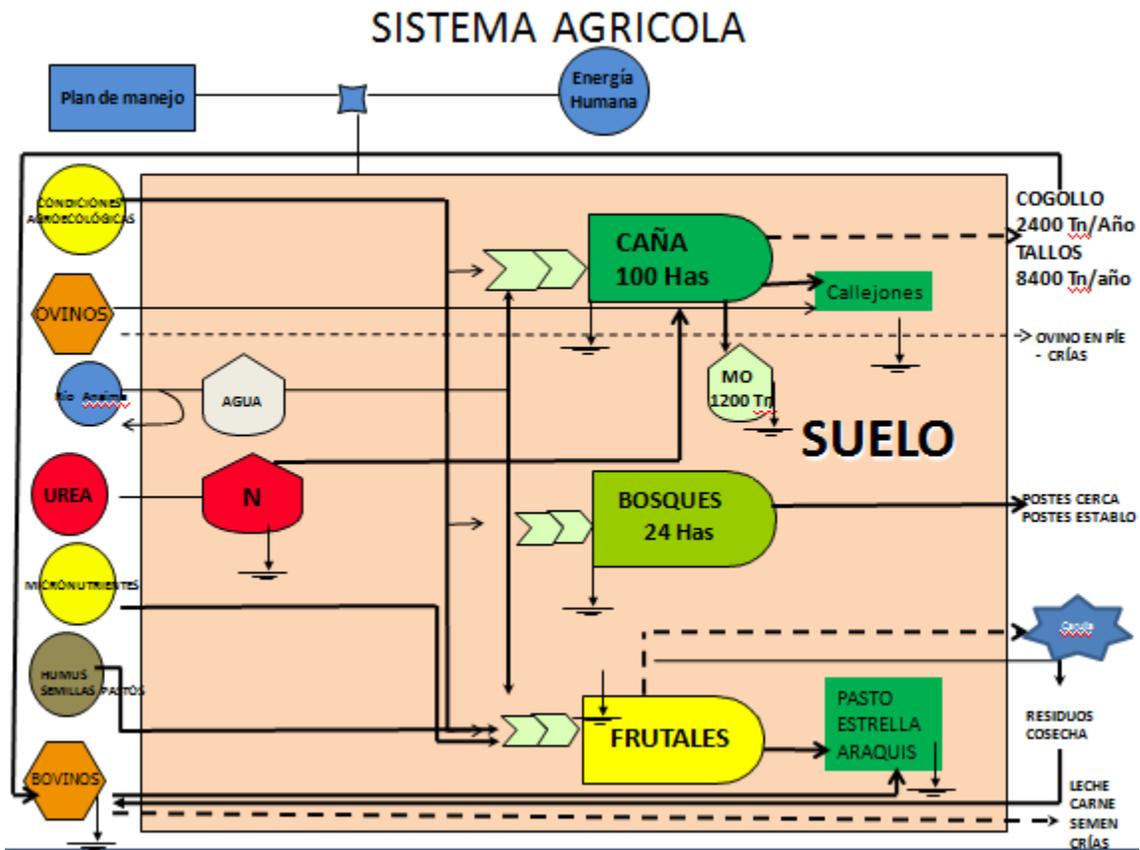
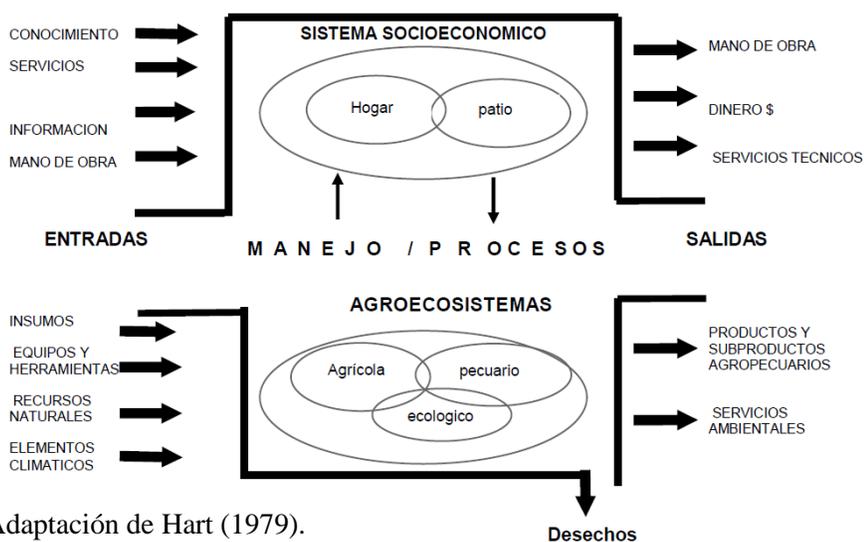


Figura 2. Modelo de sistema agropecuario



Fuente: Adaptación de Hart (1979).

Cada una de las anteriores clases de procesos requiere de recursos, unidad de procesamiento y componentes de producto. En este sentido, la producción agrícola requiere de recursos como la tierra, el trabajo, las semillas; las unidades de procesamiento requieren de cultivos, pastos, árboles; y los productos lo pueden constituir el grano, forraje y combustible.

Todas las fincas, tendrán componentes de transacción entre ellas y el ambiente que las rodea, incluso aquellos sistemas de producción que son autosuficientes y no utilizan dinero, intercambian con los vecinos fuerza de trabajo.

Subsistemas de las fincas.

Si bien es cierto que las cuatro clases de procesos anteriormente mencionadas pueden considerarse como subsistemas de finca, estos son del tipo que toma los recursos y los convierte en productos (alimento en leche, leche en queso, etc.). Pero las fincas tienen otro tipo de subsistemas que asignan recursos, cosechan productos, toman productos de un proceso y los trasladan como recursos a otro, etc.

En este sentido los subsistemas de finca pueden agruparse en cuatro categorías:

- El subsistema recurso a producto; se utiliza como criterio para clasificar los componentes de la finca. En esta categoría clasifican los subsistemas según su nivel en la cadena de procesos que pueden ocurrir en una finca: a) la producción agrícola está en un primer nivel (forrajes, cultivos, combustibles), b) la producción pecuaria se identifica como un proceso de segundo nivel, c) el procesamiento de productos agropecuarios se identifica como un proceso de tercer nivel (elaboración de quesos) y d) el procesamiento de información como recurso de cuarto nivel puesto que en éste se maneja toda la información que afecta todos los procesos inferiores.
- El subsistema producto a recurso; conecta los subsistemas recurso a producto que se encuentran en los tres primeros niveles. Dichos subsistemas pueden incluir la producción de cultivos y animales puesto que utilizan residuos de cultivos para la alimentación de animales "Producto agrícola a Recurso pecuario", el estiércol y la tracción animal para la

producción de cultivos “Producto pecuario a Recurso agrícola”. Otros subsistemas de esta categoría son aquellos que trasladan productos de cultivos y animales a subsistemas de procesamiento del tercer nivel “Producto agropecuario a Recurso para procesamiento”, y finalmente los subsistemas de “Producto de procesamiento a Recurso para Producción agrícola y pecuaria”.

- En el subsistema que maneja recursos y productos; el productor toma decisiones en cuanto a la cantidad de tierra y trabajo que debe asignar a otros subsistemas de la finca “Asignación de recursos”. De otro lado la recolección de productos implica decisiones de almacenamiento, autoconsumo y venta “Recolección del producto”.
- La categoría relacionada con los subsistemas de intercambio con el ambiente; incluye al subsistema de “Cambio de Productos por Recursos” cuando se intercambian por ejemplo granos por dinero o animales por mano de obra. El subsistema “Cambio de Recursos por Recursos” traspasa el límite entre la finca y su sistema superior como el trabajo por tierra, dinero por alimentos, etc.

Los componentes disponibles en la finca se combinan en subsistemas que interactúan para formar un sistema. Este funciona de tal forma que, o bien es sostenible porque no excede los límites ecológicos, socioeconómicos y de habilidad, o no sostenible cuando estos límites son excedidos. Estos límites nunca son constantes ya que se ven influenciados por los cambios de los sistemas climático, político y económico, lo mismo que las habilidades del productor cambian. En este sentido, las fincas son dinámicas en razón a que las metas de los productos nunca se alcanzan completamente y porque responden a cambios continuos de los ambientes ecológico y socioeconómico.

Los Agroecosistemas o Socioecosistemas.

Según Agreda et al., (1988), un sistema productivo o agroecosistema se define como “los arreglos en el tiempo y en el espacio de actividades productivas, manejadas por el agricultor y dentro de su ámbito de producción”. Las estructuras productivas están definidas por la combinación de sistemas de producción y la tipología de los productores que es un “instrumento de análisis que a partir de variables como el nivel de ingresos, dotación de recursos, actividades desarrolladas, tecnologías utilizadas, edad, educación, etc..., permite estratificar categorías de productores basados en los criterios antes citados”.

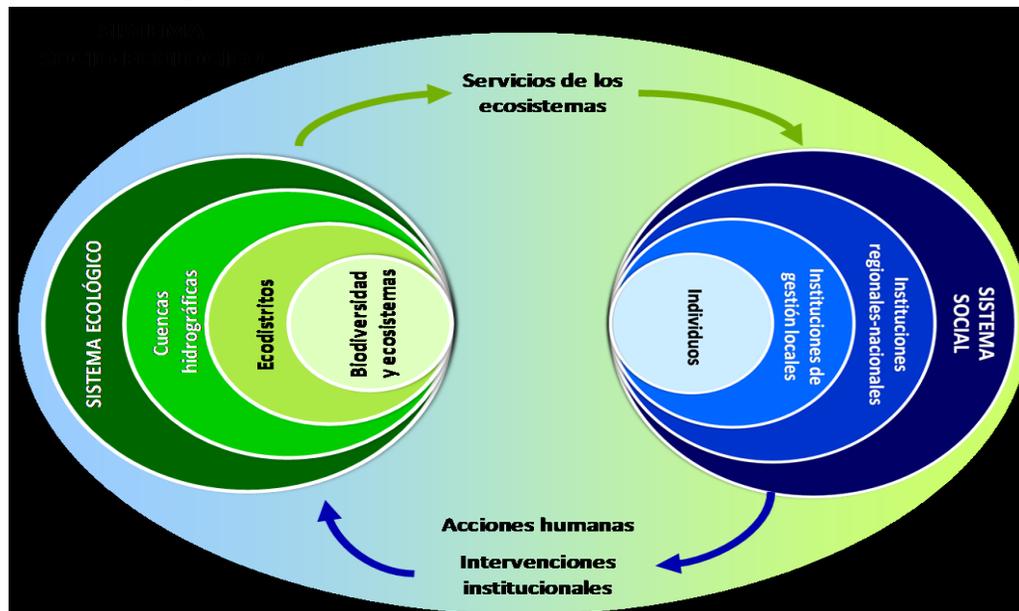
El funcionamiento de un predio o finca debe entenderse como un sistema complejo, compuesto por un grupo familiar, el predio y sus recursos en permanente interacción con su entorno socioeconómico y ecológico en función de sus objetivos (Maíno et al., 1993)

La unidad de producción es la finca y corresponde a la unidad básica de muestreo y sobre la cual debe aplicarse el instrumento de recolección de información. En este sentido, requiere ser definida en términos de sus componentes (recursos, unidades de procesamiento y productos) y subsistemas (manejo forestal, producción agrícola, producción animal, transformación de productos y administración), por lo tanto es importante que se determine el área mínima y el tipo de actividad, para que una finca o predio sea definido como una unidad de producción, susceptible de ser incluida dentro del marco muestral.

La Figura 3 ilustra el modelo conceptual de los elementos que componen un socio-ecosistema. El sistema social está compuesto por los individuos, los grupos locales, y las instituciones a mayor escala, así como por las relaciones que se establecen entre ellos. Este sistema se beneficia de los

servicios generados por el ecosistema ya que el flujo de servicios influye en el bienestar humano, y desarrolla acciones (pesca, agricultura, etc.) o intervenciones (restauración, conservación, etc.) que modifican directa o indirectamente el funcionamiento y estructura de los ecosistemas sin alterar su integridad ecológica.

Figura 3. Modelo conceptual de los socioecosistemas



Criterios De Clasificación De Los Sistemas De Producción.

Los principios generales se basan en la presunción de que las fincas son sistemas de valor agregado. Las fincas toman la luz solar de bajo valor y la convierten en biomasa, que tiene un mayor valor. Dadas unas metas y una relaciones entre el sistema socioeconómico y el productor (que determinan el acceso a la tierra, a la mano de obra y al capital), este tiene la opción de agregar un mayor valor a la biomasa si la utiliza como alimento para el ganado, y si las plantas y animales las somete a un proceso de tercer nivel, el valor agregado se sigue incrementado.

En este sentido, los criterios más importantes para la clasificación de fincas serían los siguientes según Hart (1990):

- El acceso y control sobre la tierra (cantidad y tenencia), la mano de obra (familiar u otra), y el capital (costo real del crédito para el productor, no la tasa de interés bancario). Este criterio está relacionado con el éxito del productor en maximizar el acceso a los recursos.
- La productividad biológica (peso seco / unidad de tiempo), comparada con la productividad de los ecosistemas naturales en el mismo ambiente. Este criterio se refiere a la relación entre el sistema finca y el ambiente ecológico.
- El valor total de la biomasa producida en la finca (ingresos brutos / unidad de área / unidad de tiempo), comparado con el valor de la finca de mayor producción en la región. El tercer criterio contempla la relación entre el sistema finca y el ambiente socioeconómico.
- El número y tipo de niveles de subsistemas (cultivos, ganados, procesamiento) y componentes encontrados en la finca. Este último se relaciona con la estructura del sistema finca.

Los criterios de clasificación obedecen a un objetivo específico para el cual va a ser utilizada la tipificación. De ello depende la selección de variables y la construcción de un marco conceptual que brinde coherencia explicativa a los propósitos trazados.

De estos elementos, variables y dimensiones se requiere precisar algunos conceptos claves en cuanto a lo que tiene que ver con las características socioeconómicas de la unidad de producción, es especial con el papel jugado por el recurso mano de obra, el cual viene a determinar la tipología de las relaciones de producción del sistema. La amplia discusión sobre el concepto de las unidades familiares de producción, las capitalistas y las campesinas, es un debate aún sin terminar, aunque vale la pena indicar que la categoría de campesino no es un concepto teórico; la presencia en términos de producción agropecuaria en diversos periodos históricos es apenas un hecho empírico que sustenta la idea de una definición general (Murmis, 1980).

Aunque generalmente se habla de formas “puras” de producción (familiares, campesinas, capitalistas, empresariales, arrendatarios y aparceros, etc.) estas no siempre se encuentran en la realidad sino como aproximaciones de las mismas, formas combinadas y matices intermedios. Para el análisis de los diversos sistemas conformados en la realidad, en este trabajo se toma como referencia los sistemas familiares; a partir de esta categoría se clasifican otros sistemas productivos en cuanto a la utilización de mano de obra y la disponibilidad de la tierra, identificando formas extremas e intermedias.

El aspecto fundamental de los sistemas familiares de producción, asimilados al concepto de economía campesina, es la utilización de la tierra y trabajo familiar en el proceso productivo; no contratan mano de obra para las labores dentro del predio; a su vez, tampoco requieren vender su fuerza de trabajo para alcanzar el sustento de la familia.

Un flujo hacia abajo se encuentra, en primer lugar, las unidades subfamiliares, Son aquellas explotaciones en donde el control de los recursos al interior del predio es tan frágil y tan poco representativo desde el punto de vista de la producción agropecuaria que, para alcanzar el sustento de la familia, requiere vender su fuerza de trabajo en labores y fuentes ajenas al predio bien sea desarrollando actividades agropecuarias o de otra índole. Este tipo de unidades se definen como aquellas que dependen fuertemente de fuentes de ingreso externas a la finca, especialmente de trabajo asalariado, funcionando como un sector refugio y cuyo número varía en dirección contraria al crecimiento económico (Jordan, 1988).

Como límite inferior, en segundo lugar, se encuentran los proletarios del campo, esto es, trabajadores que se encuentran despojados de la tierra, uno de los factores que identifica en forma expresa a la producción campesina. El sustento lo gana trabajando bajo diversas formas, siendo una de ellas la asalariada, mas no la única. Se identifican varias formas precarias de relaciones sociales de producción como la aparcería y la partija, entre otras.

En un flujo hacia arriba, como límite superior o extremo opuesto, se hallan las unidades empresariales de producción. Estas se caracterizan por la utilización principal de mano de obra asalariada, contrario al sistema familiar, y presenta mayores niveles de tecnificación. Así mismo, estas unidades de producción tienen mayor capacidad de generación de excedentes productivos, en forma de ahorro e inversión, esto es, de acumulación de capital. Por ello algunos lo denominan como capitalistas.

En las formas familiares y empresariales existe una gama de matices que permite identificar tipos intermedios de producción, los cuales no pueden denominarse como ni familiares ni empresariales, se encuentran entre las unas y las otras. Estas se clasifican como unidades semi-familiares y/o semi-

empresariales de producción. Se pueden interpretar como un tránsito en cualquiera de los dos sentidos; un flujo hacia arriba de los sistemas familiares o un reflujo hacia abajo de las unidades empresariales.

Las unidades familiares no son absolutamente homogéneas entre sí a pesar de presentar la característica de una relación estrecha entre el trabajo familiar y la tierra, principal elemento que las distingue. Existen unidades con un buen nivel de ingreso mientras que otras tienden a la subsistencia, esto es, se identifican unos sistemas relativamente pobres y otros solventes, con distinto grado de tecnificación y/o uso de maquinaria. Se introduce así el concepto de diferenciación campesina al interior de los sistemas familiares.

De otra parte, el tránsito o transformación que se da de las unidades familiares en flujos hacia arriba (tendiente a formas semi-empresariales) o hacia abajo (sub-familiares) corresponde a procesos de descomposición campesina, en la medida que se comienza a perder o desfigurarse la característica de relación exclusiva con la tierra que las distingue como fuente de trabajo y de obtención de sustento familiar.

Los casos extremos en los flujos hacia abajo (proletarios del campo) y hacia arriba (empresarios) corresponden a fenómenos de descampesinización de las formas de producción. En ambos casos se ha perdido uno de los elementos fundamentales que identifican las formas de producción campesina; en el primero la tierra y en el segundo el trabajo familiar.

En síntesis, para la tipificación de los sistemas de producción se pueden utilizar diferentes criterios de clasificación, dependiendo de los propósitos y la utilidad de la misma. Para la tipificación de los sistemas productivos en el departamento del Caquetá, se tuvieron en cuenta cuatro grupos de variables fundamentales: 1) variables de tipo espacial, 2) variables sobre actividades productivas, 3) variables sobre relaciones de la producción y 4) variables de control y validación.

La Sostenibilidad De Los Sistemas Productivos.

El primer concepto de sostenibilidad se originó en la Asamblea de las Naciones Unidas en el año 1987, a partir del cual se definió como desarrollo sostenible a “aquel desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades” (Goodland y otros, 1994). Aunque en varios espacios Nacionales e internacionales se ha puesto en manifiesto el manejo sostenible o sustentable de los socioecosistemas, aún no se tiene un consenso sobre el significado exacto debido a que el concepto de sustentabilidad puede variar a través del tiempo y tener un diferente significado para cada persona (Rigby y Cáceres 2001, Rigby y Otros. 2001).

Según Brown y Otros, 1987 y FAO, 2003, la sustentabilidad de la agricultura puede ser definida como la capacidad de un socioecosistema de mantener la calidad y cantidad de los recursos naturales a medio y largo plazo, conciliando la productividad agrícola con la reducción de los impactos al medio ambiente y atendiendo a las necesidades sociales y económicas de las comunidades rurales.

En el informe de Río se definió la agricultura sostenible como un modelo de organización social y económica basado en una visión equitativa y participativa del desarrollo, que es ecológicamente segura, económicamente viable, socialmente justa y culturalmente apropiada (Goodland y otros, 1994).

No obstante, aunque existen diversas definiciones de sostenibilidad, la mayoría de éstas reportan que el concepto aborda tres dimensiones: ambiental, económica y social.

Según Ríos (2009), desde el punto de vista ambiental, un agroecosistema puede aumentar su sostenibilidad si el manejo, que se realiza en el mismo, conlleva a la optimización de los procesos naturales de los ecosistemas, tales como: 1) Disponibilidad y equilibrio del flujo de nutrientes, lo que depende del suministro continuo de materia orgánica y de prácticas que aumenten la actividad biológica del suelo; 2) Protección y conservación de la superficie del suelo, a través de prácticas de manejo que minimicen la erosión y que conserven el agua y la capacidad productiva del el suelo; 3) Preservación y conservación de la biodiversidad, la cual puede ser lograda con la diversificación de la composición de especies y con el aumento de la complejidad del arreglo estructural y temporal en el sistema. 4) Adaptabilidad y complementariedad en el uso de los recursos, lo que implica en el uso de variedades adaptadas a las condiciones edafoclimáticas locales y que respondan a un manejo bajo en insumos externos (Maser y Otros, 1999; Rigby y Otros, 2001; Aguilera y Otros 2003; Walter y Otros, 2009).

Riechmann (2003) reporta que para lograr la sostenibilidad ambiental es imprescindible que las tasas de explotación de los recursos renovables sean iguales a las tasas de regeneración de estos recursos. Las tasas de emisión de residuos deben ser iguales a la capacidad natural de asimilación de los ecosistemas a los que se emiten esos residuos (lo cual implica emisión cero de residuos no biodegradables). Además, deben ser impulsadas las tecnologías que minimicen el uso de insumos no renovables (Rigby y Otros, 2001; Dixon y Otros, 2001) y aumenten la productividad de los recursos frente a las tecnologías que incrementan la cantidad extraída de los mismos.

Desde el punto de vista económico - financiero, los socioecosistemas sostenibles son aquellos que presentan una producción rentable y estable a lo largo del tiempo, haciendo el uso eficiente de los recursos naturales y económicos, sin desperdicio (Maser y Otros, 1999; Rigby y Otros, 2001). Estos socioecosistemas deben ser robustos para enfrentar choques y dificultades socioeconómicas y ambientales, adaptables a estos cambios, así como capaces de recuperarse de estos, manteniendo su productividad (Maser y Otros. 1999). En este sentido, el grado de dependencia externa de la producción puede jugar un rol importante en la sostenibilidad de los sistemas. Según FAO (2005) la dependencia hacia recursos externos (tales como fertilizantes sintéticos y herbicidas) puede significar altos costos al productor y vulnerabilidad de la producción, principalmente porque los productores no pueden controlar los cambios en los precios o en el acceso a los insumos externos a la finca.

Complementariamente, desde la perspectiva social, los socioecosistemas deben poseer un nivel aceptable de dependencia a insumos y recursos externos, para poder controlar las interacciones con el exterior y responder a los cambios, sin poner en riesgo la continuidad de la producción, buscar una división justa y equitativa de los costos y beneficios brindados por el sistema entre las personas o grupos involucrados (Rigby y Otros. 2001) y preocuparse por el rescate y protección del conocimiento tradicional sobre prácticas de manejo adaptadas a las condiciones ecológicas y socioeconómicas locales (Maser y Otros. 1999).

En resumen, la sostenibilidad se refiere a la durabilidad de los sistemas de producción y a su capacidad para mantenerse en el tiempo. A su vez, se refiere al mantenimiento de la productividad de los recursos empleados, frente a situaciones de choque o tensión – en este caso, nos referimos a los recursos naturales renovables, utilizados para la producción agropecuaria y a otros insumos necesarios para la producción (Conway y Barbier 1990).

La sostenibilidad depende de las características intrínsecas del sistema de producción, de la naturaleza e intensidad de las tensiones o choques a los que está sujeto el sistema y de los insumos

humanos que pueden aportarse para contrarrestar esas tensiones y choques (Conway y Barbier 1990).

Sin embargo, para que un sistema productivo sea considerado sustentable se debe tener en cuenta las siguientes condiciones:

1. Que preserven el medioambiente (recursos energéticos, biodiversidad y no contaminen).
2. Que contribuyan total o parcialmente a que los agricultores obtengan un ingreso adecuado que les permita la reproducción social.
3. Que mantengan la cohesión social de las comunidades, que preserven el conocimiento local y, externamente, que las políticas diseñadas por los gobernantes sean adecuadas al contexto social y económico en el que se desarrollan.

Lograr aplicar el concepto de sustentabilidad en los sistemas de producción es avanzar en el tema de manejo de los recursos naturales sustentables, hacia una sociedad más sustentable, esto implica transformaciones profundas del presente modelo de desarrollo.

SOSTENIBILIDAD DÉBIL.

El enfoque de sostenibilidad débil, radica en que lo importante es el desarrollo económico y un bienestar social óptimo, pero sacrifica el potencial ambiental para satisfacer necesidades sociales. Explica que luego el potencial económico puede reponer o contrarrestar los efectos del uso del ambiente. Tiene una visión antropocéntrica – énfasis en lo económico

SOSTENIBILIDAD FUERTE.

El enfoque de sostenibilidad fuerte plantea que de ninguna manera se debe disminuir las funciones naturales y para ello es necesario sacrificar opciones de desarrollo si estas son lesivas para que los recursos naturales se mantenga en el tiempo. Tiene una visión ecocéntrica – énfasis en lo ecológico.

SOSTENIBILIDAD AGRARIA VISTA COMO UNA PROPIEDAD.

La sostenibilidad agraria bajo en enfoque de propiedad, se centra en el análisis de los sistemas agrarios para satisfacer las necesidades en el tiempo. Se concibe integralmente los componentes ambiental, social y económico dentro de las unidades agrarias. La base o criterio es la aceptabilidad social.

Marco De Evaluación De Sustentabilidad.

Lograr evaluar los sistemas de producción desde la perspectiva de la sustentabilidad, permite contribuir con herramientas que permitan a posteriori formular políticas que propendan por el manejo más eficiente y responsable de los recursos naturales. Dentro de las formas y métodos de evaluación, los indicadores son un elemento clave para llevar a la práctica el concepto de sustentabilidad; sin embargo, elegirlos y aplicarlos no es un paso obvio (Astier et al., 2008). Más que una lista de indicadores o de índices de sustentabilidad, se requiere de marcos de evaluación, los cuales corresponden a propuestas metodológicas flexibles que permiten guiar el proceso de evaluación mediante diferentes etapas o pasos.

- Según Astier et al. (2008) y Sanchez (2009), existen tres grandes ventajas que ofrecen los marcos de evaluación son:

- Ofrecen un marco analítico para el estudio y la comparación de sistemas de manejo alternativos sobre una base multidimensional.
- Permiten priorizar y seleccionar un conjunto de indicadores para el monitoreo de un sistema de manejo.
- Permiten guiar procesos de planificación y toma de decisiones.

Al respecto, diferentes actores han propuesto marcos para evaluación de los sistemas de producción basados en el concepto de la sustentabilidad. La diferencia entre ellos radica en el objetivo del marco, el énfasis en las áreas de interés, el tipo y la escala de evaluación, entre otras (Tabla 1). Independiente del marco de evaluación que se emplee para la formulación de los indicadores de sustentabilidad de los sistemas productivos, es importante que en dicho marco se tenga en cuenta:

- El análisis del manejo de recursos como un sistema en el que se relacionan aspectos sociales, económicos y ambientales.
- La articulación de escalas en la evaluación de sustentabilidad.

Tabla 1.. Comparación de Marcos de evaluación de sistemas de manejo de recursos.

Tabla II.2: Comparación de los principales marcos metodológicos de evaluación de la sostenibilidad mediante indicadores

MARCO	ENFOQUE	DIMENSIÓN EVALUADA	PERÍODO DE EVALUACIÓN	ESCALA DE ANÁLISIS	PROCESO DE SELECCIÓN DE INDICADORES	INTEGRACIÓN (OBTENCIÓN DE ÍNDICES)	EVALUADORES	GRADO DE UTILIZACIÓN Y EJEMPLOS DE APLICACIONES EMPÍRICAS
FESLM (1993)	Normativo (orientado a objetivos)	Económica Ambiental	<i>ex-post</i>	Nacional	<i>Bottom-up</i>	No integra (pero de fácil implementación)	Consultor ext. Actores locales	Alto. Gameda y Dumanski (1994); Latham (1994); Hamblin <i>et al.</i> (1996); Gomez <i>et al.</i> (1996); Gameda <i>et al.</i> (1997) y Vanloon <i>et al.</i> (2005).
IICA (1993)	Analítico (relación causa-efecto)	Económica Ambiental	<i>ex-post</i>	Institucional	<i>Top-down</i>	No integra	Consultor ext.	Bajo.
PSR y DPSIR (1994 y 1995)	Analítico (relación causa-efecto)	Ambiental	<i>ex-post</i>	Nacional Regional	<i>Bottom-up</i>	Índice Agregado	Consultor ext.	Alto (poca sistematización). OCDE (OCDE, 1999a, 1999b y 2001) y el Proyecto IRENA (EEA, 2005 y EEA, 2006).
CIFOR (1999)	Normativo (orientado a objetivos)	Económica Ambiental	<i>ex-post</i>	Nacional Regional	<i>Top-down Bottom-up</i>	No integra	Consultor ext. Actores locales	Alto (con sistematización). Estudios sectoriales (manejo de bosques).
MESMIS (1999)	Normativo (orientado a objetivos)	Económica Ambiental Social	<i>ex-post ex-ante</i>	Sist. Agrario Explot. Agraria	<i>Bottom-up</i>	Integra (uso de gráficos AMOEBA)	Consultor ext. Diversos sectores	Muy alto (con sistematización). Principalmente en pequeñas comunidades campesinas de América Latina.
INSURE (2005)	Sistémico	Económica Ambiental Social Institucional	<i>ex-post</i>	Regional	<i>Top-down</i>	Integra (uso de gráficos de pizza)	Consultor ext.	Bajo. Predominantemente trabajos de consultoría.
SAFE (2007)	Normativo (orientado a objetivos)	Económica Ambiental Social	<i>ex-post</i>	Sist. Agrario Explot. Agraria Parcela	<i>Top-down Bottom-up</i>	Integra	Consultor ext. Actores locales	Desconocido (marco muy reciente).

Fuente: Sanchez, 2009

- El análisis de sistemas de manejo como un proceso iterativo evaluación – acción – evaluación.
- La integración de los resultados obtenidos en la medición de indicadores.
- La participación de todos los sectores involucrados en el manejo de los recursos naturales en el proceso de evaluación.

Según Ortiz (2008), las fases fundamentales que guían hacia la caracterización de un sistema de manejo de recursos naturales en el marco de la sustentabilidad son:

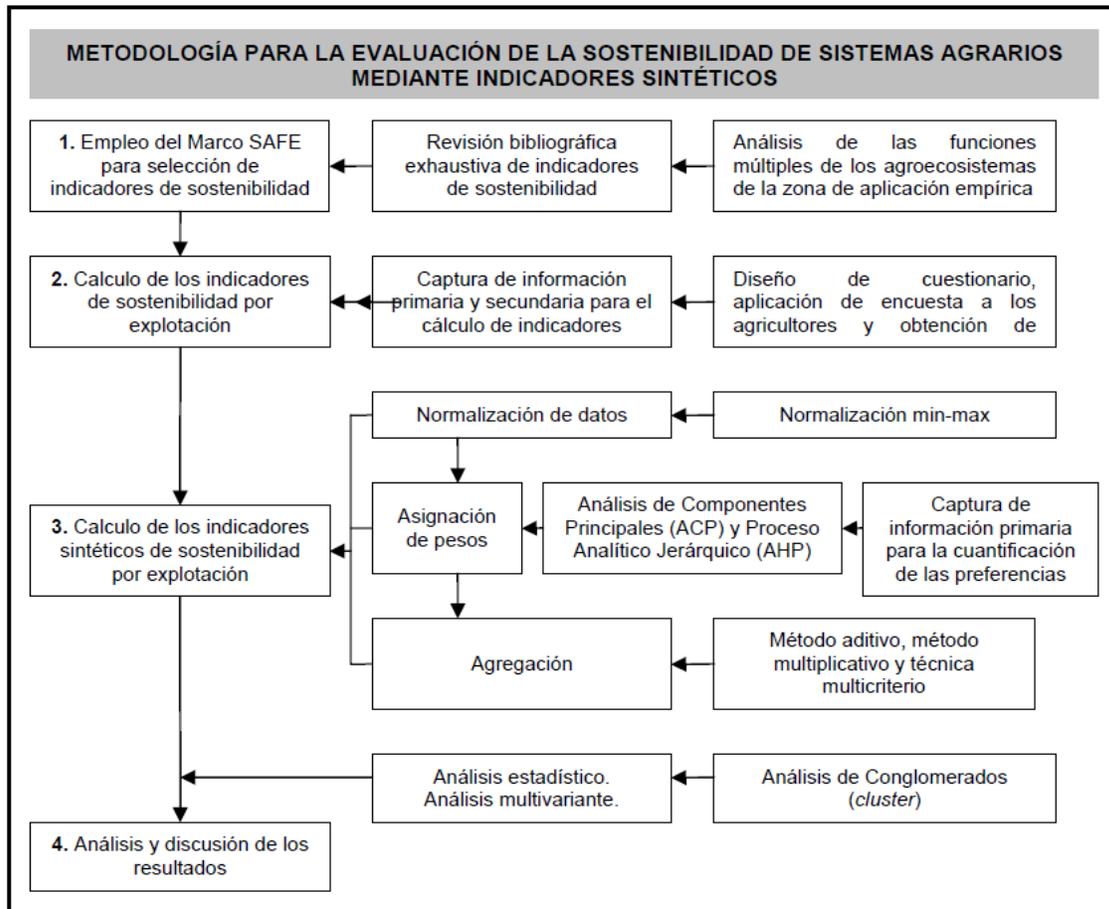
- Definición del sistema de manejo del recurso: Sistema, delimitación, subsistemas, flujos, contexto histórico y socioambiental.
- Descripción del Sistema. Manejo de información y tipologías.
- Representación del sistema. Herramientas de comunicación.
- Caracterización del sistema como una actividad participativa.

Recientemente se han propuesto nuevos marcos de evaluación de sostenibilidad que pretenden identificar indicadores que superen en cierta forma las limitaciones de los marcos anteriormente mencionados. Una de las barreras que limitan el uso de la mayoría de estos marcos y que se ha discutido en la literatura es la imposibilidad que tienen estos indicadores de ser monitoreados en el espacio por la escala tan reducida que se maneja.

El marco SAFE (sustainability assessment of farming and the environment framework). El marco SAFE, fue desarrollado por Sauvenieret al. (2006) y van Cauwenberghet al. (2007), quienes proponen evaluar la sostenibilidad de la actividad agraria en tres posibles escalas (sistema agrario, explotación agraria y parcela), mediante el empleo de una estructura jerárquica (adaptada de la aplicación de la Teoría PC&I para la evaluación de bosques realizada por Lammerts van Bueren y Blom, 1997), compuesta por: a) principios, b) criterios, c) indicadores y d) valores de referencia, listados de forma estructurada.

A diferencia de los marcos normativos FESLM y MESMIS, el Marco SAFE deriva su estructura de principios y criterios jerárquicos a partir de la combinación de las múltiples funciones de la agricultura (de Grootet al., 2002) con los tres pilares de la sostenibilidad (Munasinghe, 1993), lo que en última instancia permite la obtención de indicadores para cada una de las tres dimensiones de la sostenibilidad (económica, social y ambiental). Además, el Marco SAFE cuenta con indicadores de sostenibilidad a nivel de explotación generados a partir del Marco DPSIR (aunque los indicadores ambientales del Marco SAFE siempre se clasifican como siendo de ‘Presión’ o de ‘Impacto’) (Figura 4).

Figura 4. Metodología de evaluación mediante el marco SAFE



Fuente: Sánchez, 2009

El Marco SAFE ha sido empleado como marco metodológico de referencia en este trabajo, especialmente durante las etapas iniciales de diseño y selección de indicadores. En las etapas de obtención de indicadores sintéticos, pese a que uno de los objetivos de esta investigación consiste en comparar nueve metodologías distintas de agregación de indicadores, no se ha adoptado el método de agregación de indicadores empleado en el Marco SAFE debido a la dificultad que se presenta a la hora de construir las reglas de razonamiento difuso necesarias para realizar la inferencia difusa inherente a dicho método.

Los Indicadores De Sustentabilidad Según El SAFE.

Un indicador es una variable que brinda las bases para evaluar tendencias ambientales, sociales y económicas, o establece metas de políticas. Estos indicadores pueden ser cualitativos, cuantitativos como también pueden ser índices compuestos por la relación entre diferentes variables (Echevers, 1999).

Según Quiroga (2001), un indicador de sustentabilidad lleva implícito un conjunto de valores y metas evocados en el concepto de sustentabilidad; lo cual hace que dicho conjunto de indicadores que se propongan corresponderán a elementos muy locales.

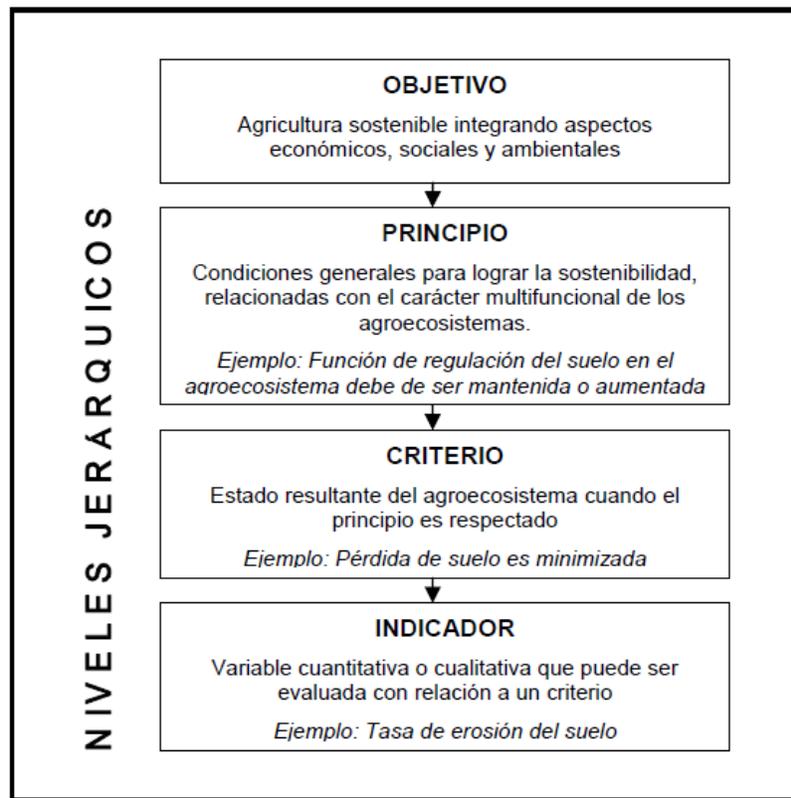
La propuesta de indicadores de sustentabilidad mediante el enfoque SAFE se desarrolla mediante la estructura jerárquica ilustrada en la Figura 5

Según la Figura 5, la propuesta para construir los indicadores de sustentabilidad, requieren de la definición de unos objetivos, unos niveles, unos principios y unos criterios que definan la sostenibilidad.

Se entiende como objetivo para esta investigación que una finca es sostenible cuando sus actividades son armónicas entre las esferas ambiental, económica y social.

Los niveles se conciben como las 3 esferas del desarrollo: económico, social y ambiental.

Figura 5. Estructura Jerárquica del Marco SAFE



Fuente: Adaptado de Sauvenier et al., (2006) en Sánchez (2009)

IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS E INDICADORES DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD SEGÚN EL MARCO DE EVALUACIÓN “SAFE”

Según el marco SAFE, los indicadores deben ser enmarcados dentro de un concepto de dimensión/principio/criterio.

Los principios representan el primer nivel jerárquico relacionado con las múltiples funciones de los agroecosistemas (de Groot et al., 2002) y con los tres pilares de la sostenibilidad: económico, social y ambiental (Munasinghe, 1993). Según la definición de Lammerts van Bueren y Blom (1997), un principio es “una ley o regla fundamental que sirve de base para el análisis y la acción”. Estos principios son generales y aplicables a escala internacional. En resumen, se refiere a las funciones de los ecosistemas y condiciones generales para lograr la sostenibilidad.

Funciones biofísicas: Se determinaron como funciones el mantenimiento del recurso hídrico, el mantenimiento del recurso suelo y el préstamo de servicios agropecuarios. De los 3, los dos primeros corresponde a aquellos indicadores involucrados en el componente estrictamente biológico.

Funciones económicas: como función económica se determinó la eficiencia económica del sistema productivo.

Funciones sociales: Se determinó dentro de esta dimensión la estabilidad social.

Funciones Institucionales: se determinó dentro de este componente la función de apoyo institucional.

Los criterios componen los estados resultantes de los agroecosistemas cuando los principios son respetados.

Los criterios trasladan los principios al agroecosistema de estudio y son más concretos que los primeros, por lo que son más fáciles de relacionar con los indicadores (Lammerts van Bueren y Blom, 1997).

El indicador es la variable cuantitativa que puede ser evaluada con relación a un criterio. (Lammerts van Bueren y Blom, 1997). Los indicadores seleccionados deben de conformar un conjunto representativo de la sostenibilidad agraria de la zona de estudio en todos sus aspectos.

El proceso de selección de los criterios y sus respectivos indicadores se realizó en ejercicios previos con el instituto Sinchi (Anexo 1) y para efectos de la presente caracterización de los sistemas de producción, se deberán emplear solo algunas variables del pull de indicadores propuestos que permitan tipificar las principales características de los actuales sistemas de producción.

Indicadores de sostenibilidad priorizados

Se eligieron 26 indicadores en la dimensión ambiental, los cuales se encuentran separados en 14 criterios y 3 grandes principios, sin embargo en la

Tabla 2 solo se consignan aquellos indicadores que se refieren al componente biológicos estrictamente dicho, el cual contempla la función de mantenimiento del recurso hídrico y el suelo.

Tabla 2. Indicadores biofísicos de sustentabilidad propuestos.

PRINCIPIO	CRITERIO	Indicador	subindicador	Fuente
Función de mantenimiento del Recurso hídrico	La protección del recurso hídrico se mantiene o aumenta	Protección y Conservación de Fuentes de Agua	% de recurso hídrico con vegetación riparia	Observación en campo
			Fuentes protegidas de acceso al ganado	
		Manejo de las excretas de origen agropecuario		Observación en campo
	La calidad del agua se mantiene o aumenta	Calidad de agua para el consumo humano	Oxígeno disuelto pH Temperatura Conductividad eléctrica	Medición en campo
	La oferta hídrica se mantiene o aumenta	Disponibilidad hídrica		Observación en campo
Las formas de acceso al agua se mantienen o mejoran	Acceso al agua para consumo		Observación en campo	
Función de mantenimiento del Recurso suelo	Minimización de la compactación de los suelos	Penetrabilidad		Medición en campo
		Actividad radicular		
	La pérdida del suelo se mantiene o aumenta	% suelo desnudo	% suelo desnudo en Pasturas	Medición en campo
			% suelo desnudo en Cultivos	
		Riesgo de erosión (IE)		Medición en campo
	El grado de acidez de los suelos se mantiene o disminuye	pH		Medición en campo
	La calidad química del suelo se mantiene o aumenta	Saturación de aluminio (%)		Medición en campo
		CIC (meq/100gr)		
		Bases totales (K, Na, Mg, Ca) (meq/100gr)		
		Saturación de bases (%)		
Carbono orgánico (%)				
	Fosforo (P) en PPM			
La fertilidad del suelo se mantiene o aumenta	Espesor del horizonte A		Medición en campo	
	% Materia orgánica			
	Macrofauna			
	Actividad microbiana			
	Lombrices			
Las prácticas de conservación de los suelos se mantienen o aumentan	Implementación de prácticas de conservación de suelos	Número de prácticas implementadas para la conservación de suelos		Observación en campo
		Cultivos diversificados		Encuesta

Función de	El estado agronómico de los cultivos se mantiene o mejora	Salud del cultivo	Vigor	Observación en campo
			Incidencia de plagas y enfermedades	Observación en campo
			Incidencia de arvenses	Observación en campo
			Desarrollo tecnológico	Observación en campo
			Manejo del cultivo	Manejo fitosanitario
		Manejo agronómico	Observación en campo	
	El estado agronómico de las pasturas se mantiene o mejora	Degradación de	Vigor de la pastura	Observación en campo
			Altura de la pastura	Medición en campo
			% Pasturas en estado de degradación avanzado (estado 3)	Observación en campo
			Presencia de caminos de ganado	Observación en

soporte de servicios agropecuarios		pasturas		campo
			Presencia de arvenses	Observación en campo
	Mantenimiento de la producción a largo plazo	Tendencia la monocultivo	Diversidad de especies en pasturas	Observación en campo
			Diversidad de especies en cultivos	Observación en campo
Agrodiversidad sustentable			Encuesta	

Las fichas metodológicas para cada uno de los principios de la línea biofísica considerados como indicadores sintéticos se encuentran elaboradas

En la dimensión económica se seleccionaron un total de 15 indicadores, los cuales se agrupan en 3 criterios y 1 solo principio, el de eficiencia económica. (Ver Tabla 3)

Tabla 3. Indicadores económicos de sustentabilidad propuestos.

PRINCIPIO	CRITERIO	Indicador	subindicador	Fuente	
Función de eficiencia económica	La productividad del sistema productivo se mantiene o aumenta	Relación Beneficio / Costo (B/C) (VISE2):		Encuesta	
		Margen bruto (mb) (vise3) ó eficiencia en el sistema productivo		Encuesta	
		Nivel de ingresos		Encuesta	
		Margen Bruto (MB) (VISE3):		Encuesta	
		Rentabilidad (R) (VISE4):		Encuesta	
		Margen de Seguridad (MS) (VISE6):		Encuesta	
		Rendimientos componente x		Encuesta	
	Estabilidad en la producción para futuras generaciones	Riesgo económico.	Diversificación para la venta.		Encuesta
			Dependencia de insumos externos.		Encuesta
		Recursos Financieros de la finca	Valor agrícola bruto		Encuesta
			El margen bruto de la agricultura		Encuesta
		Acceso al mercado		Encuesta	
		Relación ingreso predial y extrapredial		Encuesta	
	Facilidades de Acceso al Crédito (VISS6):		Encuesta		
	Independencia de insumos y mano de obra externa se mantiene o mejora	Dependencia de insumos externos		Encuesta	
Dependencia de mano de obra externa		Encuesta			
Dependencia de insumos y mano de obra externa del sistema productivo		Encuesta			

Las fichas metodológicas para cada uno de los principios de la línea económica considerados como indicadores sintéticos se encuentran elaboradas.

Un total de 8 indicadores en la dimensión social fueron propuestos, los cuales se hallan distribuidos en 4 criterios y un solo principio, el de estabilidad social (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Indicadores sociales de sustentabilidad propuestos.

PRINCIPIO	CRITERIO	Indicador	subindicador	Fuente
Función de estabilidad social	calidad de vida se mantiene o aumenta	Calidad de Vida (VISS1):		Encuesta
	Participación activa dentro y fuera de la unidad familiar se mantiene o aumenta	Integración familiar		Encuesta
		Participación social	Efectividad en la gestión de fondos para la finca	Encuesta
			Gestión de proyectos para el desarrollo de la localidad	Encuesta
			Efectividad de proyectos para el desarrollo de la localidad	Encuesta
			Gestión de proyectos para proteger el medio ambiente	Encuesta
			Efectividad de proyectos para proteger el medio ambiente	Encuesta
	Grado de asociación	Encuesta		
	Grado de beneficios adquiridos por asociatividad	Encuesta		
	Participación en reuniones	Encuesta		
Los conocimientos sobre el manejo sustentable de los recursos se mantiene o aumenta	Nivel de conocimiento sobre manejo del sistema productivo		Encuesta	
Se garantiza la seguridad alimentaria	Autosuficiencia alimentaria		Encuesta	

Las fichas metodológicas para cada uno de los principios de la línea social considerados como indicadores sintéticos se encuentran elaboradas

Se incluye como novedad la dimensión institucional en la cual se pretende identificar el respaldo de las instituciones con el sistema productivo (Tabla 5).

Tabla 5. Indicadores institucionales de sustentabilidad propuestos

PRINCIPIO	CRITERIO	Indicador	subindicador	Fuente
Función de apoyo institucional	El respaldo y compromiso de las instituciones con el sistema se mantienen o mejoran	Apoyo Institucional (VISS5):	a. Compromiso del Gobierno es suficiente b. Compromiso con los gremios ganaderos, caucheros y cacaoeros es suficiente. c. Se toma en cuenta la opinión de los productores en la toma de decisiones d. Recibe Asistencia técnica por parte de los gremios a los que está asociado.	Encuesta

Las fichas metodológicas para cada uno de los principios de la línea institucional considerados como indicadores sintéticos se encuentran elaboradas.

SELECCIÓN DE LA MUESTRA Y CONSTRUCCIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Con el fin de poblar los indicadores de sustentabilidad en las tipologías de sistemas productivos, se determinó que la muestra para evaluar los parámetros de campo que resultaran del proceso de selección de los indicadores sería de 3 fincas por tipología.

Para el cálculo del tamaño de la muestra se tomó como base los estudios de Cáceres (2007); Meul et al. (2009); Gómez y col. (1996), Nasca et al. (2006) y Cruz (2008), en los cuales se seleccionan de 1 a tres fincas por modelo productivo en los cuales se evalúan los indicadores de sustentabilidad.

Se determinó que un número de 3 fincas representa el total de fincas de cada tipología y permite comparar los resultados entre fincas y por tipología. La selección de predios se realiza según parámetros de distribución espacial y acceso.

Teniendo en cuenta los indicadores que se formularon según el marco de evaluación de indicadores desarrollado se generó el instrumento de captura de información. Este instrumento comprende una encuesta semiestructurada donde se captura información relacionada con percepciones de los productores y un formato de registros de observaciones de campo donde se consignan valores de observaciones directas así como los resultados de las pruebas realizadas sobre los sistemas productivos.

EL formato del instrumento requeridos para la toma en campo de la información socioeconómica y biológica para poblar los indicadores de sostenibilidad de los sistemas productivos” se encuentra elaborado..

TOMA DE INFORMACIÓN PARA EL POBLAMIENTO DE LOS INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

Con el fin de asegurar la claridad, oportunidad y calidad de la información, se determinó que el equipo técnico del proyecto fuera el responsable de realizar esta actividad y para ello previo a la toma de la información se realizó un ejercicio para socializar el instrumento de toma de la información y de unificar criterios técnicos y conceptuales relacionados con las unidades de medida, áreas, salarios mínimos mensuales (SMM) y demás variables que no entraran a causar duda, inquietud o “ruido en la información colectada. Al finalizar el trabajo se efectua una revisión final de todas las encuestas con el propósito de recoger en lo posible las inconsistencias que aún persistían.

SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Tomada la información de campo en las tipologías definidas en los estratos de intervención y unidades de paisajes de la zona se crea una base de datos digital en formato Excel, teniendo en cuenta las variables independientes (Estrato y Tipología) y las variables dependientes o de respuesta que son las tomadas en campo para poblar los indicadores de sostenibilidad de los sistemas productivos.

Para tal fin, se toma la información a partir de variables dicotómicas y monotómicas, la primera hace referencia a aquellas variables tomadas en campo y registradas directamente de acuerdo a su naturaleza de calificación o medida y las variables monotómicas son aquellas calificadas directamente de (1 a 5). Siendo 1 el que presenta baja sostenibilidad y 5 alta sostenibilidad.

Para que las variables dicotómicas se convirtieran en monotómicas, para calificar su nivel de sostenibilidad, se le hace un tratamiento especial con estadística descriptiva con el programa estadístico InfoStat Versión (9). Utilizando la prueba Tablas de Frecuencia que permite ajustar y agrupar los valores de calificación en escalas de (1 a 5).

Ajustados los valores en escalas de 1 a 5 se organiza la información en el mismo orden que se toma en el formato de campo, siendo primero todas las variables del indicador del mantenimiento del recurso hídrico, en segundo lugar el indicador mantenimiento del recurso suelo, en tercer lugar el indicador el mantenimiento de los servicios agropecuarios, en cuarto lugar el indicador mantenimiento de la eficiencia económica, en quinto lugar el indicador mantenimiento de la eficiencia social y como sexto y último indicador el mantenimiento de la eficiencia institucional. Los resultados obtenidos son organizados en una base de datos que permitió realizar posteriormente los análisis de las sostenibilidad

Construida la base de datos, se analiza la información con el programa estadístico InfoStat Versión (9); para ello se emplearon las pruebas de estadística descriptiva: Media, Coeficiente de variación y error estándar y posteriormente se realizó un análisis de varianza con un nivel de significancia del 5% para observar diferencias estadísticas mediante los p-valor.

Finalmente se hacen dos análisis un primero que consiste en observar las diferencias de las variables de evaluación con respecto a las tipologías por estratos con el fin de observar las dinámicas de los indicadores de sostenibilidad entre el estrato de evaluación del sistema productivo y un segundo análisis con el fin de observar las diferencias de manera general tomando como referencias las diferencias entre los estratos de evaluación para establecer el nivel de sostenibilidad de cada uno de los estratos evaluados y al interior de cada uno el comportamiento de las tipologías.

Bibliografía.

Agreda, V. 1988. Tipificación de productores mediante el análisis multivariado. Junta de acuerdo de Cartagena /Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial, Lima, Perú..

Arcila, O. et al. 2000. Caquetá: Construcción de un territorio amazónico en el siglo XX. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, Tercer Mundo editores.

Arias-Giraldo, L.M y Camargo, J.C. 2007. Análisis de sustentabilidad en unidades productivas ganaderas del municipio de Circasia (Quindío - Colombia), Cuenca del Río La Vieja. Livestock Research for Rural Development 19: 10

Astier, M., Masera O., Galvan, Y. 2008. Evaluación de sustentabilidad un enfoque dinámico y multidimensional. Sea, CIGA, ECOSUR, CIEco, UNAM, GIRA, Mundiprensa, Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable España. 200 p.

Astier, M; Masera, O y Galván-Miyoshi, Y. 2008. Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. 1ª edición, SEAE / CICGAECOSUR / CIEco / UNAM / GIRA / Mundiprensa / Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, España. 201 p.

Belcher, K.W; Boehmb, M.M & Fultona, M.E.E. 2004. Agroecosystem sustainability: a system. Elsevier - Agricultural Systems 79. Pp 225–241

Bertalanffy, V. 1968. Teoría general de sistemas. 7ª edición. Edit. Fondo de cultura Económica

Blixen Magariños, C; Colnago Vieyto, P; González Jiménez, N; Márquez Scotti, C; Chiappe Hernández, M. 2007. Indicadores De Sostenibilidad Para La Agricultura Urbana. En memorias de Seminario de Cooperación y Desarrollo en espacio s rurales, Almería

Bolívar, H. 2011. Metodologías e Indicadores de Evaluación de Sistemas Agrícolas Hacia El Desarrollo Sostenible. Universidad Central de Venezuela.

Cárdenas, G.I; Giraldo, H; Idárraga, A; Vázquez, L.N. 2005. Desarrollo y Validación de Metodología para Evaluar con Indicadores la Sustentabilidad de Sistemas Productivos Campesinos de la Asociación de Caficultores Orgánicos de Colombia – ACOC.

Castaldo, et al. 2003. Caracterización de la invernada en el nordeste de la provinciade La Pampa (Argentina). XXIV Reunión Anual de la Asociación argentina deEconomía Agraria. Río Cuarto. Argentina.

Castel, J. M., et al. 2003. Characterization of semi-extensivegoat production systems in southern Spain. Small RuminantResearch. N° 47. Pág. 133-143.

CEGA. 1990. Sistemas de producción bovina en Colombia. Clasificación y descripción de los sistemas de producción Bovina. Artículo.

Chancusig , E. 2010. Desarrollo y Validación de Metodología para Evaluar con Indicadores la Sustentabilidad de Sistemas Productivos Agroecologicos Campesinos.

Corpoica. 2003. Caracterización biofísica de los sistemas de producción en los núcleos agroforestales de los municipios de Puerto Caicedo, Villagarzón, Orito y Valle del Guamuez del Departamento de Putumayo.

David J. Pannell *, Nicole A. Glenn. 2000. A framework for the economic evaluation and selection ofsustainability indicators in agriculture. Elsevier - Ecological Economics 33, pp 135–149
determinants of silvopastoral practices in temperate uplands: results of a surveyin the Massif central region of France. Agricultural Systems N° 69.Pág. 119-135.

Duarte N. 2005. Sostenibilidad socioeconómica y ecológica de sistemas agroforestales de café (Coffea arabica) en la microcuenca del Río Sesesmiles, Copán, Honduras. Tesis de maestría en ciencias –agroforestería tropical –CATIE. Costa Rica, 154 P.

Durán A.L; Díaz, O.J. 2008.Diagnóstico Agroecológico Del Estado Actual De La Sostenibilidad En Los Sistemas Locales De Producción Agraria En Diez Localidades Del Municipio De Darío-Matagalpa, 2006. Tesis ingeniería Agrónoma Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, 50 p.

Etchevers, B., J.D., 1999. Indicadores de la calidad del suelo. Pág: 451 – 472, en: C. Siebe, H. Rodarte, G. Toledo, J. Etchevers, K. Oleschko (Eds). Conservación y restauración de suelos. Universidad Nacional Autónoma de México – Programa Universitario del Medio Ambiente.

Fallas Bonilla, G. 2009. Metodología para el Análisis de la Sustentabilidad de Sistemas Agrícolas de Fincas Ecológicas y Convencionales en Costa Rica. Tesis de Maestría de Recursos Naturales de

la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales Universidad Estatal a Distancia. San José – Costa Rica, 109 p.

Fernandez Sanchez, G; Gómez-Limón, J.A & López García, J.L. 2010. Análisis De La Sostenibilidad Agraria Mediante Indicadores Sintéticos. Memorias del 48° Congreso SOBER – Sociedad Brasileira de Economía, Administración y Sociología Rural, 21 p.

García, et al. 2002. Descripción, espacialización y dinámica de los sistemas de producción agropecuaria en el área intervenida del departamento del Caquetá. Corpoica, edit. Promedios. 64 p.

Gobernación del Caquetá. 2009. Evaluación Agropecuaria del departamento del Caquetá. Secretaria de agricultura. Boletín informativo.

Gobernación del Caquetá.____. Planes de ordenamiento Territorial municipios de Florencia, Montañita, Paujil, Doncello, Puerto Rico, San Vicente, Albania, Morelia, Solita y Solano.

Gómez-Limón, J.A. 2010. Evolución de la sostenibilidad del olivar en Andalucía. Una propuesta metodológica.

instituto de investigación y formación agraria y Pesquera (ifaPa). Cuides No. 5.

Herrick. J.E. 2000. Soil quality: an indicator of sustainable land management? USDA-ARS Jornada Experimental Range. Elsevier - Applied Soil Ecology 15. Pp 75–83

Hua-jiao, Q; Wan-bin, Z; Hai-bin W & Xu, C. 2007. Analysis and Design of Agricultural Sustainability Indicators System . Science Direct - Agricultural Sciences in China.6(4), pp 475-486.

IGAC. 1993. Aspectos Ambientales para el Ordenamiento Territorial del Occidente del Departamento del Caquetá. Tomos I-II-II-IV. Santafé de Bogotá

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI. 2002. Diagnóstico de los actuales sistemas de producción en el área de colonización del departamento del Caquetá y su impacto ambiental. Documento de circulación interna.

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI. 2011. Avances proyecto “Zonificación de la reserva forestal de la amazonia”. Informe de circulación interna.

Koning, G.H.J; Van de Kop, P.J & Fresco, L.O. 1997. Estimates of sub-national nutrient balances as sustainability indicators for agro-ecosystems in Ecuador. Elsevier - Agriculture, Ecosystems and Environment 65: 127-139

Loewy, T. 2007. Indicadores sociales de las unidades productivas para el desarrollo rural en Argentina. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica Vol. 9: 75-85.

Lopez – Ridaura, S; Astier, M & Masera, O. 2000. Evaluando la sostenibilidad de los sistemas integrados: el marco MESMIS. Revista Leisa 16.4.

Macedo, et al. 2003. Análisis de un sistema de producción tradicional en Colima, México. Archivos de Zootecnia. Vol 52. Nº 200. Pag. 463-474.

Mainar, et al. 1993. Caracterización de la explotación ovina y caprina de la C.A.M. mediante encuestas y análisis multivariante: Bases para una planificación en ganadería y sanidad animal.

SEOC XIX.

Martos, et al. 1995. Clasificación técnico económica de las explotaciones lácteas de la Campiña Baja Cordobesa. Archivos de Zootecnia. Vol 44. Nº 165. Pág 39-48.

Meul, M; Nevens, F & Reheul, D. 2009. Validating sustainability indicators: Focus on ecological aspects of Flemish dairy farms. Elsevier - ecological indicators 9, pp 284–295.

Moore, A.D; Robertson, M.J & Routley, R. 2011. Evaluation of the water use efficiency of alternative farm practices at a range of spatial and temporal scales: A conceptual framework and a modelling approach. Elsevier - Agricultural Systems 104. pp 162–174.

Nambiar, K.K.M; Guptab, A.P & Qinglin Fu, S. 2001. Biophysical, chemical and socio-economic indicators for assessing agricultural sustainability in the Chinese coastal zone. Elsevier - Agriculture, Ecosystems and Environment 87, pp 209–214.

Nasca, J; Toranzos, M y Banegas, N. 2006. Evaluación de la sostenibilidad de dos modelos ganaderos de la llanura deprimida salina de Tucumán, Argentina. Zootecnia Tropical 24(2):121-136.

Neri-Noriega, R; Ocampo Fletes, I & Escobedo-Castillo J.F. 2008. La Sustentabilidad de los Sistemas Agrícolas con Pequeña Irrigación. El Caso De San Pablo Actipan. Revista Ra Ximhai Vol 4. Número 2, mayo – agosto. pp 139-163

Ortiz, T. y M. Astier. 2004. Introducción: Sistematización de experiencia agroecológicas en Latinoamérica. Pág . 4 – 6, en LEISA, Revista de Agroecología. (Edición especial. Ocho estudios de caso). Disponible en: <http://www.LEISA-al.org.pe/antiores/especial/index.html/>.

Pardos, et al. 1999. Caracterización técnica de explotaciones ovinas aragonesas mediante métodos estadísticos multivariantes. SEOC. XXII.

Paz, et al. 2003. Diversidad y Análisis económico en los sistemas de producción lecheros caprinos en el área de riego del Río Dulce-Santiago del Estero-Argentina. ITEA Vol. 99 A Nº 1. Pág. 10-40.

Pearce, D. W. y Turner. 1990. Economics of Natural Resources and the Environment. John Hopkins University Press, Londres.

PRORADAM 1979. La Amazonia y sus Recursos. Proyecto Radargramétrico del Amazonas. 790 p, mapas.

Quiroga, R.M., 2001. Indicadores de Sostenibilidad Ambiental y desarrollo Sostenible, Estado del Arte y perspectivas. Serie Manuales CEPAL, Naciones Unidas (Manual producido por el proyecto Evaluación de la Sostenibilidad en América Latina y el Caribe, PESALC).

Ragas, A.M.J; Knapen, M.J; Van de Heuvel, P.J.M; Eijkenboom, R.G.F.T.M; Buise C.L. y Van de Laar, B.J. 1995. Towards a sustainability indicator for production systems. Elsevier - J. Cleaner Prod., Vol. 3, No. 1-2, pp. 123—129.

Ramírez, L; Alvarado, A; Pujol, R; McHugh, A; Brene, LG. 2008. Indicadores para Estimar la Sostenibilidad Agrícola de la Cuenca Media del Río Reventado, Cartago, Costa Rica. Revista Agronomía Costarricense 32(2): 93-118. ISSN:0377-9424.

Ramírez, L; Alvarado, A; Pujol, R; McHugh, A; Brene, LG. 2008. Indicadores para Estimar la Sostenibilidad Agrícola de la Cuenca Media del Río Reventado, Cartago, Costa Rica. *Revista Agronomía Costarricense* 32(2): 93-118. ISSN:0377-9424.

Rapey, H., Lifran, R. Valadier, A. 2001. Identifying social, economic and technical

Ríos, G.P. 2009. Propuesta para Generar Indicadores de Sostenibilidad en Sistemas de Producción Agropecuaria, para la Toma de Decisiones, caso: Lechería Especializada. Tesis para optar el título de magister en Ingeniería administrativa. Medellín, 107 p.

Rodríguez, F y Jiménez, R. 2007. La aplicación de indicadores en el recurso suelo para evaluar la sostenibilidad de la microrregión Platanar-La Vieja, cuenca del río San Carlos, Costa Rica, 23 P.

Sánchez – Fernández, G. 2009. Análisis de la sostenibilidad agraria mediante indicadores sintéticos: Aplicación empírica para sistemas agrarios de Castilla y León. Tesis doctoral – Universidad Politécnica de Madrid.

Sánchez, C.R. 2010. Diseño De Un Índice De Sustentabilidad En Agrosistemas De Producción De Bioenergía. Caso De Estudio En El Valle De Mexicali. TeisTijuana, México, 164 p.

Sarandón, S. 2002. El Desarrollo y Uso de Indicadores para Evaluar la Sustentabilidad de los Agroecosistemas en libro “Agroecología el camino hacia una agricultura sustentable” –ECA-ISBN 987-9486-03-x. pp 393-414

Sarandón, S; Zuluaga, M.S; Cieza, R; Gómez C; Janjetic, L & Negrete, E. 2006. Evaluación de la Sustentabilidad de Sistemas Agrícolas de Fincas en Misiones, Argentina, Mediante el Uso de Indicadores. *Revista Agroecología*, Argentina, 10 P.

Siegmund-Schultze, M., Rischkowsky, B. 2001. relating household characteristics tourban sheep keeping in West Africa. *Agrycultural Systems* N° 67. Pág. 139-152.

Soriano, R. 2005. Indicadores De Sustentabilidad En Sistemas Agropecuarios Urbanos. México, 19 p.

Sraïri, M. T., Lyoubi, R. 2003. Typology of dairy farming systems in Rabat Suburbanregion, Morocco. *Archivos de zootecnia* N° 52. Pág. 47-58.

Torres, P; Rodríguez, L; Sánchez, O. 2004. Evaluación de la Sustentabilidad del Desarrollo Regional. *El Marco de la Agricultura*. *Revista Región y Sociedad*, Vol XVI No. 29. 36 p.

USDA y el INCORA. 1973. Usos de la tierra.

Vega – Sepúlveda, D.E. 2009. Medición comparativa de la sustentabilidad en agroecosistemas campesinos polirubristas: Estudio de casos en la comunidad de Tralcao, Provincia de Valdivia, Región de los Ríos. Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Agronomía – Universidad Austral de Chile. VALDIVIA – CHILE

World Commission on Environment and Development – WCED. 1987. *Our common Future*. Oxford University Press, New York.