

La sustentabilidad local y la interrelación con lo espacial

Juan J. Jardón U.

Érika J. González Mejía

Profesores-investigadores en la Facultad de Economía de la UMSNH

Resumen La intención de este trabajo es indagar la diferencia entre la sustentabilidad local y la regional bajo la apreciación del metabolismo social. Se desarrolla la concepción de localidad-población y la de la economía local que trasciende los límites locales y regionales, y se contabilizan los flujos de materiales de las actividades productivas y los acervos naturales de poblaciones menores a los 5,000 habitantes en Michoacán, México. Se sostiene que la interrelación entre el flujo de materiales de las actividades productivas y la sostenibilidad de los procesos económicos va más allá del límite físico espacial del consumo. Del análisis se desprende que hay una mayor capacidad de sustentabilidad en localidades con más población (relativamente) asociada a un número mayor de actividades agrícolas y de servicios, a diferencia de poblaciones más pequeñas. Se destaca el papel de la infraestructura y de los servicios públicos que contribuyen a una utilización mejor de los recursos que se extraen y contribuyen así a un mejor desempeño en la sustentabilidad local.

Palabras clave: sustentabilidad local, metabolismo social, economía local, infraestructura pública, agua, bosques.

Spatial and local sustainability interrelation

Abstract This work analyzes the difference between sustainability of local population and sustainability of local economy under social metabolism approach. Both concepts are developed in order to account for flow material of the productive activities and stocks and natural resources of the local population no greater than 5,000 habitants in the State of Michoacán, México, and the local economy which go beyond jurisdiction

boundaries. The interrelation between the material flow of the productive activities and the sustainability of the economic process go far enough of spatial consumption boundary. Results of the analysis are referred to different capacities of sustainability of local population and how a greater capacity of sustainability in relatively larger settlements is associated with a greater variety of agricultural activities and services, in contrast to smaller settlements where there is less variety of agricultural activities. The infrastructure and public services linked to greater sustainable local development is also highlighted.

Keywords: local sustainability, social metabolism, local economy, public infrastructure, water, forests, Michoacán.

I. Introducción

El objetivo del presente trabajo es aproximarse al tema de la sustentabilidad local mediante circunscribir las concentraciones de población y las actividades productivas que trascienden lo municipal y regional, para identificar los flujos de “materiales”, el intercambio y los desechos dentro de una concepción más amplia implícita en el metabolismo social.

La sustentabilidad no garantiza estadios donde coincidan intereses diversos, ya que por principio hay no sólo concepciones diferentes sino que la especificidad espacial hace tener aprovechamientos distintos para su evaluación. La sustitución de recursos naturales renovables y no renovables contenidos en el capital antropogénico, no sólo escapa del cálculo conservador sino que implica una visión abierta que interrelaciona sistemas de sustento biótico y estadios de desarrollo, pero sin anteponer la noción de crecimiento económico *per se*. La interrelación de los sistemas requiere de mayor consistencia metodológica, ya que implica la integración de las esferas económicas, físicas, biológicas e institucionales y superar los problemas de compatibilización y contabilización.

La posibilidad de incorporar una canasta de consumo local más *ad hoc* a la sustentabilidad se asocia mejor a la apreciación de la economía ecológica, donde la economía está interrelacionada con el medio ambiente y con un consumo que *de facto* se ha institucionalizado. La comprensión de la sustentabilidad se ha beneficiado de la evolución de las teorías, donde la ecología ha ganado terreno al conjuntar diferentes disciplinas, enfoques y niveles.¹

El análisis de la sustentabilidad de la economía se puede llevar a cabo a través de un refinamiento del diseño de políticas públicas cuya incidencia será mayor en su ámbito de acción a partir de una medición de la actividad económica local. Esta medición tiene como objetivo conocer qué agentes y en qué sectores de la economía se genera el mayor impacto ambiental. Se trata de proponer que la medición de la “presión” que ejerce la actividad económica sobre el medio ambiente está asociada al bienestar social, y que el carácter de conocer esta misma es aproximarse al diseño de políticas equitativas y distributivas en ámbitos locales. La política pública, vista así, no viene a ser un paliativo que corrija las distorsiones del espacio económico, sino que promueve un uso sustentable de los recursos naturales a través del consumo y la producción sustentable.

La investigación busca una aproximación a la sustentabilidad local, y para ello desarrolla la interrelación localidad-población y economía local. La primera se refiere a la relación *intra* de las actividades económicas en la localidad-población (L-P) que, bajo la esfera económica, se denominan cuasi-industrias, dado el nivel tenue

de diferenciación. Estas actividades se interconectan con otras actividades de otras L-P de la cadena de producción (*inter*) que trascienden al ordenamiento político y que dan origen al concepto de economía local (E-L) al conformar un conjunto de actividades en la cadena de producción; desde que se inicia con un conjunto de insumos en una L-P, agregándose más insumos hasta que conforman un *stock* que acepta insumos para su mantenimiento o para un destino distinto a éste.

Dada la institucionalización de la espacialidad en estados y municipios, se cuantifican los flujos de materiales de los procesos productivos llevados a cabo por agentes y empresas que capturan los recursos naturales, transforman y desechan, concibiendo así la metabolización social de los procesos productivos locales. Lo anterior forma la base para integrar y elaborar un balance de materiales combinando la localidad población y la economía local.

Para abordar de manera integral los procesos económicos locales y su posible sustentabilidad, el trabajo se desarrolla en secciones. La sección II analiza y describe el marco teórico del metabolismo social. En la III se analiza la metodología del análisis de la desmaterialización a nivel local con base en el análisis del flujo de materiales (*material flow accounting*) para estimar indicadores de sustentabilidad "local" y la interrelación con la economía local (E-L) y la localidad-población (L-P). Posteriormente, en la sección IV se lleva a cabo la contabilización de los flujos de materiales al interior de las localidades de los municipios de Acuitzio del Canje y de San Andrés (en el estado de Michoacán, México) y la interrelación que guardan con economías locales menores consideradas como subsistemas. En la sección V se aquilata el desempeño de las poblaciones en cuestión, analizando la sustentabilidad de dichas poblaciones a través de indicadores locales como preámbulo de economías locales pequeñas típicas. Finalmente, en la sección VI se emiten algunas conclusiones. Al final se presenta un apéndice metodológico y la bibliografía.

II. El metabolismo social y el flujo de materiales

El concepto de metabolismo social resurge en parte por los trabajos de Fischer-Kowalski (1998) y por la versión del metabolismo industrial de Ayres y Kneese (1969) en su análisis sistémico. No obstante que su origen se encuentra en la biología, la química y la física, se refiere al proceso fisiológico que describe las energías diferenciales relacionadas con la conservación de la materia. Posterior a la segunda mitad del siglo XX, este aprovechamiento integral y sistémico se reintroduce para analizar no sólo el sistema económico sino también su interconexión con la troposfera. Una de las principales características del enfoque del metabolismo social estri-

ba en analizar la *desmaterialización* de los sistemas integrados en la producción de bienes y servicios desde una perspectiva de sistema abierto y contabilizando las presiones en la econosfera y la atmósfera, que bien puede denominarse como el capital natural. Los sistemas naturales forman parte de los sistemas sociales y precisamente una forma de analizar esta interrelación es a través de su metabolismo social que, en perspectiva histórica, ha aumentado pero no necesariamente al interior de las partes, como pudieran ser comunidades o poblaciones menores.²

El metabolismo social se centra en la capacidad de metabolización de los desechos de la producción y los servicios en el sistema donde se consumen. El flujo total del sistema queda mejor entendido a través de sistemas y sus transferencias. Esta forma de considerar la metabolización hace que desde el inicio se puedan abrir subsistemas, los cuales pueden tener un tratamiento diferenciado tanto en el tiempo como en espacios territoriales, y que permiten analizar por separado el flujo de materiales de las economías locales.³ El concepto de metabolismo social no se circunscribe a la demarcación política regional en la forma convencional, pero sí se refiere a la espacialidad de flujos económicos y ambientales que generan espacios económicos diferenciados.

Cuando los sistemas se analizan en perspectiva social, el sistema implica niveles de correspondencia entre sustentabilidad, gobierno y producción. De la primera se ha ya mencionado la L-P y E-L, en la segunda corresponde a la organización política, y la tercera a los agentes y empresas. Estos tres subniveles forman los subsistemas, habiendo equivalencias tanto por un procedimiento de sustentabilidad como de producción. A este nivel, una cuestión central es la capacidad de los subsistemas para autorregenerarse y su complejidad a nivel local y/o regional, y donde las L-P delimitan el potencial del subsistema.

El tratamiento de los conceptos L-P y E-L merece mayor detenimiento, ya que por un lado buscan expresar las interrelaciones que se dan al interior de cada L-P, donde configuran actividades productivas, las cuales bajo la concepción sustentable se denominan compartimentos, mientras que bajo la concepción de producción, casi-industrias. Por otro lado, la conformación de ambos configura la economía local; ésta, dado el grado de interconexión con el medio externo, traspasa las fronteras de la división política.

Un ejemplo del análisis de la actividad en la L-P para identificar la configuración de la E-L es el siguiente: si X_{ijz} es el insumo transformado en la L-P y ijz son respectivamente la L-P, la transformación del insumo, z el número de casi-industrias en el compartimento. Así, puede haber n E-L representadas como $[E-P]^1 = \{X_{1,1,2}, X_{1,2}, X_{1,3}\}$, $[E-P]^2 = \{X_{2,1,3}, X_{2,2}\}$, $[E-P]^5 = \{X_{5,2}, X_{5,3}, X_{5,5,2}\}$. Es de obviar que en economías micropequeñas no hay muchas actividades y por tanto no muchas E-L. Las

concentraciones de poblaciones distintas L-P a su vez se pueden escribir como $[L-P]^1 = \{X_{1,1}, X_{2,1}, X_{3,1}, X_{5,1,3}\}$, $[L-P]^3 = \{X_{2,3}, X_{4,3}, X_{5,3}\}$.

La sustentabilidad local tiene dos connotaciones: a nivel de E-L y a nivel de L-P. El primer nivel es un flujo que trasciende tanto el ámbito de la producción *in situ* como la división política, y que en el fondo es el que importa para planeación a mediano y largo plazos. El segundo se refiere a la población y su consumo bajo la apreciación ambiental y económica (y distribución). Sobre la L-P se puede tener una acción más coordinada de políticas emanadas del gobierno, mientras que en el primero implica una coordinación intergubernamental, lo cual es más complejo.

La sustentabilidad de la L-P se evalúa a partir de la estimación del flujo de materiales y determinados parámetros que permiten evaluar lo redituable de la extracción y analizar en qué medida la población local (y sus recursos naturales y acervos) aumenta su riqueza y recursos con aumento y/o disminución de flujo de materiales locales e importados, y los efectos indirectos totales. Aunado a lo anterior, se considera parte de las actividades de la economía local que contribuyen a la sustentabilidad de la cadena de producción y lo correspondiente a la ubicación de las actividades productivas. La sustentabilidad vista de esta manera no se analiza exclusivamente con base en un parámetro, sino mediante un conjunto de parámetros relacionados con los procesos de desmaterialización y económicos de la localidad. No se pretende dar una respuesta única a la cuestión de la sustentabilidad, sino ponerla en el contexto de lo local y lo regional.

El metabolismo social en economías locales: implicaciones metodológicas

Si bien la medición de indicadores biofísicos de sustentabilidad ha proliferado, todos parten de alguna manera de técnicas de medición pertenecientes al metabolismo social.⁴ La metodología utilizada es la contabilidad del flujo de materiales (*material flow accounting*) (Eurostat, 2000; Schandl y Weisz, 2002) y la aplicación se hace a nivel local. El balance de materiales implícito en la metodología es una técnica que se ha desarrollado y ha superado problemas de contabilización, sobre todo en los procesos de intercambio de energía, que son complejos de evaluar. El *material flow accounting* (MFA) se ha aplicado en países de la Unión Europea y también a nivel por sectores de la economía y para evaluar los *stocks* de recursos naturales en México y en varios países de América Latina, ya que se ha aventajado a partir de la información a nivel estatal y nacional.⁵

El aporte del MFA consiste en que logra contabilizar la “complejidad” de los flujos de la actividad económica. Esta complejidad debe entenderse a partir de la descomposición de los flujos de materiales locales. Por un lado, los flujos físicos de

los recursos naturales desde su extracción hasta su eliminación final, pasando por los procesos de producción y transformación hasta su dispersión. Por otro, los flujos ocultos (indirectos), cuya estimación da noción de la presión que sobre el medio ambiente ejerce la actividad económica. Esta presión es distinta de la normalmente ejercida por los materiales que entran directamente en el sistema industrial y son transformados en bienes y servicios.⁶ Este conteo permite conocer los requerimientos totales de materiales (RTM) para una economía local con carácter temporal. Dado que la medición local en toneladas se ve limitada por la disposición de la información, el nivel de agregación de los factores físico-químicos tiene un mayor peso en la contabilidad cuando se hace desde la escala espacial, a diferencia de la contabilidad social, cuya estadística subestima la dependencia de los recursos naturales.

El aporte del trabajo estriba en converger la medición de la materialización de los sistemas económicos en la escala de lo local.⁷ El reto fue lograr la estimación de los parámetros del balance de materiales en concentraciones de población pequeñas a partir de información híbrida mediante contabilizar el consumo a través de mediciones directas, como el circunscribir el consumo local dentro de una organización política base a través de información estadística publicada por organismos gubernamentales e información de privados.

El sistema $S = \{\text{sustentabilidad, gobierno y producción}\}$ implica en sí dos concepciones de economías, la E-L en términos de flujo (de materiales), como antes se explicó, y otra a partir de definir las economías de las poblaciones L-P en valores, como es común en economía. Estas últimas se entienden como la comprensión de los procesos de transformación (apropiación, circulación, transformación, consumo y excretación), y espacialmente ello se interpreta como la ubicación de uno o varios compartimentos donde se llevan a cabo.

Para el caso que nos ocupará, las actividades de la economía local (en localidades en el estado de Michoacán) se analizan mediante los compartimentos de la ganadería semiintensiva, la explotación de bosques y la producción agrícola (cada una con sus cuasi-industrias), las cuales encierran cadenas productivas en términos de economía industrial pero sin considerar los desechos ni el proceso de excretación, mientras que en el metabolismo social se refiere al flujo del material, incluyendo los flujos indirectos (ocultos) que no se analizan normalmente en otro tipo de estudios de balance de materiales.

Acervos y flujos. Aspectos metodológicos y de estimación

La diferencia entre acervos y flujos en economía política tiene sus antecedentes en Quesnay y en los esquemas de Leontief. La separación entre acervos y flujos implica

aspectos de método que permiten conocer si el subsistema en términos físicos continúa creciendo o si dejó de hacerlo. La importancia del aumento de los flujos sin deteriorar los acervos como principio de sustentabilidad resulta evidente.

La cuestión de si la fauna y los pastos naturales deben incorporarse como recursos naturales ha sido una cuestión muy discutida y en general está en función del peso que tienen en la actividad económica. Lo mismo puede decirse de los bosques. Detrás de esto hay implicaciones metodológicas que resuelven un problema (relativamente) práctico de cálculo. Es más simple considerar la fauna como acervo, ya que esto no involucra la complejidad de evaluar la metabolización del crecimiento de los recursos naturales. Sin embargo, una vez que se explota un acervo como pueden ser los bosques, se concibe como flujo.⁸

Asimismo, desde la perspectiva del flujo de materiales se contabiliza el agua, ya que es un recurso estratégico de la economía local y forma una parte significativa de la actividad económica y de la transformación de la materia. A diferencia de otros aprovechamientos donde se prefiere no contabilizar algunos recursos, en este trabajo el balance se hace con agua y sin agua. Dado que este recurso además de explotarse localmente e inclusive de manera más intensiva por subactividades económicas y/o compartimentos, la relación que guarda el flujo de materiales y el económico no puede ignorarse, como podría ocurrir a nivel regional o nacional. No obstante, se podría considerar el agua como recurso dado, implicando una innecesaria contabilización; el valor económico de la producción ganadera del lugar genera un consumo local mayor (directa e indirectamente), el cual es dependiente completamente de dicho recurso, pero que como tal no se ve reflejado en el ganado en pie, listo para el intercambio. El agua es la parte de la materia que se transforma en el proceso de crecimiento del hato y si esta transformación se contextualiza a nivel nacional o mundial, su contabilización perdería sentido y convendría retomarla exclusivamente como un recurso dado en el balance de materiales. La diferencia adquiere importancia cuando es local, lo que implica que de no contabilizarse el recurso, quedaría en parte extraviado en el proceso productivo.⁹ Desde la apreciación del metabolismo social, el agua es un recurso que se transforma pero en una economía muy materializada esta transformación conlleva otros tipos de transformaciones e impactos en otros subsistemas, no obstante presumiblemente no cambie en el planeta. De ser así, la evaluación del agua debe atender a los efectos que conlleva en otros procesos. En este estudio, sin embargo, sólo se ve a nivel de *stock* o acervo en ganado en pie que se consume en otras L-E y que puede tener efectos en el lugar de la explotación. Sin embargo, la investigación no logra esta medición por salirse del alcance del trabajo.

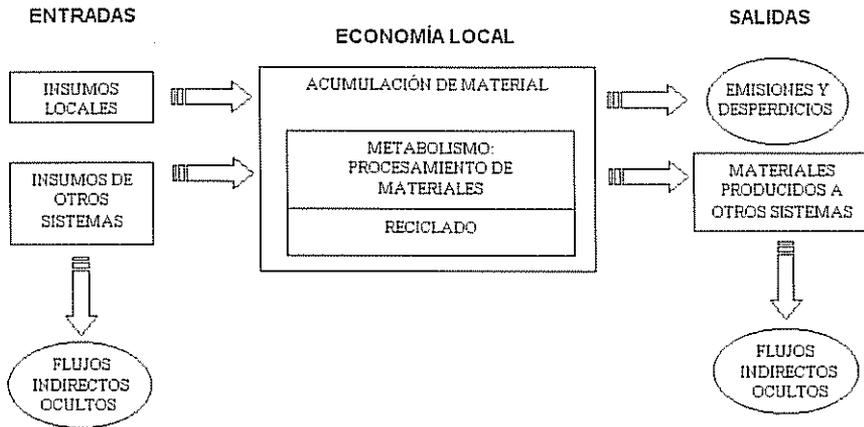
El capital antropogénico común y corriente incluye todo lo relacionado con los artefactos, equipos y materiales producidos. La infraestructura física de las localidades guarda una importancia relevante, ya que representa una significativa proporción del capital de una economía y del acervo que hay en casi todas las regiones o lugares y que se contabiliza dentro del sistema social. Este capital no es diferente del que se concibe en la jerga de economía ambiental como capital producido, a diferencia del capital natural, referido a los recursos naturales. Otro capital que no se estudia aquí en forma detallada es el humano. Para efectos del estudio, la medición del aumento de capital se refiere al natural y al producido.¹⁰

Flujo de materiales en la economía local

El diagrama 1 representa las interacciones del sistema mediante el flujo de materiales, el cual ha sido estudiado por el Instituto Wipperal y el Instituto para Estudios Interdisciplinarios de la Universidad de Austria.¹¹ Por una parte, se tienen las entradas, y por otra, a la derecha, las salidas. En las primeras deben observarse no sólo las entradas locales sino también las importadas y también los efectos (de las exportaciones) que se producen al presionar a otros sistemas de otras regiones. Es decir, los flujos indirectos asociados a las importaciones donde algunos pueden identificarse pero otros no (ocultos). Sin embargo, esta presión se contabiliza como un todo en el sistema abierto, pero no si se trata por localidades o regiones donde un aspecto de fondo es saber si se imputa y contabiliza al que demanda el recurso directamente o indirectamente, es decir si el destino del recurso va al consumo final local, al consumo intermedio o al final externo. Otro aspecto es si se imputa al que explota directamente el recurso o a ambos. Desde luego que una combinación debe justificarse con base en una estructura del consumo, de equidad, sensatez ecológica y viabilidad de cálculo.

A diferencia de una economía nacional, existe una dificultad a nivel local para estimar los flujos indirectos (y ocultos), ya que no hay una contabilidad de las importaciones y las exportaciones. Incluso si la estimación fuera a nivel nacional, las metodologías tienen limitaciones. No obstante la dificultad que supone cuantificar los flujos indirectos (ocultos), éstos deben estimarse para relacionarlos con el consumo doméstico y analizar su estructura de consumo y producción, ya que puede haber sistemas locales que (aparentemente) se consideran sustentables pero que en el fondo no lo son, como podría ser el caso del sector turismo, que demanda insumos de otras regiones y sistemas.

DIAGRAMA 1



Fuente: Con base en Eurostat (2000).

El diagrama describe el procesamiento de materiales de las economías locales a través de flujos indirectos. Hay varias formas de estimar los efectos de los flujos indirectos, pero no hay una que recoja todos los efectos. Algunos estudios se aproximan a las estimaciones de los flujos indirectos imputando un valor de los impactos a través de las importaciones monetarias. Lo anterior tiene dos problemas. Uno es superar las dificultades para el cálculo de las importaciones de las localidades, ya que normalmente se registran a nivel de país. El otro (y tal vez más importante) asume una relación proporcional entre estructura monetaria y estructura en unidades métricas (ej. toneladas). Una comparación de la estructura de insumos directos contabilizados con valores económicos y unidades energéticas en los casos de la producción de vivienda social y en la producción agrícola, da cuenta de la irrelevancia de la comparación, dada la magnitud estructural de las diferencias en los insumos directos (Jardón, 1996). Una alternativa que se propone y que empieza a utilizarse consiste en considerar un promedio entre un límite inferior y otro superior. El primero definido por los flujos indirectos de la exportación (FOE), mismos que pueden estimarse; el otro es el límite total de las importaciones como un flujo oculto completo. De esta manera, en la medida en que la localidad seleccione importaciones con menores flujos ocultos, incorporará mayor sustentabilidad a su sistema. Una aproximación similar es la que se sigue en este trabajo.¹²

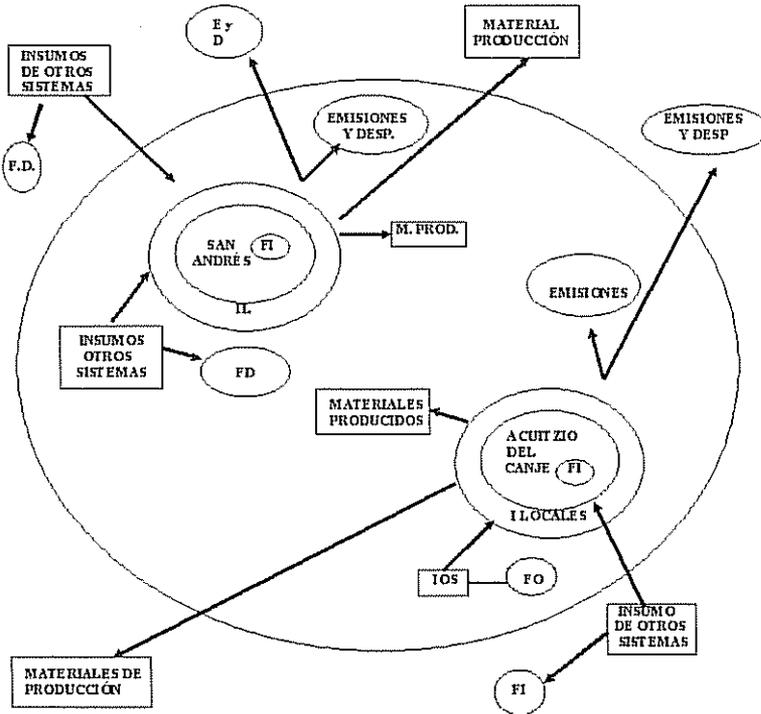
En lo que concierne a las salidas, se tienen por una parte las exportaciones y las emisiones y desperdicios, y por otra los efectos indirectos (ocultos) ocasionados por

la producción que tiene como destino la exportación, como pueden ser los casos de la explotación de petróleo, la actividad minera, la infraestructura de la hidroenergía, las plantas en la industria química y petroquímica, por nombrar algunas.¹³

Al interior del diagrama, en medio de las entradas y salidas están los compartimentos de la economía local, donde: a) entran actividades que transforman la materia prima y aumentan su valor y que aquí las denominamos *cuasi*-industrias, dado el estado de arte que guarda la tecnología con la localidad-población, o bien porque no son la actividad principal sino sólo una parte aislada en otro compartimento o incluso un compartimento menor que sólo puede ser evidente a través de la interfase establecida con la E-L; b) la transformación y consumo se da en la localidad-población y obedece tanto al compartimento como a arreglos institucionales (entre ellos el de la división política); c) ambos compartimentos y localidades forman la base para la valoración del acervo humano, fauna animal, vegetal y el capital antropogénico, etc., en toda la cadena, es decir, el de la economía local. Además se incorpora lo que forma una porción del flujo de materiales que puede involucrar procesos nuevos dinámicos y con rendimientos de escala crecientes y que forman parte de la economía local.

La actividad económica de las concentraciones de población (mucho) menores se basa en la explotación de los recursos naturales locales y su interrelación de materiales y flujos con otras economías dentro del mismo municipio y afuera de éste, como se aprecia en el diagrama 2. La explotación de los recursos lleva implícitas tecnologías, algunas de las cuales pueden ser de la región y otras de uso diversificado y proveniente del exterior.¹⁴ En el diagrama también se indican los límites entre localidades, dentro del municipio y de la región. La referencia a las concentraciones de poblaciones pequeñas (localidades) incorpora sus actividades de producción, *e. e.* compartimentos, los cuales forman parte de la economía local y que en el diagrama quedan representadas por los círculos contenidos en el círculo mayor. Por un lado, los círculos menores responden a una actividad económica donde puede haber un intercambio local (entre agentes y compartimentos) y con otra localidad (integrada por agentes y compartimentos) o incluso región (que involucra varias localidades ubicadas espacialmente), dependiendo de la producción agrícola o industrial. Por otro lado, en el círculo mayor el municipio representa la división política y además todas las localidades. El cálculo de materiales parte de los límites físicos y es demarcado por los límites de las actividades productivas.

DIAGRAMA 2. Municipio de Acuitzio



Fuente: Elaboración propia con base en Eurostat (2000).

III. Indicadores derivados del balance de materiales y sustentabilidad local

El balance de materiales está basado en las leyes de la termodinámica, donde los flujos de las salidas, junto con la acumulación neta, son equivalentes a las entradas.¹⁵ Las estimaciones de entradas y salidas en un periodo de un año se expresan en toneladas y se pueden relacionar determinados parámetros para evaluar: a) la situación que guarda la población local con los recursos naturales locales, lo cual puede interpretarse como la presión potencial ejercida por una economía *local* sobre el medio ambiente local; b) las presiones que impone el consumo local a otras regiones; c) el grado de sustentabilidad del sistema a través de los acervos, y d) la complejidad que guardan determinados sistemas y su capacidad biótica. Las estimaciones en tonela-

das se refieren a los insumos que se extraen y se incorporan a la producción en un periodo de un año.¹⁶

En el cuadro 1 se describen los principales indicadores que se pueden derivar del balance para una evaluación local. Desde la perspectiva de la localidad, sobresalen las presiones que el sistema local impone a los recursos locales y las demandas por importaciones provenientes de otras regiones, que en conjunto se definen por los insumos de materiales directos (IMD). En principio, este indicador refleja la magnitud de requerimientos para el mantenimiento de un consumo local.

Desde el punto de vista de sustentabilidad, es necesario analizar los efectos indirectos tanto de la extracción local no utilizada (o el flujo oculto local, FOL)¹⁷ como los de otras regiones asociados a las importaciones (flujo oculto asociado a las importaciones, FOI). Las importaciones incluyen todo tipo de material, desde el que refleja una baja transformación de la materia, hasta un producto manufacturado terminado. En este tipo de efectos no se descartan las emisiones a la atmósfera.

La demanda local

Las salidas se ven reflejadas en la estructura de consumo local y en la estructura de producción, incluyendo las tecnologías y la organización; ambas representan también una presión que ejercen demandantes externos de otras regiones. Por una parte, las emisiones al aire, agua y tierra responden tanto a la demanda interna como a la externa. Por otra, la misma demanda externa presiona al sistema local y genera emisiones directas e indirectas, las cuales se ven reflejadas por el flujo asociado a las exportaciones (FOE).

Sustentabilidad local y alcance de las estimaciones

La sustentabilidad tiene varias connotaciones pero la más convencional se centra en considerar la preservación del capital en general (natural, humano y el producido) y en el mantenimiento de determinado bienestar. No obstante, se puede tener un acuerdo en cuanto al mantenimiento del acervo de capital (natural y producido); no necesariamente se tendría que llegar a un acuerdo ante el bienestar, ya que mucho del consumo está institucionalizado. En cierto sentido, el argumento del crecimiento sustentable consiste en señalar que una condición necesaria para mantener la sustentabilidad es invertir los excedentes del capital natural que no se pueden regenerar. Si a esto se agregan rendimientos de escala crecientes, saciamiento final y modificaciones en el consumo, entonces se podría aumentar la sustentabilidad.¹⁸

CUADRO 1. Indicadores del balance de materiales

Entradas

1. Extracción local (**EL**).
2. Flujo oculto local (**FOL**) o extracción local no usada.
3. Importaciones (**I**) provenientes de la extracción de materiales de otras regiones y material producido.
IMD (insumos de materiales directos 1 + 3, no incluye FOL).
TIM (total de insumos de materiales 1 + 2 + 3).
4. Flujos ocultos de las importaciones (**FOI**).
RTM (requerimientos totales de materiales 1 + 2 + 3 + 4).

Salidas

5. Emisiones (aire, agua, tierra).
6. Extracción procesada no usada (desperdicios).
e y d (emisiones y desperdicios 5 + 6).
7. Exportaciones.
8. Flujos ocultos asociados a las exportaciones (**FOE**).
9. **STM** (salida total de material 5 + 6 + 7).

Otros indicadores

10. Consumo de materiales domésticos (**CMD**) equivalente a insumos de materiales directos (**IMD**) menos exportaciones.
11. Total de consumo de materiales (**TCM**) equivalente a **RTM** menos exportaciones menos flujos ocultos (**FO**).
12. **INS** (incremento neto en los acervos).

Fuente: elaborado con base en Eurostat (2000).

Desde la perspectiva del metabolismo social, la sustentabilidad significa una mejor asociación entre los flujos de materiales y los acervos o *stocks* que no necesariamente tendrían una especificidad estricta regional y ni tampoco que el bienestar diferenciado fuera autónomo. En otras palabras, el metabolismo social y el balance de materiales pueden incorporar mejor las interrelaciones de los flujos y por tanto la variación de los *stocks* y una redistribución de la riqueza natural.

Desde lo local implica, por un lado, separar la sustentabilidad de la localidad-población y la sustentabilidad de la economía local. La primera atiende a un espacio específico y la segunda al flujo de la cadena de producción integrada con espacios específicos, como se observa en los diagramas 3 y 4. Para el caso que nos ocupa, se tendría por un lado la sustentabilidad de las poblaciones de Acuitzio del Canje, San Andrés y poblaciones menores. Por otro, la economía local se refiere a las cuasi-industrias de la cadena de la producción de la explotación de ganado hasta su

consumo final, la producción agrícola (y en parte de biomasa para el crecimiento del ganado) y la explotación silvícola hasta su mantenimiento y consumo final, entre las más representativas. En todas ellas se implican compartimentos y por lo tanto localidades. Desde luego no se descartan las interrelaciones entre las cadenas, como por ejemplo la producción de insumos para el crecimiento de ganado que, en términos físicos, la biomasa forma un componente básico y que constituiría procesos económicos la economía de la L-P.

La localidad-población (L-P) sustentable significa que un aumento de su acervo de capital se hace a través de un —diferencial— flujo de materiales (entrante y saliente) y un efecto *minimum mini* del flujo indirecto (oculto) local y de afuera. La cantidad de flujo de materiales puede ser muy superior al acervo, o bien puede ser mínimo y que en todos los casos se observe sustentabilidad. La contabilización de los acervos implica aumento de los recursos naturales y también aumento del capital producido.

Para el caso en particular estudiado sólo fue posible contar con información de un periodo, y para evaluar los cambios en el acervo de capital (natural y producido) se analizó, por un lado, la cantidad de los flujos horizontales (de entradas y salidas) y los flujos indirectos (ocultos) y la posible afectación en el acervo. Al considerar constante el acervo, una primera situación se entiende cuando el flujo de entrada es mayor al de salida; la localidad-población, más que consumir el diferencial, lo reinvierte aumentando el acervo y permite economías de escala diferentes a las iniciales. Cuando las importaciones de acervos son promovidas por industrias nuevas (de punta) y no hay implicaciones a un flujo indirecto (oculto) asociado que degrade el ambiente, podría considerarse como sustentabilidad fuerte. Sin embargo, cuando parte del acervo se va a consumo doméstico, y éste a aumentar el acervo de artefactos, bienes de capital e infraestructura pública, se amplía el consumo local con calidad, implicando no sólo economías crecientes en el futuro sino que se aumenta el bienestar asociado a la sustentabilidad. En este segundo caso se trataría de un sistema con capacidades para autogenerarse y con un consumo que no implique flujos ocultos a otras regiones. Pero cuando el acervo se consume y no aumenta el de bienes de capital e infraestructura y bienes públicos, entonces la sustentabilidad es cercana a la nulidad, guardando vacíos para generaciones futuras.

La economía local sustentable (E-L) implica, por un lado, analizar si el flujo de la cadena de producción va en aumento y con un *minimum mini* de flujo indirecto (oculto); por otro, implica conocer qué parte de la cadena genera desechos y su localización espacial.¹⁰ Sin embargo, el análisis que se lleva más adelante es parcial, ya que sólo a los compartimentos de la ganadería y silvicultura de las L-P mencionadas se les da seguimiento, ya que implicaría otras L-P (como Morelia, Angangueo, Tzint-

zunzan, Salamanca, etc.) que no se evalúan. El compartimento de la agricultura, no obstante que tiene un flujo reducido con otras L-P, sí lo tiene con las localidades en cuestión y tiene un efecto de sustentabilidad fuerte.

IV. El flujo de materiales en poblaciones menores

La localidad de Acuitzio del Canje cuenta con 5,766 habitantes (la cual es la cabecera municipal) y la localidad de San Andrés con 548 habitantes. Estas localidades forman parte del territorio del municipio de Acuitzio, que incluye otras pequeñas poblaciones y que en conjunto sumaban 9,933 habitantes de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de 2000. La contabilidad del flujo de materiales se basa en la estimación separada de los flujos y acervos de estas dos poblaciones que forman parte del municipio. El resto de las localidades-poblaciones (pequeñas) se estima por diferencia a partir de la información estadística a nivel de municipio. Lo anterior comprende localidades-poblaciones, compartimentos, y parte de la economía local que se extiende fuera de las localidades, el municipio y regiones, y en ese sentido disminuyendo el peso del ordenamiento municipal que corresponde a la división política.

Además de las características físicas, se consideran la extensión territorial, la población y la población por actividad económica.²⁰ La actividad económica predominante en todas ellas es la agrícola, pero en Acuitzio del Canje se destaca la producción pecuaria semiintensiva. En San Andrés, además de la agrícola y la forestal, sobresale la ganadera. En el resto de las localidades pequeñas domina la producción forestal y agrícola. Las estimaciones que aparecen en los siguientes cuadros se refieren a estas dos localidades y al municipio; y sólo cuando se pudo separar la información se agrega el resto de las localidades. El balance de materiales para las comunidades de Acuitzio del Canje y San Andrés se calculó (principalmente) con base en información *directa*, como se explica en el apéndice al final del trabajo. A continuación se comentan los resultados obtenidos.

Materialización local: agua, biomasa y extracción local

La incorporación del agua como recurso tiene un peso considerable en la producción pecuaria. Si bien el municipio no presenta escasez de agua como ocurre en otras poblaciones, tampoco la tiene en abundancia, ya que ésta proviene de manantiales y pozos que se explotan en la localidad y su extracción no siempre está reglamentada.²¹ El agua como recurso prácticamente domina el escenario de las entradas de insumos, y una vez que se utiliza como requerimiento alimenticio pecuario no

tiene un tratamiento posterior. La importancia del agua representa prácticamente alrededor de 90% según la localidad.

La biomasa que se contabiliza está formada por la producción de la actividad agropecuaria y por las actividades de explotación en los pastos naturales, praderas y bosques.²¹ Dado que la actividad predominante en ambas localidades es la relacionada con el agro, esta biomasa adquiere una mayor relevancia sobre todo si se analiza por unidad productiva. Sin embargo, la información recabada no permitió por el momento desagregar los componentes para la transformación por tipo de unidad, dado que se prefirió por el momento un análisis de economía local, dejando el análisis de unidades de producción para una fase posterior.

El impacto que tiene la extracción de agua para la producción pecuaria es contundente. No obstante que la mayoría de las comunidades tienen una vocación para la explotación de bosques (además de la pecuaria), los requerimientos de agua son distintos, lo cual se muestra por el 88.9 y 91.7% respecto a la suma de la extracción directa, más la indirecta en San Andrés y el total del municipio, respectivamente (cuadro 2). Poblaciones pequeñas de 500 habitantes demandan en mayor medida este insumo que el promedio de las comunidades. La cabecera municipal (Acuitzio del Canje), a pesar de dedicarse a la actividad pecuaria en forma intensiva, reflejado por 86.1%, es menor que la proporción de agua que se extrae en San Andrés, debido a que en la primera principalmente hay un consumo más diversificado.

Si se aparta el recurso agua, se observa el relativo peso de la biomasa en comparación con otros insumos, como los importados, donde aparentemente la dinámica de consumo de San Andrés es más dependiente de las importaciones.

CUADRO 2. Agua y biomasa en relación con lo extraído, 2000

| | Municipio de Acuitzio | | Acuitzio del Canje | | San Andrés | |
|---------|-----------------------|------|--------------------|------|------------|------|
| | (a) | (b) | (a) | (b) | (a) | (b) |
| Agua | 91.7 | | 86.1 | | 88.9 | |
| Biomasa | 7.4 | 56.5 | 12.7 | 55.6 | 10.3 | 70.1 |

(a) relacionada con la [extracción doméstica + FOL] en %. Se incluye el agua.

(b) relacionada con el TIM (total de insumos de materiales) en %. No se incluye el agua.

Fuente: Estimaciones de elaboración propia con base en resultados obtenidos en trabajo de campo (ver el apéndice para estimaciones).

La biomasa requerida para el crecimiento de bovinos e inclusive porcinos está referida únicamente a su mantenimiento y no al hato mismo que forma parte de los acervos. Esta apreciación puede variar sobre todo cuando se considera el análisis de

una parte del compartimiento. Cuando lo que interesa conocer es el balance entre el capital natural y su mantenimiento, entonces podría contabilizarse no sólo el consumo sino el mismo acervo.²³ Sin embargo, a la dificultad para estimar el capital natural (que por ahora no se contabiliza sino se toma como dado) se le adhiere la dificultad de contabilizar el aumento, como en el caso del ható, que es capital natural en un sentido y producido en otro.

Sin considerar el agua, el impacto en el medio ambiente ocasionado por la extracción local (EL) y las importaciones (i) no es alto, ya que el peso del flujo indirecto (oculto) local (FOL) respecto al total de los insumos de materiales (TIM) corresponde a 4.0 y 4.2% para la cabecera municipal y San Andrés, respectivamente, como se observa en el cuadro 3. Estos flujos corresponden a la producción de biomasa no incorporada en el proceso productivo.²⁴ Podría suponerse que en el resto de las poblaciones menores esta relación es mayor debido a menores economías de escala.

La relación FOL/EL es menor en San Andrés y los flujos ocultos en Acuitzio del Canje son mayores debido a que están asociados al tamaño de la población, que es prácticamente 10 veces más grande que San Andrés.

CUADRO 3. Relaciones entre flujo oculto y extracción local, 2000 (%)

| | <i>Municipio de Acuitzio</i> | <i>Acuitzio del Canje</i> | <i>San Andrés</i> | <i>Otras pob. menores (**)</i> |
|---------|------------------------------|---------------------------|-------------------|--------------------------------|
| FOL/TIM | 4.1 | 4.0 | 4.2 | 4.5 |
| FOL/EL | 6.9 | 7.0 | 5.8 | 7.3 |

Se refiere a lo extraído local y de fuera, y sin incluir el agua.

* FOL: flujo oculto local; TIM: total de insumos de materiales; el: extracción local). Ver Cuadro 1 para definición de indicadores.

** Estimado por diferencia respecto al municipio.

Fuente: Estimaciones de elaboración propia con base en resultados de trabajo de campo (ver apéndice).

Entradas procedentes del sector externo

Se puede observar la relativa dependencia del sector externo en ambas comunidades mediante los insumos de materiales directos (IMD), que incluyen a las importaciones, las cuales representan 40.9% en Acuitzio del Canje y 25.5% en San Andrés, sin considerar la extracción de agua. Estas diferencias indican que si bien ambas comunidades se dedican a la actividad agrícola y ganadera, la estructura de consumo en la cabecera municipal es más diversificada, ya que la energía y las manufacturas importadas tienen un peso mayor en comparación con la de San Andrés. En la medida en que aumente el tamaño de la economía, las manufacturas aumentan, lo

cual puede ser un indicador de complejidad, reflejado en un consumo diversificado (cuadro 4).

Respecto a las importaciones de las otras comunidades, el agrupamiento que se hace denota las características de las localidades en cuestión, y si bien en general todas las comunidades importan energía eléctrica y combustibles, no sucede lo mismo con la biomasa, los productos químicos y las manufacturas. Las necesidades energéticas pueden ser comunes para cualquier concentración de población y es factible una menor dependencia de energía, dadas las tecnologías renovables para alumbrado, uso doméstico y transporte, etc. Existe un gran potencial para desarrollar un compartimento de la energía de baja potencia, además de aumentar la diversificación de utilización de la leña, ya que éste constituye un recurso ya bien establecido.

CUADRO 4. Principales importaciones respecto al total importado, en %, 2000

| | Municipio de Acuitzio | Acuitzio del Canje | San Andrés | Otras pobs. menores |
|-------------------------------|-----------------------|--------------------|------------|---------------------|
| Importaciones (*) | 39.1 | 40.9 | 25.5 | 20.1 |
| Distribución de importaciones | | | | |
| Energía | 14.9 | 20.1 | 7.9 | nd |
| Biomasa | 38.5 | 34.4 | 34.8 | nd |
| Químicos | 29.9 | 25.9 | 45.6 | nd |
| Manufacturas | 17.6 | 19.5 | 11.6 | nd |

(*) Relación importaciones/IMD (insumos de materiales directos sin considerar el agua).

nd: no disponible.

Fuente: Estimaciones de elaboración propia con base en resultados de trabajo de campo (ver apéndice)

Las importaciones de biomasa responden principalmente a las necesidades de consumo directo para alimentos para el consumo humano, así como para la adquisición de ganado para engorda. En lo que toca a productos químicos, está referido a fertilizantes, pesticidas y herbicidas usados en la producción agrícola.

Impactos del consumo local en otras regiones y opciones de desmaterialización

Los requerimientos totales de materiales (RTM) y el flujo oculto asociados a las importaciones (FOI) pueden servir de base para una estrategia destinada a disminuir las presiones al medio ambiente y aumentar los niveles de sustentabilidad. En la me-

dida en que se sustituyan aquellas importaciones que adjuntan impactos severos al medio ambiente, se reflejarán en mejores niveles de sustentabilidad.

A nivel regional y sin una estimación más precisa del FOI, los efectos se pueden considerar marginales dada la magnitud de las poblaciones consideradas. Si bien a nivel local la situación es diferente, ya que se intercambian productos químicos, combustibles petrolíferos y ciertas manufacturas, la mayor presión proviene de poblaciones mayores como Acuitzio del Canje. Aunque esta presión no se puede separar de las exportaciones debido a la estructura de consumo local, la especialización de las economías y la extracción local, las tecnologías y la organización, sí habría cierta corresponsabilidad con las presiones que le imponen a otras regiones al demandar ellas productos bióticos y abióticos. Asimismo, el impacto que se tiene a nivel regional o nacional dependerá de la similitud de las poblaciones y del grado de ruralidad del territorio nacional.

El impacto del FOI a nivel local puede disminuirse de dos formas. Primero, en la medida en que otras regiones sustituyan tecnologías y materiales con menor impacto en el medio ambiente, ello implicará importaciones más desmaterializadas. El aprovechamiento de actividades colaterales y sinergias como la autogeneración de energía, permitiría a las comunidades contar con excedentes tanto para la adquisición de manufacturas como para reducir su dependencia respecto de la producción pecuaria donde se generan los excedentes para el intercambio y satisfacción de necesidades de consumo de bienes durables (electrodomésticos, maquinaria, autos). Segundo, será prioritario cambiar la estructura de consumo local para balancear el flujo de materiales (y de balanza de pagos) cuantitativa y cualitativamente al incorporar otro consumo con menor impacto en el medio ambiente local o regional y, como consecuencia, exportaciones más desmaterializadas. Lo anterior puede apreciarse al comparar el consumo entre las comunidades de Acuitzio del Canje y San Andrés, donde esta última todavía no ejerce la presión en un consumo conspicuo, como lo hace la primera. Una estrategia no drástica la constituye no tanto la discriminación del consumo, pero sí su diversificación y la sustitución del consumo por otro que demande menores importaciones con FOI alto.

Cabe mencionar que el FOI en economías en desarrollo es mayor que las mismas importaciones, pues lo que se importa son materiales con alto valor agregado asociados a una materialización más cualitativa, donde implícitamente los impactos en el medio ambiente hasta ahora siguen siendo altos. La desmaterialización de las importaciones implica una depuración, ya que habría diferenciales donde esté implícita la calidad y donde el impacto fuera menor.

Salidas y exportaciones

En lo que concierne a las salidas que se producen en las economías locales, las emisiones contaminantes responden a dióxido de carbono provenientes de la quema de biomasa en la agricultura y el transporte. Más importante es la extracción procesada y no usada, así como los desperdicios que proceden de las actividades forestales y por tanto menos imputables a las dos comunidades en cuestión. Dado que el estado de Michoacán tiene una riqueza natural en bosques, se han promovido diferentes programas de investigación y capacitación para el manejo de los recursos forestales, esperándose en este sentido una disminución de desperdicios.

Las exportaciones en valor representan un ingreso para el municipio y mejor todavía para las comunidades de Acuitzio del Canje y San Andrés. Lo que se exporta a otras regiones es ganado en pie, madera y derivados, y productos agrícolas. La actividad manufacturera y de muebles es prácticamente nula en estas poblaciones.

V. Sustentabilidad y desempeño

La desmaterialización de la estructura local

Los principales indicadores per cápita (pc) son ELpc, FOLpc, IMDpc y TIMpc. En San Andrés los valores de estos indicadores se explican por la gestión de la actividad agropecuaria semiintensiva, por una población relativamente baja en comparación con la cabecera municipal, por el bajo consumo diversificado y, finalmente, por una baja infraestructura de servicios públicos.

Respecto a la extracción local y sin incluir el agua, en esa población el parámetro ELpc equivale a 6.893 tons/persona, e incluyéndola llega a 65.212 tons/persona, más de cuatro veces el de Acuitzio del Canje. El IMDpc llega a 9.239 tons/persona, mientras que el de la cabecera es de 3.405 tons/persona.

Por el lado de las salidas que se efectúan por emisiones, desperdicios y exportaciones, San Andrés tiene un mejor desempeño que Acuitzio del Canje, pero inferior al resto de las comunidades que se especializan en la exportación de madera, ya que las salidas totales de materiales (STMpc) equivalen a 1.087, 0.389, y 2.367 tons/persona, respectivamente. Las emisiones contaminantes al aire por persona son prácticamente insignificantes.

Las entradas y salidas basadas en la producción en valores a nivel per cápita (PIB local per cápita) no se alejan necesariamente del nivel y diversificación del consumo materializado en toneladas. Por un lado, considerando las actividades económicas

de San Andrés, el consumo depende menos de las importaciones que la cabecera municipal (25.5 y 40.9%, respectivamente, como se vio en la sección anterior) y por lo tanto desde la perspectiva económica la presión sobre su balanza de pagos sería menor. Por otro, desde una perspectiva de sustentabilidad, a pesar de que la población de San Andrés es 10 veces menor que la cabecera municipal y no necesariamente mayor que el resto de las demás comunidades del municipio, la presión que ejerce sobre el medio ambiente es alta. Esto se debe a la actividad agropecuaria, que implica un uso intensivo de recursos bióticos, al uso de tecnologías que no reciclan insumos y un consumo global poco diversificado que refleja una actividad pecuaria con cierto grado de oligopolio.

Aunado a lo anterior, el papel que cumple la infraestructura pública al representar cierta riqueza (no obstante que su sostenimiento implique insumos que presionan al medio ambiente), en comunidades con mayor densidad de población, éste contribuye a mejorar la sustentabilidad, ya que en general a mayor población, mayor la socialización de los bienes públicos y menor presión per cápita en el medio ambiente.

Una comparación del consumo (sin incluir el agua) con otros países industrializados indica una diferencia de casi cinco veces; pero además de la magnitud, lo que sobresale es la complejidad relativa al estudiar comunidades rurales más simples y más pequeñas. La concentración de poblaciones urbanas e industrializadas y de servicios estaría por arriba de este indicador, en contraste con ciudades en países en desarrollo (donde no necesariamente se encuentran por debajo de lo que sería una población postindustrializada).

Las salidas y emisiones a la atmósfera son prácticamente nulas. El impacto en el medio ambiente sólo se ve afectado por el uso intensivo de agua, que en otras partes de la República, como en el norte, presentarían grandes presiones a los ecosistemas, demandando recursos cuantiosos para su importación.

Desempeño del consumo doméstico

La interrelación de las entradas y salidas para evaluar las repercusiones del consumo doméstico se puede establecer a partir del consumo doméstico de materiales (CDM) y el total de consumo de materiales (TCM), donde el primero no incluye los flujos ocultos y el segundo los incorpora. El CDM equivale a los insumos de materiales directos (IMD) menos las exportaciones, mientras que el TCM equivale a los requerimientos totales de materiales (RTM) menos exportaciones más los flujos ocultos (FO).

El CDM per cápita puede indicar niveles de consumo y diversificación (al compararse con poblaciones de países más industrializados), como se muestra en el cua-

dro 5, donde se aprecia que a nivel local prácticamente San Andrés requiere 8.553 ton/per cápita, en comparación con Acuitzio del Canje que consume 3.156 tons/per cápita. La comparación con el promedio de la Unión Europea refleja no sólo el nivel y la diversificación del consumo, sino indirectamente la complejidad implícita en la escala del sistema.

La relación IMD/CDM (insumos de materiales domésticos entre consumo de materiales domésticos) establece el rendimiento de los insumos todavía sin considerar los flujos ocultos. Se observa que las localidades dedicadas a la explotación forestal sobrepasan en mucho a las dedicadas a la actividad pecuaria, al registrar 180.9 en comparación con el 107.8 de Acuitzio del Canje. Incluso en relación con la Unión Europea está muy por debajo de las comunidades que se dedican a la actividad silvícola. Esto podría ser un resultado normal en la medida en que el recurso forestal puede ser autogestionado y altamente sustentable.

CUADRO 5. Indicadores de sustentabilidad, 2000

| | Municipio de Acuitzio | Acuitzio del Canje | San Andrés | Otras pobs. menores | UE 15(*) |
|-----------|-----------------------|--------------------|------------|---------------------|----------|
| CMDpc(**) | 3.579 | 3.156 | 8.553 | 4.605 | 18.8 |
| IMD/CMD | 154.2 | 107.8 | 108.0 | 180.9 | 105.5 |
| IMDa/CMDa | 104.7 | 101.5 | 101.0 | 106.9 | |

(*) La Unión Europea de 15 países en el año 1997.

(**) En toneladas per cápita.

Nota: la "a" significa que se excluye el agua.

Fuente: Estimaciones de elaboración propia con base en resultados de trabajo de campo (ver apéndice).

El valor de los FO (flujos ocultos) tanto locales como de otras regiones se considera bajo para poblaciones muy pequeñas y adquiere relevancia en relación con el incremento de las poblaciones, sobre todo tratándose de ciudades. Sin embargo, cuando se considera un país es evidente que los FO del conjunto de poblaciones pequeñas tiene un impacto severo. El balance de materiales estudiado no logró una contabilización completa base de la metodología convencional mencionada en la sección II (al analizar el flujo de materiales y economía local). En su lugar se tomaron en cuenta estimaciones a partir de las actividades más importantes, deduciendo que los FO tienen poco peso. Desde luego una situación diferente para analizarse es cuando se consideran todas las poblaciones rurales similares.

Acervos, infraestructura y servicios públicos asociados a la sustentabilidad

Los acervos se clasifican en orgánicos e inorgánicos. En los primeros se contabilizan todos los recursos naturales contables, los hatos domésticos y la especie humana. En los segundos la maquinaria y equipo, el transporte vehicular de carga y de pasajeros y la infraestructura de las comunidades.

En términos per cápita, cabe destacar la diferencia del consumo orgánico entre la población de San Andrés y la cabecera municipal, ya que mientras que en la primera se consumen 4.051 tons/per cápita, en la segunda el consumo llega a 0.976 (cuadro 6). Como ya se mencionó, este resultado se debe a que la localidad de San Andrés, además de contar con sólo 500 habitantes, se ocupa en menor medida en actividades no agrícolas, mientras en Acuitzio del Canje, otras actividades en el ramo de los servicios y el comercio hacen que su consumo se diversifique. Asimismo, no se observó una gran diferencia en el consumo per cápita en infraestructura, maquinaria y transporte, sólo que los niveles de aprovechamiento en Acuitzio del Canje son mayores y donde una distribución de recursos podría conllevar a un mayor aprovechamiento de los servicios públicos y la infraestructura, los cuales constituyen una acumulación de capital y riqueza colectiva local.

CUADRO 6. Acervos por persona (Tons/per cápita para el año 2000)

| | Municipio de Acuitzio | Acuitzio del Canje | San Andrés | Otras poblaciones |
|--------------------|-----------------------|--------------------|------------|-------------------|
| Orgánico | 7.633 | 0.976 | 4.051 | 18.781 |
| Infraest. y manuf. | 5.313 | 5.262 | 5.408 | 5.380 |
| Total | 12.946 | 6.238 | 9.459 | 24.162 |

Fuente: Estimaciones de elaboración propia con base en resultados de trabajo de campo (ver apéndice).

Temporalidad y niveles de sustentabilidad

La comparación de los acervos por periodos, junto con el nivel de flujo de materiales, debe ofrecer una respuesta más acabada respecto al grado en que la población rural o urbana mejora o empeora sus niveles de sustentabilidad. La dificultad para estimar los flujos y acervos en otros periodos no permite dar una respuesta inmediata en este sentido. Sin embargo, con base en la población registrada en los censos de población en el municipio de Acuitzio desde 1950 y en la infraestructura como

acervo comentada con gente de las comunidades y la administración municipal y local, se puede decir que ambas no han variado radicalmente hasta 2000-2002. Por un lado, lo anterior puede interpretarse en términos de que si bien no se han presentado cambios en la infraestructura ni en la población, las presiones en los recursos naturales y en los ecosistemas no han cambiado, excepto por una mayor vocación de la actividad pecuaria, en especial de la población de San Andrés en los últimos años. En este sentido, se podría decir que la cabecera municipal de Acuitzio del Canje, con más de 5,000 habitantes hasta antes del año 2000, es más sustentable que San Andrés, con 500 habitantes. Este resultado no favorable a San Andrés o favorable a Acuitzio del Canje, tiene que ver con la vocación pecuaria retomada en la última década y fomentada y presionada por demandas de la región.

Asimismo, otro factor considerado para determinar el grado de sustentabilidad es el papel que han tenido y tienen los bienes públicos, en especial en la cabecera municipal, al tener un mejor efecto de distribución y aprovechamiento de la infraestructura civil, equipamiento urbano y transporte, que guardan cierto paralelo con el desarrollo de su organización institucional.

VI. Conclusiones

La idea de evaluar la sustentabilidad mediante el flujo de materiales en las actividades primarias se planteó a partir de separar dos conceptos: localidad-población y economía local. De la primera se pudieron tener resultados, no obstante que sólo se consideró un periodo. De la segunda, además de desarrollar un concepto que atañe a lo económico y que trasciende las fronteras de lo local, proporciona una base sólida para evaluar la sustentabilidad de la industria e industrias asociadas a la economía local, y desarrolla una agenda de investigación para especificar políticas públicas desde fomento y regulación hasta el diseño de la imposición.

Responder a los interrogantes iniciales de la introducción a este trabajo, implicó reconsiderar el papel de las economías de las poblaciones, ya que no se puede separar su dinámica de los flujos de materiales para analizar el alcance de la desmaterialización. Las concentraciones de población, la economía local, y los recursos locales incorporados en el balance de materiales y en especial del agua, son vitales para trascender en una evaluación de la desmaterialización diferente a lo que se podría obtener si sólo se le considera como un recurso a nivel nacional. Ésta es una diferencia que se destaca, a diferencia de los balances a nivel nacional, donde no se pone especial énfasis en lo local. Es claro que a nivel nacional los objetivos son distintos de los que se buscan localmente.

Los indicadores que se han analizado anteriormente son una relación de los requerimientos de materiales de entradas y salidas de producción y desechos. Se ha observado que comparando las localidades en cuestión y su especialización en las actividades productivas, desde la perspectiva de la desmaterialización hay un mejor desempeño no sólo en la cabecera municipal sino también en las poblaciones más pequeñas cuasi-monoproductoras, a diferencia de San Andrés, que combina la explotación pecuaria, silvícola y agrícola pero sin lograr un énfasis o especialización como la que se produce en Acuitzio del Canje, que ha incursionado en la ganadería intensiva o en la explotación forestal en las localidades pequeñas.

Por un lado, se sabe —desde tiempo atrás— que las necesidades humanas de productos vegetales son mucho menores cuando se incorporan en la dieta las proteínas de origen animal en forma intensiva (Fischer-Kowalski, 1998). Esto puede destacarse al comparar las localidades pequeñas con la cabecera municipal. Sin embargo, no resulta del todo cierto cuando se introduce San Andrés, como fue observado en varios indicadores en las secciones III y IV. Por otro, los desechos y la producción no utilizada son responsables de aumentar la materialización y de impactar el medio ambiente, como se refleja en San Andrés.

Una conclusión sobresaliente es que más que eliminar la desmaterialización en sí, en algunas localidades es el manejo de (balance) material el que puede ofrecer la apertura de un proceso más sustentable de la economía local. En este sentido, el discurso del evolucionismo económico que se contraviene con el de un determinismo ecologista de resolver el "problema" del medio ambiente, está sesgado en mucho por los procesos de selección que se dan en forma natural y con intervención humana. Se puede deducir del trabajo que las economías locales presentan respuestas diferentes a la potencial desmaterialización. Asimismo, la vocación por algunas actividades económicas y el aumento en la variedad representan un aspecto de mayor amplitud para juzgar las alternativas de su sustentabilidad. En el caso del agua y los resultados de sustentabilidad sin considerar este recurso, en forma aparente no habría impactos severos en el medio ambiente; pero la obviedad de reducirlo a ningún efecto resulta inverosímil. Sin duda una evaluación de los efectos de una declinación de los mantos acuíferos en el futuro en los ecosistemas y en la localidad-población y en la economía local debe considerarse para el rediseño de una política que no sólo persiga una reducción del consumo de carne y la incorporación de sustitutos, sino también un mejoramiento en el manejo del insumo de forma más eficiente. Esto sin duda está en la agenda de investigación.

Otro aspecto que merece la atención es el papel que tienen la infraestructura y los servicios públicos en poblaciones pequeñas diferenciadas. La cuestión de si todas las poblaciones pequeñas siguen el patrón de San Andrés en términos de

sustentabilidad, y que si tal generalización se refuerza no tanto en la vocación de la producción de cada localidad sino por el papel que tiene la infraestructura de bienes públicos, debe ser analizada e incorporada en los planes de desarrollo local. En este sentido, desde una perspectiva de sustentabilidad, la promoción de bienes públicos frente a los privados puede no tener alternativas para determinadas actividades, pues la ventaja queda constatada no sólo aquí sino desde la simple concepción del bien público.

Notas

1. Para la cuestión de sustentabilidad y el gran debate sobre crecimiento véase Daly (1991), Pearson (1997), Martínez *et al.* (1991), Taylor *et al.* (1995) y para una revisión de la literatura en Jardón (1995)
2. También se enfatiza en que la interrelación de lo social con la naturaleza se da desde el inicio (a nivel individual o colectivo) con los procesos de apropiación, circulación, transformación, consumo y excretamiento. Se socializan fracciones o partes de la naturaleza y se naturaliza a la sociedad al producir y reproducir su vinculación con lo natural, implicando así la integración de los sistemas alejándose del conocimiento parcelado (Toledo y González Molina, 2005). Quienes analizan los fenómenos endosomáticos y exomáticos se refieren al nivel individual y colectivo sobre la absorción de recursos y la excretación de desechos. Véanse: Fischer, Kowalski y Hüttler (1999), Martínez y Roca (2002), Schmith (1976).
3. No se avanza aquí por salirse del alcance de la investigación la discusión acerca de la forma en que se pueden delimitar los sistemas sociales que, a diferencia del espacio económico y geográfico, se engloba en el espacio físico, el cual es el referente de la relación social de producción.
4. Algunas de estas metodologías contienen el método compuesto o enfoque de composición (Wackernagel y Rees, (996; Kitzes *et al.*, 2007) y el rediseño y aplicación del análisis *input-output* (Bickenell *et al.*, 1998). Entre los indicadores biofísicos de sustentabilidad recientes se pueden mencionar: sustentabilidad débil y fuerte, el indicador ambiental de los humanos, la huella ecológica, la apropiación humana de biomasa neta (HANPP), *material input for unit of service* (MIPS), la contabilidad del flujo de materiales y energía (MEFA), huella hídrica y el agua virtual, balances energéticos para producir energía (ENROE) y Pérez (2009), entre otros.
5. Véanse los trabajos de Eurostat (2000) para la contabilidad en los países europeos, a nivel regional la contabilidad del País Vasco (Arto, 2008); y por sectores se pueden citar las estimaciones de biomasa de los bosques en México (González, 2007).
6. El mercado no establece un precio para los flujos ocultos, ni la contabilidad social lo captura. El MFA estima que una tonelada de tierra excavada en la extracción de plata es distinta de una tonelada del material plata utilizada en el proceso productivo.
7. Giradet (1999) ha insistido en el análisis urbano en contraposición con el regional y con el que se deriva de la división política. Sin embargo, el concepto de sustentabilidad a nivel urbano no se aleja del ya muy difundido de la Comisión Brundtland: "*Sustainable city is organized so as to enable its citizens to meet their own needs and to enhance their well-being without damaging the natural world or endangering the living conditions of other people, now or in the future*".

8. Es por esto que se considera fundamental el manejo ecológico de los acervos cuando se inicia un flujo de materiales que presiona la capacidad biótica para su reproducción y su resiliencia (la capacidad de un sistema para retornar a las condiciones previas a la perturbación).
9. Se hace un intento por valorar el agua, al considerarla vital en el proceso del crecimiento del hato pero sin desmenuzar todo el ciclo, el cual es complejo (y se sale del alcance del trabajo), ya que faltaría monitorear el agua que fluye a otra región, cuánta se precipita en forma de lluvia y la que se trasmina al subsuelo y cuánta más prosigue al mar. Importa saber también qué cantidad sirve como insumo en otras localidades o cuánta como recurso vital para consumo humano.
10. No se analiza el flujo de conocimiento, pues los sistemas integrados todavía no lo incluyen, dada su complejidad. Se pueden contabilizar los acervos de capital que impliquen conocimiento, pero esto es el mismo problema del capital.
11. Para un mayor análisis sobre la construcción de los departamentos en los balances de materiales, véanse Schandl *et al.* (2002) y Eurostat (2000, 2002). Del primero importa resaltar al Instituto Wippera y al Instituto para Estudios Interdisciplinario de la Universidad de Austria, que han llevado a cabo estudios metodológicos y técnicos para la elaboración de balance de materiales. Véase también Habert (2002).
12. Como se verá más adelante en las estimaciones, debido a que las economías locales en cuestión son muy pequeñas, los efectos son prácticamente insignificantes. No obstante habrá otras economías locales con impactos severos, sobre todo si la renta es mayor.
13. Flujo oculto equivale a la notación de Eurostat (2000) de flujo indirecto no usado.
14. Las tecnologías pueden analizarse a través del árbol industrial, donde se destaca lo que ocurre al interior de la producción a través de los procesos, artefactos y materiales y donde se combina con un enfoque de sistemas.
15. La primera ley de la termodinámica está referida a la conservación de la materia o energía, donde no es creada ni destruida pero sí transformada.
16. Esta producción se refiere a los compartimentos (la ganadería, la silvicultura y la agricultura) y se inicia con un *stock* o acervo en los casos de la ganadería y silvicultura, y en la agricultura de producción perenne. El resto de la agricultura se contabiliza a partir de la importación de semillas como *stock*.
17. También se puede denominar flujo indirecto local (FIL).
18. Sin mencionar desde luego la complejidad que involucra el capital, donde ya la teoría económica ha experimentado arduas discusiones pero que precisamente la contabilidad en unidades de flujo de materiales presenta ventajas determinadas respecto a la medición convencional. Véase Harcourt (1972) para la discusión del capital, y a Pearce y Atkinson (1993) para introducir el capital natural en la economía.
19. En el caso de crecimiento de hato, como es el caso de estudio, la cadena puede terminar después de varios procesos en la venta de carne en canal al menudeo y en cada proceso se produzcan diferenciales de flujos de materiales (con otras cuasi-industrias de otros compartimentos) y flujos indirectos (ocultos).
20. El municipio de Acuitzio se extiende en 180.13 km²; su clima es templado y con una precipitación de 1137.4 mm/año y está formado por varios ecosistemas. La superficie que se cultiva es de 10,021 ha aproximadamente (2000), y de ésta la agricultura de temporal se basa en 3,863 ha, pastos naturales 3,910 ha, bosques 3,910 ha, mezcla de bosques y agricultura 807 ha, y cuenta con 727 ha con agua por bombeo. La población dedicada a las actividades

primarias es de 38.2% de la PEA (16.3% en Acuitzio del Canje y 83.4% en San Andrés); a las actividades secundarias es de 24.6% (31.9% en Acuitzio del Canje y 6.8% en San Andrés); y servicios con 33.6% (47.3% en Acuitzio del Canje y 8.9% en San Andrés).

21. No fue posible estimar la cuantía de los manantiales, pues ello sale del alcance del trabajo.
22. Se entiende por biomasa la materia orgánica de un ecosistema que hay en organismos vivos.
23. Véase la sección II, página 76.
24. El flujo oculto local podría ser equivalente a la terminología de Eurostat (2002), al de flujos indirectos no usados. Sin embargo, debido a que aquí son locales, y no nacionales, se prefieren los primeros. De la misma forma la extracción local (EL) podría ser equivalente a *domestic extraction* (DE).

Referencias bibliográficas

- Arto, I. O. (2008). *Metabolismo social del País Vasco*. Bilbao: Unidad de Economía Ambiental-Instituto de Economía Pública/Eco-Cri.
- Ayres, R. U. & Kneese, A. (1969). Production, Consumption and Externalities. *American Economic Review*, 59(3), 282-297.
- Banco de México. (1972). *Encuesta de Ingreso de las Familias en México en 1968*. México: FCE.
- Bicknell, K. B., Ball, R. J., Cullen, R. & Bigsby, H. R. (1998). New methodology for the ecological foot print with an application to the New Zealand economy. *Ecological Economics*, (27), 149-160.
- Coplamar. (1985). *Necesidades básicas*. México: SPP (reeditado por el FCE).
- Daly, H. (1991). *Steady State Economy*. Washington: Island Press.
- Dasgupta, P.S. & Heal, G. M. (1993 [1979]). *Economic Theory and Exhaustible Resources*. Cambridge: CUP.
- Eurostat. (2000). *Economy-wide material flow accounts and derived indicators. A methodological guide*. Luxemburgo: European Commission.
- (2002). *Material use in the European Union 1980-2000. Indicators and analysis*. Luxemburgo: European Commission.
- Fischer-Kowalski, M. (1998). Society's Metabolism. The Intellectual History of Material Flow Analysis, part I, 1870-1970. *Journal of Industrial Ecology*, 2(1), 61-78.
- Fischer-Kowalski, M. & Haberl, H. (1997a). Tons, Joules, and Money: Modes of production and their sustainability problems. *Society and Nature Resources*, 10(1), 61-85.
- (1997b). Society's Metabolism: On the childhood and adolescence of a rising conceptual star. En Redclift, M. & Woodgate, G. (Eds.), *The International Handbook of Environmental Sociology* (119-137). Edward Elgar.

- Fischer-Kowalski, M. & Hüttler, W. (1999). Society's Metabolism: The intellectual history of materials flow analysis, part II, 1970-1998. *Journal of Industrial Ecology*, 2(4), 107-136.
- Giradet, H. (1999). *Creating Sustainable Cities*. Totness Devon: Green Book.
- Gobierno del Estado de Michoacán. (s/f). *Estadísticas básicas del estado de Michoacán*. México: INEGI.
- González, M. C. (2007). La extracción y consumo de biomasa en México (1973-2003): Integrando la leña en la contabilidad de flujo de materiales. *Redibec*, 6, 1-16.
- Habert, H. (2002). Economic-wide energy flow accounting. *IFE* (25-44). Viena.
- Harcourt, G. C. (1972). *Some Cambridge Controversies in the Theory of Capital*. Reino Unido: CUP.
- INEGI. (2002). *Censo de Población y Vivienda. Estadísticas del estado de Michoacán*. México: INEGI.
- (2004, 2005, 2006). *Encuesta de Ingreso Gasto*, varios números. México: INEGI.
- (2006). *Censos Económicos del Estado de Michoacán. Agrícola y Ganadero*. México: INEGI.
- Jardón, J. U. (1995). Energía y crecimiento. *Energía y medio ambiente* (17-43). México: Plaza y Valdés.
- (1996). Patrones de consumo de energía y emisiones de CO₂ en la producción de vivienda social: Bases para una política económica y social. *La energía en México: Replanteamientos de retos y oportunidades*. México: PUE/UNAM.
- Kitzes, J., Peller, A., Goldfinger, S. & Wakernagel, M. (2007). Current methods for calculating National Ecological Footprint Accounts. *Science for Environment & Sustainable Society*, 41, 1-9.
- Martínez Allier, J. & Roca, J. (2002). *Economía ecológica y política ambiental*. México: FCE.
- Martínez, A. & Schlupmann, K. (1991). *La economía y la ecología*. México: FCE.
- Pearce, D. & Atkinson, G. (1993). Capital theory and the measurement of sustainable development: An indicator of "weak" sustainability. *Ecological Economics*, 8(2), 103-108.
- (1995). Measuring Sustainable Development. En Bronley, D. W. (Ed.), *Environmental Economics*. Oxford, Reino Unido: Basil Blackwell.
- Pearson, P. J. (1997). Energía, externalidades y calidad del medio ambiente: ¿Acaso el desarrollo sanará los males del medio ambiente que ha creado? En Jardón, J. (Ed.), *Los procesos de regulación en energía y medio ambiente* (45-72). México: Porrúa.

- Pérez, R. A. (2009). *Indicadores de sustentabilidad*. Cali, Colombia: Universidad del Valle. Recuperado de <http://www.waterfootprint.org/report16.pdf>
- Resnick, R. & Halliday, D. (1977). *Física*. México: Continental.
- Schandl, H. & Weisz, H. (2002). Economy wide material flow accounting. *IFF* (2-24). Viena.
- Schmidt, A. (1976). *El concepto de naturaleza en Marx*. México: Siglo XXI Editores.
- Taylor, P. & García Barrios, R. (1995). El análisis social del cambio ecológico. En Jardón, J. (Ed.), *Energía y medio ambiente* (67-93). México: Plaza y Valdés.
- Toledo, V. M. & González de Molina, M. (2005). El metabolismo social: Las relaciones entre la sociedad y la naturaleza. En Garrido Peña, F, et al. (Eds.), *El paradigma ecológico en las ciencias sociales*. Madrid: Trotta. También en: www.scribb.com/doc/17017252/curso-XII-lectura-1-metabolismo-social
- Wackemagel, M. & Rees (1996). *Our ecological foot print: Reducing human impact on the Earth*. Gabriola Island, BC, Canadá: New Society Publishers.

Apéndice metodológico para la estimación del balance de materiales

Los datos se uniformaron al año 2000. El balance de materiales está en toneladas métricas y corresponde a este año.

Las estimaciones más importantes, aquellas que tienen más peso, se estimaron directamente en el campo. Otras menores a través de expertos de la Sagarpa del estado e indirectamente por censos y encuestas. Básicamente se recopilaban cantidades físicas. No se recurrió a las valoraciones para estimar las cantidades físicas.

Entradas

1. Extracción doméstica.

Agua.

La extracción de agua proviene principalmente de manantiales y en algunos casos de pozos.

Uso doméstico. Se refiere el consumo de agua para aseo y agua para beber, diferenciando la población menor de 12 años y la mayor de esa edad en el lugar. Para la primera 26.5 lts/día, y para la segunda 28.6 lts/día. Fuente: INEGI a nivel de localidad.

Ganadería. Para uso pecuario la estimación de agua fue indirecta a través del agua que es consumida por el hato, incluyendo bovino, porcino, ovino, caprino, equino, apícola, agrupados en ganadería intensiva, pastoreo y de corral y traspatio. La infor-

mación del hato para el año 2000 y el consumo de agua provienen de información directa de las asociaciones de ganadería en Acuitzio del Canje, Sagarpa local y estatal. Para el hato se consideraron los siguientes consumos de agua promedio en el lugar: bovinos 100-120 lts/día, porcino 10 lts/día, ovino ocho lts/día, caprino ocho lts/día, equino 40 lts/día, apícola 0.1 lts/día.

Agrícola. Con base en las unidades de producción agrícola con riego (59), cultivo. Información directa con productores y Sagarpa local.

Energía.

Leña. La estimación se basó en los hogares que consumen leña como energético a razón de tres kg/día y en los balances de energía. INEGI, SE. La conversión se basó en carbón equivalente a TOE (1 kg de carbón equivalente a 0.5 kg de TOE).

Biomasa.

Producción agrícola. Se estimó con información directa en Sagarpa (local y estatal) e información directa con el productor. Incluye los ciclos primavera-verano y otoño-invierno; la producción proveniente de perennes, prados y pastos naturales.

También se incluye aquí el rastrojo como subproducto estimado por las hectáreas cosechadas de maíz equivalente a 15 ton/ha.

Bosques. La explotación de madera m³ rollo (de pino, oyamel, encino, principalmente) se obtuvo de los censos agrícolas, información directa y Sagarpa estatal. M³ en rollo se convirtió a toneladas a razón de 308.3 kg el M³/rollo.

Resina. Información de Sagarpa.

Producción ganadera. Información proveniente de las asociaciones ganaderas de la localidad, Sagarpa. La producción ganadera se basa en ganadería semiintensiva, y producción en traspatios. La producción a nivel de localidad se ajustó de conformidad con la población dedicada a la actividad agropecuaria.

Otra producción pecuaria. Esta producción se refiere a leche y huevo principalmente. La información proviene de la Sagarpa e información directa con asociaciones; las estimaciones a nivel de localidad con base en la población dedicada a esta actividad.

2. Extracción doméstica no usada.

Se refiere a la producción agrícola, forestal que se deja en el lugar. No se incluyen aquí desperdicios de agua.

3. Importaciones.

Energía

Energía eléctrica. Información directa de CFE por localidad y tipo de usuario (doméstico, comercial, alumbrado público, agua potable, riego agrícola, industria). Conversión de Gwh a Mtoe ($1 \text{ Gwh} = 8.6 \times 10^{-5} \text{ Mtoe}$).

Gas doméstico. Se estimó con base en las viviendas que tienen agua caliente y en un consumo promedio de kg/día.

Gasolinas y diesel. Con base en la planta de vehículos de transporte de carga, pasajeros y privados. Se estimó un consumo per cápita con base en la encuesta de ingreso gasto y su conversión a lts/día. Fuentes: INEGI e información directa.

Biomasa.

Perceberos y cereales para consumo humano. Se estimó mediante el consumo aparente local. Diferencia entre el consumo por persona de cada producto agrícola estimado de la encuesta de ingreso gasto de las familias en poblaciones rurales del segundo decil más bajo y la producción local. El consumo incluye toda la producción agrícola, la producción pecuaria, el consumo de alimentos procesados.

Alimento balanceado para animales. Información directa y aplicada a la producción semiintensiva local.

Químicos.

Básicamente información directa de consumo de fertilizantes y fungicidas. El primero correspondiente a triple A y urea en proporción de 150-180 kg/ha y 500 kg/ha, respectivamente. Respecto a los fungicidas, 10 litros al millar en agua para cubrir una ha para cultivos en tierras de riego y temporal.

Resto de productos semimanufacturados y manufacturados.

Se estimó el consumo aparente de bienes durables y semidurables con base en el consumo normativo del segundo decil más bajo de Coplamar (1985). La encuesta de ingreso gasto 1968 del Banco de México y las encuestas de ingreso gasto del INEGI; la producción local y las importaciones se estimaron por diferencia. Las importaciones por localidad se estimaron con base en la población. Los bienes que se consideraron fueron bienes durables (manufacturas para el hogar, manufactura de madera), bienes semidurables (enseres domésticos y blancos), no durables (artículos del hogar, salud, personales), educación (libros y diversiones), vestido, calzado y otros.

Flujos ocultos.

Flujos ocultos domésticos.

Derivados de la producción semiintensiva de bienes agrícolas, explotación de agua.

Flujos ocultos del exterior.

Flujos derivados de las importaciones que se mencionan arriba.

Estimado con parámetros nacionales e internacionales.

Salidas

Emisiones.

Prácticamente las relacionadas con CO₂ emitido por el proceso de quemado y rasado para la preparación de la tierra de labor y el CO₂ emitido por la quema de biomasa (leña).

Extracción procesada no usada.

Exportaciones.

Estimada a partir de la producción local y el consumo local derivado de la encuesta de ingreso gasto del INEGI y la canasta normativa de Coplamar.

Flujos ocultos asociados a las exportaciones.

A partir de los flujos de la producción local se estiman la diferencia que se exporta y los respectivos flujos ocultos.

Acervos

Se agruparon en orgánicos e inorgánicos.

Dentro de los primeros se estimaron en seres vivos, agricultura, fauna doméstica con base en los censos de población, agrícola y encuestas del INEGI.

Dentro de los inorgánicos: infraestructura, maquinaria y equipo, y transporte. Para la infraestructura se conjugó información directa y estadísticas sobre infraestructura. Para la maquinaria se estimó a partir de los censos de población. Y para el transporte se contabilizó la planta vehicular registrada en los censos y en el municipio.

Otras fuentes de información fueron: Eurostat (2000, 2002); Dasgupta et al. (1993); Fischer-Kowalski (1997a, 1998); Habert (2002); Resnick y Halliday (1977); Schandl y Weisz (2002).