



PROGRAMA DE INVESTIGACION



Indicadores de Eco-Eficiencia en el proceso del beneficiado de café en Costa Rica: Un análisis comparativo de cambios en el desempeño eco-eficiente en las cooperativas de SUSCOF entre 1997/98 y 2000/01

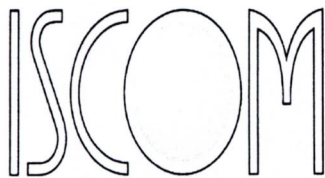
Edgar Fürst Weigand

Serie Documentos de Trabajo 002-2002



CINPE





**Instituto de Productos Básicos Sostenibles –
Institute for Sustainable Commodities
(ISCOM)**
Utrecht – Países Bajos



**Centro Internacional de Política Económica
para el Desarrollo Sostenible (CINPE)**
Universidad Nacional (UNA)
Heredia – Costa Rica

**INDICADORES DE ECO-EFICIENCIA EN EL PROCESO DEL BENIFICIADO DE CAFÉ
EN COSTA RICA: Un análisis comparativo de cambios en el desempeño eco-
eficiente en las cooperativas de SUSCOF¹ entre 1997/98 y 2000/01**

Edgar Fürst Weigand²

Serie Documentos de Trabajo 012-2002

Resumen

El presente estudio pretende analizar el desempeño ambiental en seis cooperativas de café que forman parte del consorcio SUSCOF. Se evalúa el pasado y el futuro de eco-eficiencia en el proceso de beneficiado de café con base en indicadores ambientales. Para esto, se realiza a una amplia revisión reflexiva y un replanteamiento propositivo con respecto a:

- ◆ El debate internacional sobre el tema de la gestión ambiental y los correspondientes indicadores del desempeño eco-eficiente en la línea de trabajo sobre la intensidad de uso y la productividad de recursos;
- ◆ La evaluación empírica de cuatro aspectos clave –consumo de leña, uso de electricidad, consumo de agua y carga de desechos líquidos y sólidos – en los seis beneficios bajo estudio, tomando como puntos de referencia los años de cosecha 1997/98 y 2000/01;
- ◆ La determinación de normas para los mismos indicadores ambientales para el año-meta 2005/06, recurriendo para ello a enfoques de evaluación multicriterio y de proyección numérica, respectivamente;
- ◆ La validez afirmativa de la información económico-ambiental encontrada en los beneficios y su interpretación adecuada, para poder concluir sostenidamente sobre la situación y el cambio de la eco-eficiencia en el ámbito empresarial, caracterizado por una incipiente contabilidad ambiental y una alta exposición a factores externos al margen de la acción propia, dada la actual crisis de precios internacionales de café.

El estudio llega a la siguiente conclusión central: si bien la eco-eficiencia representa un reto innovador para una mejor gestión ambiental del beneficiado, la aplicación de los indicadores propuestos demuestra serias limitaciones metodológicas que deben superarse en trabajos futuros.

Abril de 2002
Costa Rica

¹SUSCOF = SUSTAINABLE COFFEE (CAFÉ SOSTENIBLE); un consorcio de 6 cooperativas de café en Costa Rica

²Investigador Senior y Consultor del Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible CINPE. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica; e-mail: efurst@raicsa.co.cr.

Tabla de Contenidos

1 INTRODUCCIÓN.....	2
2. MARCO CONCEPTUAL Y ENFOQUES METODOLÓGICOS PARA EVALUAR LA ECO-EFICIENCIA CON RESPECTO A SU MEDICIÓN Y LOGRO DE META	7
2.1 EL DEBATE RECIENTE SOBRE LA GESTIÓN AMBIENTAL BASADA EN INNOVACIONES CONDUCTENTES A UNA ECO-EFICIENCIA	7
2.2 INDICADORES DE ECO-EFICIENCIA	8
2.3 OBSERVACIONES SOBRE LA BASE EMPÍRICA DE LOS INDICADORES DE ECO-EFICIENCIA EN LOS BENEFICIOS DE SUSCOF.....	11
2.4 ENFOQUES ORIENTADOS A LA FIJACIÓN NORMATIVA DE VALORES DE META PARA LOS INDICADORES AMBIENTALES	13
3. INDICADORES PARA EL CONSUMO DE RECURSOS EN LOS BENEFICIOS DEL CONSORCIO SUSCOF: DESEMPEÑO ACTUAL Y METAS PARA EL FUTURO.....	17
3.1 USO DE LEÑA.....	17
3.2 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	24
3.3 CONSUMO DE AGUA EN EL PROCESO DE BENEFICIADO	33
3.4 GENERACIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS DEL BENEFICIADO DE CAFÉ.....	41
BIBLIOGRAFÍA.....	57
ANEXO 1:.....	61
ANEXO 2:.....	65

Indicadores de Eco – Eficiencia en el Proceso del Beneficiado de Café en Costa Rica. Un análisis comparativo de cambios en el desempeño eco-eficiente en las cooperativas de SUSCOF* entre 1997/98 y 2000/01¹

1 INTRODUCCIÓN

Sin duda, las actividades del cultivo y procesamiento de café en Costa Rica tienen impactos ambientales de alcance relativamente significativo, presionando éstos sobre la calidad de los ecosistemas afectados (Boyce et al, 1994; Díaz et al, 2000). Actualmente, estas presiones ambientales se registran y se miden particularmente como contaminación del suelo, agua y aire a causa de agroquímicos, aguas residuales, desechos sólidos (en forma orgánica y no-orgánica) y gases emitidos; contaminación generada en distintos momentos del proceso de producción cafetalera, sobre todo en los beneficios (Pujol et al., 1998). Tal percepción del problema ambiental en el procesamiento agroindustrial de café, siendo éste un segmento clave en toda la cadena internacional de café (Pelupessy, 1998: 19-20), puede describirse como uno de degradación de los medios ambientales desde la perspectiva del efecto final en el lado de la salida (*output*) del correspondiente sub-sistema económico al entorno natural.

Por otro lado, es posible concebir y evaluar la carga degradante sobre el ambiente como una amenaza inducida, de manera directa e indirecta, por la agro-industria procesadora de café desde el lado de entrada (*input*) del ambiente al sistema productivo. En este caso, la atención prioritaria se dirige hacia el consumo de los recursos naturales que se consideran como insumo material en forma de fruta cafetalera, biomasa (como p. ej. la leña como un insumo todavía bastante utilizado en el beneficiado), agua, energía y otras materias primas naturales para el proceso del procesamiento del grano cosechado. Lo anterior implica que, desde esta perspectiva, las medidas de protección ambiental no se circunscriben prioritariamente a técnicas e instrumentos para mitigar el impacto contaminante en su lado de salida, sino que plantean una estrategia más adecuada al problema, al diseñar e implementar políticas de innovación ambiental con base en tecnologías y medidas de reconversión de carácter preventivo, las cuales sean capaces de reducir, de manera sustentable, el consumo de los recursos naturales indicados en el lado de insumo.

Por lo tanto, se puede hablar en el último caso de una percepción y reacción al problema ambiental como una dirigida por el principio de prevención. Con ello tanto el diagnóstico como la política ambiental, son orientados explícitamente al lado del consumo de recursos, poniendo énfasis en la eficiencia del uso de las materias y fuentes de energía que se requieren en el proceso de beneficiado. Lo anterior implica que, dada una baja eficiencia a costo de una mayor utilización de la naturaleza, la política adecuada es poner en marcha medidas de cambio eco-innovador con referencia al insumo y el proceso para incrementar la eficiencia del uso de recursos naturales en relación al producto (Hinterberger/Welfens, 1996; Füssler/James, 1996).

¹ Se agradece a Adrián Fernández por su valioso apoyo en la difícil recolección de datos, igualmente a mis colegas Myrtille Danse - CEGESTI y Teun Wolters - ISCOM, ambos colaboradores del proyecto SUSCOF, por sus comentarios y sugerencias a borradores anteriores, contribuyendo así mejoras para el presente producto final de investigación.

Para ello, se puede partir con cualquier unidad económica, como país, región, empresa bajo estudio. No obstante de las distintas funciones productivas (en el caso presente: el beneficiado del grano de café) y relaciones con el ambiente que tiene cada una de estas unidades de referencia (véase más abajo), se hace vigente en general una interacción entre el uso económico y el consumo de recursos que sigue el siguiente patrón. En la medida de cómo la producción de la unidad considerada (aquí: beneficio) depende de recursos naturales y servicios ambientales, la presión de estrés sobre el correspondiente ecosistema (por ej. el manto acuífero afectado por un consumo irracional del recurso hídrico en el beneficiado) es tanto mayor cuanto mayor resulta ser la intensidad del insumo de los recursos consumidos (por ej, agua). Lo anterior convoca fuertemente por una plausibilidad a favor de una protección ambiental preventiva (en nuestro caso en el ámbito del beneficiado), cuya prioridad sea un mejor desempeño medido por la reducción drástica de las intensidades de insumo en el tiempo, es decir: una producción corporativa ecológicamente responsable amparada a una gestión ambiental estratégica (Steger, 1992).

Con lo anterior, se evidencia el nuevo enfoque que bajo el término de “*eco-eficiencia*”, ha cambiado decisivamente el significado de política ambiental en el respectivo debate de los últimos dos decenios y que ha quebrado mayormente con la predominancia, todavía indiscutida a mediados de los años ochenta, de tecnologías de índole “*end-of-pipe*” – si bien con una incidencia de menor grado en los países en desarrollo, siempre más fuerte en los países de OCDE (OECD 1995). Hoy en día, se puede afirmar, sin temor a provocar una fuerte contraposición, que en el transcurso de los noventa del siglo XX (es decir: en la década del “*sustainable development*”), el enfoque de “*eco-eficiencia*” –en conjunto con el lema de “*sostenibilidad*”- ha venido constituyéndose en el foco más atractivo, en términos publicitarios, dentro del debate internacional sobre una inminente reorientación de la “antigua” protección ambiental en los ámbitos empresarial, sectorial y macro. Esto se manifiesta, entre otras tendencias, en el carácter cambiante de la política ambiental establecida en la Unión Europea y la OCDE, lo que demuestra siempre con mayor fuerza una metamorfosis emergente hacia un patrón de gestión ambiental que queda guiado por el principio de precaución y basado en la introducción, medición y auditoría de indicadores de eco-eficiencia (véase: EEA, 1999 y OECD, 1998).

Parece que uno de los desarrollos más significativos para abrir esta brecha hacia una postura renovada en la protección ambiental a nivel corporativo-organizacional, ha sido la obra pionera de Schmidtheiny (1992), sin duda la figura más importante del *Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible* (WBCSD-*World Business Council for Sustainable Development*) y protagonista-fundador de la *Fundación AVINA*, ambos de gran relevancia para la difusión de modernización ecológica en el ámbito de *expertise* internacional ligada a la gestión corporativa con ambición “*verde*”. La contribución mencionada de Schmidtheiny ya había aportado un insumo bastante significativo a la Conferencia de Río '92 y la Agenda 21 desde la perspectiva del manejo eco-eficiente en el quehacer de negocio, con una visión estratégica, la cual incluye el reconocimiento de la protección ambiental como condición de ser rentable a largo plazo (Ibid.; véase también Müller-Christ, 2001: 523 y ss.). Más recientemente, el concepto y su diversidad para aplicaciones prácticas en la gestión ambiental ha sido innovado por el WBCSD a través de su desarrollo más operacional hacia un enfoque de auditoría referida a indicadores (WBCSD, 2000), atrayendo bastante atención con muchas ilustraciones de casos a nivel

internacional (WBCSD, 2001; véase también la correspondiente plataforma digital: www.wbcd.org/ecoeffl.htm).

De esta manera, la eco-eficiencia se hizo popular y ha encontrado contemporáneamente un dinamismo en distintos niveles, desde su elaboración como disciplina en su propio campo científico, conocida como “*ecología industrial*” (Allenby, 1999; Ayres/Ayres, 1996; Tylecote/van der Straaten, 1997) hasta una serie de aplicaciones en la práctica de diseño, ingeniería y gestión energético-ambiental (véanse las contribuciones en: *Journal of Industrial Ecology*, Vol.1-5 (1998-2001): <http://mitpress.mit.edu/JIE>).

En el estudio presente, la eco-eficiencia es de primordial relevancia cuando se considera su cambio temporal en términos del desempeño mejorado o deteriorado del respectivo indicador ambiental para el procesamiento primario-agroindustrial (actividades de despulpa, lavado y secado del grano) en seis beneficios de café en Costa Rica. Estos forman parte de una alianza de seis cooperativas de café, las cuales constituyen el consorcio *SUSCOF (Sustainable Coffee)*. Dicho consorcio está involucrado en un proyecto ambicioso que tiene el propósito de lograr, a mediano plazo, una producción y comercialización siempre más sostenible (Chacón/Danse/Wolters, 1999, 2000; Danse/Wolters, 2001). Lo anterior tiene lugar bajo el techo de una cooperación de socios entre las cooperativas miembro de *SUSCOF*, el Instituto de Productos Básicos Sostenibles (ISCOM) en los Países Bajos, y el Centro de Gestión Tecnológica (CEGESTI) en Costa Rica, contando con el soporte financiero e institucional del *Acuerdo Bilateral para el Desarrollo Sostenible entre Holanda y Costa Rica* (conocido como *BASD* en siglas de Inglés). Un componente esencial del proyecto *SUSCOF* es la implementación de un sistema de indicadores ambientales en las cooperativas co-participantes. El conjunto de indicadores que se pretende establecer para la futura auditoría ambiental de su mejoramiento continuo, se orienta por la norma ISO 14031 (ISO, 1999; Bennett / James, 2001). Para ello, se han emprendido primeros progresos notables en relación al diseño y registro de información ambiental en términos físicos en el transcurso de 2000 y 2001 (Danse / Fernández, 2001). Por tanto, se dispone actualmente de conjuntos de datos casi completos y recolectados de fuente primaria en los seis beneficios para los años de cosecha 1997/98² y 2000/01.³ Estos datos se refieren a las variables ambientales, todas centrales para el proceso de beneficiado, de:

- el consumo de leña,
- el consumo de electricidad,
- el insumo y la salida (“*transumo*”) de agua,
- la carga residual de desagües,
- la carga y reciclaje por concepto de desechos sólidos y reutilización de la pulpa (véase Anexo 1).

Para estos recursos y residuos, ya se han establecido numéricamente algunas relaciones físicas con el volumen de producción de los beneficios de *SUSCOF*, constituyendo la medida unitaria para estas la unidad de fanega equivalente a una cantidad de grano con un peso de 46 kilogramos (Danse / Fernández, 2001). Por lo tanto, tales mediciones por unidad de fanega del

² Es decir: el año inicial de la llamada “*Revisión Ambiental Inicial*” para el proyecto *SUSCOF* – véase Chacón 1999.

³ Este año es el de último reporte con información ambiental completamente recolectada en términos físicos – véase Danse y Fernández, 2001.

consumo de recursos y la carga de desechos resultan en intensidades de los insumos y salidas, las cuales equivalen, en gran medida, a aquellos indicadores de eco-eficiencia que se estudian en mayor detalle en el presente trabajo con base en la información primaria contenida en el Anexo 1 y procesada en el Anexo 2.

Además, para los propósitos de este estudio se han ampliado el registro de datos y la medición de indicadores físicos a través de la recopilación de información monetaria sobre el desempeño económico-empresarial, recurriendo a indicadores financieros, como la venta bruta y neta, los costos totales y los gastos específicos para la protección ambiental de tipo curativo y preventivo, etc. para los mismos años de reporte y los mismos datos ambientales como en el estudio arriba referido (véase Anexo 1, segunda parte).

Originalmente, la intención en esta parte fue la de diseñar y computar algunos indicadores de eco-eficiencia que corresponden al desempeño económico en términos de output (venta, valor agregado) y costos incurridos, para medir el uso (in)eficiente del ambiente y su correspondiente presión ambiental a causa de actividades agroindustriales del beneficiado de café. Sin embargo, como se explicará mas detalladamente en el capítulo 3, este intento ha enfrentado, aparte de algunas dificultades de fondo metodológico, grandes problemas de información empírica. Dichos obstáculos que se han evidenciado solo después de haber recibido los datos empresariales requeridos, supuestamente tienen su origen en el hecho que hasta el momento la madurez en la contabilidad y rendición de cuentas para el desempeño económico en las cooperativas de SUSCOF no ha progresado de manera tal que el propósito de analizar la eco-eficiencia en relación con algunas variables clave de índole monetario (entre estos los correspondientes costos y gastos) se hubiera materializado.⁴

Como se desprende de todos los datos empíricamente recopilados en los dos Anexos al final de este ensayo, si bien la información obtenida y procesada resulta rudimentaria para los dos años de referencia, en todo caso resulta relativamente valiosa para un análisis preliminar de la eco-eficiencia con un carácter de estudio piloto para las seis cooperativas de café investigadas. En correspondencia a esta caracterización de los antecedentes para el alcance relativo en llegar a resultados interesantes, estos últimos se presentan a continuación, siguiendo la siguiente estructura de exposición.

En la sección 2, el tema central del presente trabajo será contextualizado en términos de contenido y metodología, recurriendo al debate internacional sobre la gestión ambiental destinada al mejoramiento de la eco-eficiencia en distintos ámbitos (internacionales, nacionales, locales, empresariales) de acción (2.1), para ilustrar con ello algunos rasgos de trasfondo conceptual-instrumental (2.2), empírico (2.3) y normativo (2.4) que son de gran relevancia para el diseño, la medición y el monitoreo de indicadores de eco-eficiencia. Posteriormente, en la sección 3 se presentan los valores efectivos correspondientes a los indicadores computados para las variables ambientales arriba señaladas, para compararlos en seguida bajo el criterio del desempeño (mejora o deterioro) entre 1997/98 y 2000/01 por un lado, y por otro, de su grado de cumplimiento relativo a normas o metas. Estas se derivan de dos procedimientos: en primer lugar, de un razonamiento

⁴ Así, por ejemplo, a la fecha límite para la inclusión de información primaria en el presente estudio (1ro de noviembre del 2001) solamente 3 de las 6 cooperativas reportaron los requeridos datos financieros correspondientes al año de contabilidad 2000/01 (equivalente al del año de cosecha) – y lo anterior ni siquiera en forma completa tal como hubiera sido idóneo para el propósito inicial de este estudio.

de “*estándar mínimo*” y de escenario deseado de acuerdo a juicios cualitativos de expertos involucrados por una consulta basado en el *enfoque de evaluación multi criterio*⁵, y en segundo lugar, de una fijación pragmática por el analista con base en los promedio de valores efectivamente observados en el período bajo estudio. Finalmente, en la sección 4, los resultados se resumen en forma de algunas conclusiones interesantes que enfatizan el monitoreo del desempeño temporal de los indicadores de eco-eficiencia considerados, con respecto tanto al pasado como al cumplimiento futuro de metas normativas (hasta el año 2005), al llevar a cabo una ordenación (*‘ranking’*) multi-criterial de los beneficios de café en conformidad a su desempeño efectivo en las cinco variables ambientales evaluadas en este estudio.

⁵ Para mayor detalle, véanse las explicaciones posteriores en la sección 2; consúltense también Fürst, 2000, 2001.

2. MARCO CONCEPTUAL Y ENFOQUES METODOLÓGICOS PARA EVALUAR LA ECO-EFICIENCIA CON RESPECTO A SU MEDICIÓN Y LOGRO DE META

2.1 El debate reciente sobre la gestión ambiental basada en innovaciones conducentes a una eco-eficiencia

Como ya se ha señalado en la Introducción, desde los principios de los años noventa el debate sobre una gestión ambiental sostenible es influido marcadamente por el tópico de eco-eficiencia. Lo anterior es válido tanto para el análisis económico como para la economía empresarial, cuando ambos consideran los desafíos del ambiente para las innovaciones tecnológico-ecológicas en los ámbitos macro (nacional e internacional), sectorial y -crecientemente más importante – corporativo.⁶ En particular, en el ámbito de la gestión empresarial moderna, el concepto de eco-eficiencia ha jugado un papel clave en los nuevos enfoques de la *economía ambiental corporativa* (Steger, 1993; Wagner, 1997), el *manejo ambiental estratégico* (Epstein, 2000; Müller-Christ, 2001) y la *contabilidad-auditoria ambiental empresarial* (Bennett/James, 1998; Steven/Schwarz/Lethmathe, 1997).

En el núcleo de todos los trabajos citados se encuentra la indagación sobre los métodos y el alcance para ahorrar, reutilizar y reciclar energía, materia, materiales y otros recursos primarios provenientes de la naturaleza (incluso el área bio-productiva), en la medida en que estos entran como insumos en el proceso de producción material y el suministro de servicios. Esta fijación de prioridad de la política ambiental en el logro de las llamadas *3 R -reducción, reutilización y reciclaje-* asume reformas e instrumentos idóneos de la gestión de recursos que están dirigidos a disminuir la ineficiencia de insumos y elevar la competitividad, en particular en el ámbito de las corporaciones (véase Porter/van der Linde, 1995). Lo anterior se complementa por un control preventivo de materias ambientalmente dañinas, el cuál esta orientado igualmente a la intensidad de materiales y medios con un potencial de contaminación que se puede medir o prever de conformidad con la respectivas emisiones correspondientes (gases, desagües, desechos, etc.).

Como ya indicé, si bien dichos instrumentos de protección ambiental pueden diseñarse en muy diversos niveles de conducta de actores y unidades de alcance (consumidor, empresa, ciclo de vida del producto, sector, región, país, mundo), tienen en común que requieren un conjunto de medidas tecnológicas, estructuras organizativas y cambios en los patrones de producción y consumo, esfuerzos todos dirigidos a una mejora en la eficiencia y suficiencia de estos mismos (OECD, 1995; Facheux, 1997; Hawken/Lovins/Lovins, 1999). Esta mejora se pretende lograr a través de una reducción de las materias primas y recursos naturales que se requieren individualmente o sinérgicamente para la reproducción material e inmaterial de los diversos objetos de estudio señalados, esto con respecto tanto a su masa total como a la correspondiente unidad de producción, además en cuanto a un desempeño normativo que sea compatible con una senda de uso sostenible del ambiente (Fürst, 1998, 2000).

⁶ Véanse, entre muchos otros: Füssler/James, 1996; von Weizsäcker/Lovins/Lovins, 1997, Duchin, 1998; Hawken/Lovins/Lovins, 1999; van Dijken, et al. 1999.

Lo anterior ha sido denominado como “*desmaterialización*” por algunos autores representantes de la corriente de una *política ambiental preventiva*.⁷ El llamado *Factor X* (Reijnders, 1998) de dicha *desmaterialización* equivale al grado del respectivo alcance de la reducción del consumo ambiental, gracias a un uso más racional de los recursos naturales bajo estudio (EEA, 1999). En este logro de ahorro de recursos, confluyen tanto efectos de eco-eficiencia en un sentido estricto (reducción de insumos por unidad de producción en virtud de cambios tecnológicos y organizacionales), como efectos de suficiencia (patrones de consumo final y estilos de vida individual y social menos intensos en recursos, debido a cambios en la sociedad y la cotidianidad cultural (Femia, et al. 1996; Duchin, 1998; Fürst, 1999).

En este trabajo, solamente la dimensión primeramente señalada va ser objeto del estudio; es decir: la *eco-eficiencia* se va a conceptualizar únicamente como resultado de

- la disminución de la intensidad en el consumo del ambiente en forma de energía y agua como principales insumos de recurso (o inversamente como el incremento de su correspondiente productividad de valor) en los procesos de beneficiado del café, así como
- la mejora del desempeño ambiental en forma de una reducción igualmente deseada de la intensidad de residuos de tipo líquido y sólido –concretamente: aguas negras y desechos de pulpa- en relación al volumen de café procesado.

Para esto, deben desarrollarse indicadores ambientales que sean idóneos para someterlos a la medición y monitoreo del desempeño ambiental con respecto a la mejora real o estipulada como meta para los recursos y contaminantes mencionados (Fürst, 1998; Hernández / Fürst, 2001).

2.2 Indicadores de eco-eficiencia

Comúnmente, en particular en el campo del “*corporate performance reporting*” (WBCSD, 2000), la eco-eficiencia mejorada se mide como *productividad de recurso* más alta, medida que tiene sus antecedentes en los trabajos pioneros de Schmidt-Bleek (1994, 1999, 2000) sobre el deseado desacople entre una mayor calidad de vida con respecto al consumo de la naturaleza. En esta concepción de desempeño eco-eficiente, el indicador clave equivale a una relación (“*ratio*”) entre el producto generado por la unidad considerada (nominador), éste en términos de volumen o valor por concepto de venta bruta o neta, y el requerido insumo de recursos (denominador). Como se verá más adelante, la referencia conceptualmente preferida, que constituye el nominador de dicha razón, constituye el *valor agregado por unidad de servicios brindados por el producto* (Schmidt-Bleek, 1994: 105; 2000; 64-65). Calculado de esta manera, un valor alto indicaría que se ha manejado eficientemente el ambiente como fuente de recursos energéticos y materiales para la producción y el consumo. Sin embargo, esta interpretación es únicamente válida bajo la condición de que no haya surgido, al mismo tiempo, una expansión extraordinaria del volumen y valor de producción muy dispar con respecto a su tendencia normal, teniendo esto un efecto oculto de distorsión interpretadora en cuanto al resultado neto.⁸

⁷ Hinterberger, et al. 1996; Hinterberger/Schmidt-Bleek, 1999; Schmidt-Bleek, 1994, 2000; von Weizsäcker et al. 1997

⁸ Al respecto véanse las advertencias generales y concretas en las secciones 2.3 y 3.

La relación “*output económico e insumo ambiental*” puede también ser puesta como su inversa, equivaliendo entonces el denominador al volumen o valor de producción y midiendo así la intensidad de utilización y contaminación por concepto de recursos y residuos, en el proceso de producción. Entonces, la eficiencia alta(baja) se conceptualiza y se calcula como relación numéricamente baja (alta) entre el consumo ambiental -en forma de recursos insumidos y residuos generados (gases de efecto invernadero, aguas residuales sin y con tratamiento, desechos sólidos sin y con reciclaje / reutilización) - y el output en unidades de masa o valor. En este caso, un menor resultado o una tendencia observada hacia una reducción del valor de indicador para la intensidad de uso / contaminación indica un patrón de producción (consumo) más amigable para el ambiente, ya que se habría logrado un resultado de producción (compatible con expectativas de acuerdo a tendencias en el pasado hasta el presente) con un menor grado de intensidad en la utilización y contaminación del ambiente. Este indicador denominado “*eco-intensity*” (EEA, 1999: 26, 35) que ya tiene un reconocimiento sólido dentro de la correspondiente discusión sobre indicadores (Fürst, 1998), implica que su nivel debería disminuirse, aun cuando de manera gradual, pero con efecto sostenible, en el transcurso de la *eco-innovación* emprendida en el ámbito empresarial, sectorial y macro.

La forma de representación para medir la eco-eficiencia, tal como se acaba de esbozar, ha sido seleccionada para promover el uso ya casi popular del indicador llamado *MIPS*, es decir: “*Material Intensity per Service Unit*”.⁹ La innovación conceptual más importante de *MIPS* como indicador de la intensidad de material es que en éste el consumo total de recursos requeridos en todo el ciclo del producto (“*desde la cuna hasta la sepultura*”) no se relaciona con una unidad convencional de producción (p. ej. un automóvil), sino con la unidad de los servicios (kilometraje últimamente recorrido al utilizar el automóvil) que son brindados por el respectivo producto gracias a los recursos insumidos en la generación de este mismo. Con esto, la eco-eficiencia no se reduce a su potencial a ser viable en virtud única de tecnologías ambientalmente amigables, sino que se remonta sobre todo en cambios relativamente radicales en los patrones de consumo y producción en el contexto societal de estilos de vida orientados a la protección ambiental y a la suficiencia de índole ecológica (Femia/Hinterberger/Luks1996; Duchin, 1998). Estos últimos repercutirían en una utilización más intensa y una duración de uso más larga del producto que brinda los servicios, incrementando así las unidades de servicio en el denominador de la respectiva razón, con el resultado final de una *MIPS* reducida (Hinterberger/Schmidt-Bleek, 1999; Schmidt-Bleek 2000: 167 y ss.).

Aunque no es directamente evidente, si es intuitivamente plausible recurrir, de forma adaptada, a uno o varios de los enfoques de indicadores arriba esbozados para facilitar la medición y el monitoreo de la eco-eficiencia en el proceso agroindustrial de beneficiado en las cooperativas de SUSCOF. Así, se haría operativa la cuestión de *desmaterialización* de la producción (aquí del café) en el ámbito empresarial¹⁰ (aquí los beneficios asociados en el consorcio SUSCOF). Lo anterior tiene su razón básica en las pautas de insumo del beneficiado arriba señaladas, las cuales hacen plausibles atacar prioritariamente la eficiencia de uso insatisfactoria (por ej. del consumo de agua) y, con ello, el resultante potencial de estrés ambiental sobre los ecosistemas afectados (p. ej. los acuíferos), ya que éstos están muy amenazados desde el

⁹ Schmidt-Bleek, 1994: 108; Schmidt-Bleek, et al. 1999; Hinterberger/Schmidt-Bleek, 1999; Schmidt-Bleek, 2000: 20, 163 y ss.

¹⁰ Véase, entre otros, Haake, 2000 para el análisis de una desmaterialización en el nivel de gestión empresarial.

lado de insumos por concepto de utilización cada vez menos sostenible, si no se imponen cambios trascendentes en la gestión del recurso hídrico a nivel nacional, regional y de (sub)cuenca (Solano, 2001: 47 y ss.).

Pero también los indicadores de eco-eficiencia tienen su justificación en el caso del beneficiado de café, cuando se parte de una consideración más enfocada en los *outputs* (emisiones y descargas), en particular para la presión sobre los medios acuáticos (ríos, etc.) por efecto de residuos líquidos y sólidos que quedan como resultado de los procesos de lavado y despulpa en los beneficios y que no son tratados de manera adecuada para descontaminar, reciclar o reutilizar estos residuos. Lo anterior tiene su validez particular en vista de los indicios ya evidenciados de que los desechos provenientes de la producción primaria y agroindustrial de café llevan consigo una amenazante contaminación bacteriológica (en particular por medio de nitratos) de los cuerpos acuáticos subterráneos y superficiales en la meseta central de Costa Rica, donde se ubican la mayoría de los beneficios y acuíferos, como los relativos a la subcuenca del Río Virilla (Solano, 2001: 52 y ss.). Finalmente, una eficiencia de uso sosteniblemente mejorada encuentra su plausibilidad en el argumento de costo reducido, lo que es evidente por ejemplo para el potencial de ahorro de gastos energéticos gracias a una eficiencia energética racional.

Recuadro 1 Indicadores utilizados para la eco-eficiencia en las empresas de SUSCOF

A. Nutzungsintensität („eco-intensity“):

Mide:

R = recursos naturales consumidos (aquí: energía, agua, materiales) y

C = carga contaminante generada (aguas negras, pulpa)

en relación a

Y = unidades producidas del output (volumen o valor del café procesado / vendido).

R/Y y C/Y

En la medida en que el valor de R/Y y de C/Y disminuyen en un determinado periodo, mejora el desempeño de la eco-eficiencia en la dirección *correcta*.

B. Productividad del Recurso („eco-productivity“):

Mide:

Y = volumen o valor del producto (aquí café procesado)

en relación a

R = recursos naturales consumidos (aquí: energía, agua, materiales) y a

C = carga contaminante generada (aguas negras, pulpa).

Y/R y Y/C

En la medida en que el valor de Y/R y de Y/C aumentan en un determinado periodo, mejora el desempeño de la eco-eficiencia en la dirección *correcta*.

Lo anterior no es tan válido para la posibilidad de aplicar el indicador de MIPS, ya que éste tendría que resultar de una evaluación de todo el ciclo de vida del café como producto a evaluar con la metodología del llamado *análisis de la intensidad de materiales (MAIA* – véase Schmidt-Bleek et al., 1999), lo que evidentemente no resulta posible en el marco del presente estudio. Además, la aplicación tendría tomar a la unidad de servicio ligada al consumo de café (por ej. una tasa tomada por el consumidor final – véase: Schmidt-Bleek, 2000: 64) como su parámetro de referencia unitaria. Ambos requerimientos metodológicos representan retos para el trabajo empírico que van mucho más allá del marco aquí viable en forma del uso de indicadores que se refieren, con un alcance relativamente simple, a la intensidad y productividad de recursos en el ámbito limitado al beneficio – es decir, aplicando tales indicadores solo a un segmento entre otros de la cadena de café.¹¹

Entonces, en el presente estudio se recurre únicamente a los dos indicadores operacionales de intensidad de uso y productividad de recurso con respecto al proceso directo de beneficiado (como una parte del ciclo de vida del café), tales como se presentan, de forma más ilustrativa y sintética, en el recuadro 1.

2.3 Observaciones sobre la base empírica de los indicadores de eco-eficiencia en los beneficios de SUSCOF

Partiendo del marco metodológico expuesto en la sección 2.2., las actividades productivas dentro de los beneficios correspondientes a las seis cooperativas, denominadas en adelante como A- F por razones de protección de información confidencial, constituyen la única base de referencia empírica para la evaluación de la eco-eficiencia. Dichas actividades se miden en términos del volumen del café procesado (en las unidades convencionales de fanega) o del valor de venta (en colones). Dada la información incompleta para el año de referencia final 2000/01¹², no resultó posible relacionar los indicadores ambientales físicos con magnitudes de valor mucho más interesantes, como el valor agregado, los costos totales de la actividad empresarial, así como los costos específicos para las medidas de ahorro relativo al consumo del agua, el tratamiento de aguas residuales y el procesamiento de desechos (pulpa), para regenerar *compost* natural con fines de su reutilización en las fincas de SUSCOF o su venta a terceros. Si bien lo anterior ha sido planeado originalmente con respecto al diseño y la medición de tales indicadores ambiciosos en el sentido de representar una eco-eficiencia basada en conceptos conceptualmente más válidos y amplios que los finalmente utilizados, la falta de información imposibilitó dicho logro.

Con el propósito de no crear expectativas promisorias, pero poco realistas con respecto a las correspondientes apreciaciones de los resultados numéricos y su aplicación quizás errónea en la gestión ambiental del consorcio SUSCOF, conviene hacer las siguientes anotaciones sobre la calidad de datos utilizados a lo largo del presente estudio.

¹¹ Véase Hernández/Fürst, 2001 para algunos indicadores relacionadas a toda la cadena del café; para esta última véanse también: Pelupessy, 1998 y Chaves et al., 2000

¹² Hasta noviembre de 2001, la fecha límite para la recolección de datos considerables en el informe en proceso de redacción final en este momento, solamente tres cooperativas reportaron la requerida información financiera empresarial correspondiente al año de cosecha (contabilidad) 2000/01, que a su vez no fue completa y tampoco era totalmente consistente en sí misma (véanse los Anexos 1 y 2).

Por un lado, los datos ambientales de carácter físico muestran cierta incongruencia, puesto que los recopilados para el año de referencia inicial 1997/98 se basan en estimaciones crudas típicas para una *evaluación ambiental inicial* (Chacón, 1999). Esta recopilación inicial difícilmente puede calificarse como una fuente de información totalmente confiable, ya que gran parte de la evaluación ambiental tuvo que recurrir a estimaciones subjetivas preliminares por parte de los colaboradores y gerentes en los beneficios de café, sin comprobar suficientemente su calidad objetiva. Lo anterior no es tanto el caso de la recopilación más reciente de datos ambientales con referencia al año de cosecha 2000/2001 ((Danse / Fernández, 2001). Este estudio se caracteriza por su cuidado para indagar y comprobar información metodológica y empíricamente consolidada, aun cuando no hay duda que siempre existe la necesidad de una futura mejora de la contabilidad ambiental, pudiendo obtener así datos primarios directamente registrados y verificados con base en procedimientos sólidos acorde a la norma de ISO 14031 (Bennett / James, 1999).

Por otro lado, las magnitudes de referencia en el ámbito financiero-empresarial (valor de venta, ingreso neto, tipos de costo – para no hablar del valor agregado como la mejor variable a utilizar potencialmente en las relaciones del recuadro 1) requieren la disponibilidad con calidad de diversos datos económicos en unidades monetarias. Sin embargo, con el sistema de contabilidad aun muy incipiente en las cooperativas de SUSCOF resultó bastante difícil obtener dichos datos diferenciados y sólidos en términos cuantitativos y cualitativos para construir y evaluar un conjunto de indicadores de eco-eficiencia, a saber: las intensidades y productividades de recursos consumidos, además las correspondientes relaciones de costo-eficiencia y de inversión-desempeño de índole ambiental. En particular, dos obstáculos deben resaltarse al respecto. Por un lado, no existía como tal, la respectiva información empírica, dadas las deficiencias referentes a estándares de contabilidad financiera y auditoría a nivel corporativo, que quedan aún pendientes de implementar en toda su bondad en las cooperativas de SUSCOF. Por otro lado, incluso donde ya había un sistema contable y de monitoreo, el mismo estaba caracterizado por tendencias adversas a los requisitos de datos de calidad, destacándose dos tendencias problemáticas: una con un sesgo hacia una reconstrucción inconsistente y otra hacia una entrega de información basada más en un voluntarismo que en una recolección seria. Lo último ha tenido que ver obviamente con la situación particular de los beneficios encuestados, al encontrarse estos mismos en la etapa difícil de liquidación y contabilización (en gran parte no concluida) de la cosecha 2000/01, precisamente cuando se les pidió los datos. Esto hizo difícil a las personas consultadas de compatibilizar el requerimiento de entregar información con su atención ya absorbida mayormente por otras prioridades más urgentes de gestión empresarial – en particular en vista de la crisis de mercado tan dramática a causa de la caída de los precios del grano (véase Fürst, 2001).

Por lo tanto, la deficiente calidad de los datos obtenidos para la construcción de indicadores financieros dificultó enormemente el logro del propósito original de llevar a cabo un análisis detallado de la estructura de costos y la eficiencia de gastos ambientales en su relación con indicadores de desempeño eco-eficiente en conformidad con los lineamientos modernos de una contabilidad ambiental en el ámbito organizativo-corporativo (véanse: Bennett/James, 1998,1999; Steven/ Schwarz/Letmathe, 1997). Incluso, los indicadores de productividad del recurso que se basan en valores de venta como una aproximación rudimentaria a la variable de referencia económica (véase recuadro 1), deben ser interpretados de manera muy cuidadosa para tres de las seis empresas (para los tres restantes no hubo ninguna información al respecto). Esto parece importante para advertir, ya que la información suministrada para el desempeño

empresarial-económico parece estar bastante distorsionada en virtud del comportamiento errático e inestable del valor de venta en su tendencia, lo último debido al deterioro extraordinario de los precios de compra del grano no procesado y a los precios de venta del café primario procesado. Así, la base de información obtenida en los aspectos financieros y comerciales parece ser relativamente incompatible con criterios de validez y de continuidad, para calcular e interpretar dichos indicadores, a saber: las intensidades y productividades de recurso-residuo en términos de valor.

Sin duda, en el futuro deben emprenderse mayores esfuerzos para consolidar, en el ámbito de SUSCOF, un sistema de información financiera actualizada y verificable que sirva de base sólida para la construcción empírica y monitoreo de los indicadores de eco-eficiencia con dimensión monetaria. Este sistema contable queda pendiente como resultado de futuros trabajos de investigación más avanzados, tomando en cuenta el *estado del arte* a nivel internacional en materia de la gestión empresarial relativa al desempeño ambiental (Epstein, 2000; Müller-Christ, 2001).

2.4 Enfoques orientados a la fijación normativa de valores de meta para los indicadores ambientales

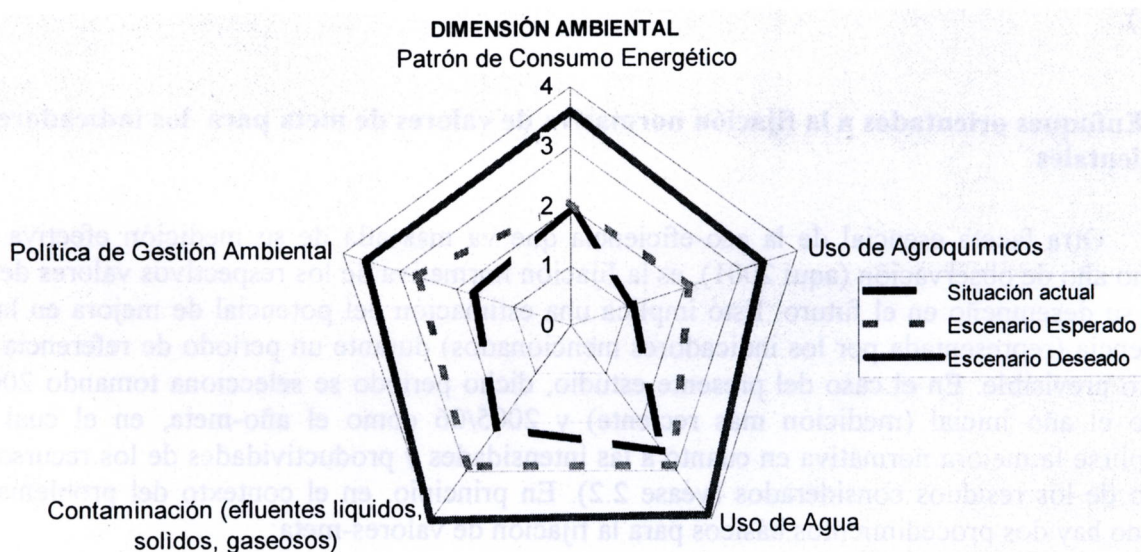
Otra faceta esencial de la eco-eficiencia que va más allá de su medición efectiva en el último año de observación (aquí 2001), es la fijación normativa de los respectivos valores de meta para su desempeño en el futuro. Esto implica una estimación del potencial de mejora en la eco-eficiencia (representada por los indicadores mencionados) durante un período de referencia en el futuro previsible. En el caso del presente estudio, dicho período se selecciona tomando 2000/01 como el año inicial (medición más reciente) y 2005/06 como el año-meta, en el cual debe cumplirse la mejora normativa en cuanto a las intensidades y productividades de los recursos así como de los residuos considerados (véase 2.2). En principio, en el contexto del problema aquí tratado hay dos procedimientos básicos para la fijación de valores-meta:

1. Se recurre a juicios cualitativos de expertos y actores involucrados (*stakeholders*) para demarcar las mejoras deseadas y viables (en términos de políticas adecuadas para su logro) en las variables ambientales consideradas (energía, agua, residuos). Con ello se logra determinar ordinalmente los grados de cumplimiento correspondientes a los valores normativos de los indicadores, que a su vez surgen como resultado de la consulta de expertos y personas directamente involucrados en el problema, y no de juicios aparentemente objetivos de parte de analistas externos.
2. Se parte de los valores reales iniciales en el año 2000/01 y se proyecta su respectivo cambio (mejora estimada como la más probable) a partir de dicho año inicial, llegando a los valores-meta normativos en el año 2005/06 con base en razonamientos de estándares mínimos para el mejoramiento relativo durante en el período entre el año base y el año meta.

En este trabajo, se van a utilizar los dos enfoques descritos. El primero tiene su justificación en virtud de sus interesantes implicaciones metodológicas interesantes que emanan de una aplicación del enfoque llamado "*expert-based scenario assessment*" con su representación gráfica en forma del *modelo de telaraña* (véanse Fürst, 2000, 2001). De esta manera, se puede

ilustrar – sobre todo como efecto de demostración para futuros trabajos en la materia de evaluación del desempeño de eco-eficiencia (soportada por indicadores) – que a lo mejor una fijación de valores meta se basa en juicios humanos sobre la constelación futura cualitativamente más deseada. Con ello, la atención primordial queda centrada en la brecha entre el estado actual de la eco-eficiencia y un escenario políticamente viable que se considera como una norma aproximada para la sostenibilidad del desempeño ambiental, tal como se ilustra en el gráfico 1 para algunos aspectos clave, como son el consumo energético y hídrico y la carga de residuos, en la evaluación realizada.

GRÁFICO 1
Evaluación multi criterio de escenarios para
el desempeño multidimensional del sector cafetalero en el año 2001:
resultados del modelo de telaraña para la dimensión ambiental



Fuente: Fürst, 2001: 38

El gráfico 1 representa el *modelo de telaraña* (referente a la dimensión ambiental) que se obtuvo como síntesis de los resultados de un estudio concluido en 2001 sobre el desempeño multidimensional (macro- y microeconómico, social, ambiental, gerencial, político-institucional) del sector cafetalero, aplicando la metodología de la mencionada “*evaluación de escenarios cualitativos basados en juicios de expertos*” (Fürst, 2001). Dicha evaluación orientada a múltiples criterios y llevada a cabo en el contexto del proyecto SUSCOF, consistía de dos componentes principales: (1) un cuestionario aplicado a 12 expertos a través de entrevistas de profundidad, y (2) una consulta directa, mediante un taller participativo, a diversos actores involucrados en el sector cafetalero y gerentes de las cooperativas de SUSCOF. Uno de los resultados sobresalientes y de mayor interés para lo planteado aquí para la fijación cualitativa de normas, es la ilustración de la brecha ya anteriormente señalada entre el futuro deseado (escenario de norma) y la situación existente (escenario actual) mediante la herramienta dada por el modelo de telaraña.

Además, en el gráfico 1 queda visualizado que en la evaluación referida los temas principales de eco-eficiencia relevantes para el presente estudio estaban considerados por las variables

ambientales del consumo energético, el uso de agua y la intensidad de contaminación (residuos líquidos y sólidos). Para utilizar esta herramienta en la estimación de los valores meta de dichas variables / indicadores se recurre a la brecha entre el escenario deseado (telaraña en color verde) y la actualidad (telaraña en color azul) para cada uno de los aspectos señalados. Si se supone que el desempeño relativo para todo el sector cafetalero, tal como se refleja en el gráfico 1, fuera representativo en gran medida para las seis cooperativas de SUSCOF y que el escenario deseado fuera igualmente vigente para el ámbito de SUSCOF, equivaliendo al año-meta 2005/06, los valores-meta para los indicadores indicados del desempeño eco-eficiente en los beneficios de SUSCOF pueden derivarse de la siguiente manera. En un primer paso, se calculan, para todas las variables en cuestión, las desviaciones entre los correspondientes valores ordinales para la situación actual y la situación futura deseada como un margen relativo en porcentaje, interpretando éste como el alcance de mejora necesaria para lograr la norma representada por el escenario deseado. En un segundo paso, se aplica esta meta de mejora relativa a los valores numéricos correspondientes al desempeño actual de los indicadores, para reconstruir así los valores normativos para los mismos indicadores en 2005/06.

Para ilustrar este procedimiento con el ejemplo del consumo energético, representado por el respectivo indicador de la intensidad de uso de energía: Ésta debe reducirse en un 80 por ciento, porque el valor ordinal correspondiente al escenario deseado para dicha variable ha sido evaluado en 3,6 (promedio) por los expertos consultados y el rango correspondiente al escenario actual en 2,0, dando lugar así a un margen de 1,6 grados ordinales, equivalentes a un 80 por ciento en lo relativo al valor actual. Entonces, este grado porcentual para una mejora normativamente requerida debe referirse al nivel actualmente medido (en 2000/01) de la intensidad energética, para obtener finalmente el valor-meta (en este caso con un nivel numérico más bajo en un 80 por ciento que el respectivo valor inicial) para el mismo indicador en el año 2005/06.

Este procedimiento se puede aplicar, en el presente estudio, para todas las otras variables ambientales con sus indicadores señalados, lo que se realizará a continuación en los respectivos acápite h) de la sección 3. Con esto, se perseguirá un doble propósito: (1) estimar las metas correspondientes al año 2005/06 para el monitoreo de los indicadores medidos, y (2) determinar aquellas medidas de gestión ambiental integrada que han sido consideradas como necesarias por los expertos consultados y que han sido validadas por los gerentes de las cooperativas de SUSCOF (en el taller de consulta mencionado), para alcanzar las normas equivalentes al escenario deseado como resultado del modelo de telaraña aplicado en el estudio citado (para mayores detalles véase Fürst, 2001: 31 y ss.).

El segundo enfoque arriba mencionado para la fijación de metas correspondientes a indicadores ambientales, parte directamente de los valores efectivamente medidos para dichos indicadores, para determinar el cambio deseado y los valores normativos en 2005/06 con base en razonamientos numéricos, sea mediante una normalización basada en los promedios ya alcanzados en 2000/01 o sea por medio de referencias explícitas a estándares ya vigentes en el país. En cualquier caso, se asume implícitamente como posible una proyección de lo actualmente vigente hacia el futuro, construyendo así normas a alcanzar en un horizonte a mediano plazo a partir de datos numéricos “duros” que se encuentran disponibles en el presente. Esta creencia de *expertise* en la factibilidad técnica de realizar proyecciones basados en hechos para el propósito de fijación numérica de metas demuestra un gran contraste epistemológico con el enfoque de

búsqueda de normas basada en escenarios nutridos por juicios cualitativos de gente involucrada en la cuestión bajo estudio.

Por lo tanto, al aplicar el segundo enfoque uno debe ser conciente de diversos problemas de tipo cognitivo, metodológico y empírico, sobre todo en vista de la incertidumbre involucrada, cuando se intenta proyectar tendencias cuantitativamente determinadas para el pasado hacia el futuro caracterizado por cambios impredecibles y determinantes socio-políticas escasamente considerables. Así, en este caso se debe partir de supuestos difícilmente verificables, en particular de que el futuro sostenible sea manejable en función de acciones técnicamente posibles y de intervenciones humanas reversibles. Lo anterior parece poco adecuado al problema mucho más complejo de un monitoreo por indicadores en situaciones de incertidumbre, indeterminación y evolución abierta. Dichas propiedades sugieren, de acuerdo al debate reflexivo sobre el alcance de indicadores ambientales de tipo normativo (Bossel, 1996, 1998; Duchin, 1998; Fürst, 1998, 2000), que la gestión ambiental en el futuro puede evaluarse únicamente en términos del análisis de escenarios basados en múltiples criterios.

No obstante esta importante limitación metodológica, en la sección 3. se recurrirá al procedimiento de proyección numérica de valores-meta, por lo menos como complementación al enfoque de escenarios en su versión del modelo de telaraña. Este pragmatismo se justifica por dos ventajas del enfoque de determinación directamente numérica de normas. Por un lado, permite obtener resultados de meta más específicos de conformidad con el efectivo desempeño ambiental en cada una de las cooperativas, ya que éste demuestra grados muy divergentes en el pasado hasta el presente que hace inconveniente una generalización de obligatoriedad normativa para el futuro. En segundo lugar, actualmente ya están vigentes una serie de normas y estándares en virtud de la existente legislación nacional e internacional que por supuesto deberían considerarse cuando se busca una normativa con variado carácter de orientación y de obligación para el desempeño ambiental en el sector cafetalero de Costa Rica, al igual que en las cooperativas de SUSCOF bajo estudio.

3. INDICADORES PARA EL CONSUMO DE RECURSOS EN LOS BENEFICIOS DEL CONSORCIO SUSCOF: DESEMPEÑO ACTUAL Y METAS PARA EL FUTURO

3.1 Uso de leña

A partir de los años noventa, se puede constatar una transición de biomasa a la electricidad (generada en Costa Rica mayormente de forma hidroenergética) como la principal fuente de energía en el proceso de procesamiento agroindustrial del café en grano (Blanco, 1999). No obstante, la participación del uso de leña -como materia prima biótica- para el funcionamiento de las calderas para secar el grano húmedo, sigue aun alta en relación al uso energético total, representando así siempre un factor problemático del patrón de consumo de recursos en el sector cafetalero, y, por tanto, también en las cooperativas de SUSCOF (Chacón 1999; Chacón et al. 1999).

En este contexto, conviene señalar la particularidad de que los beneficios bajo estudio disponen normalmente más leña en inventario que utilizan en el beneficiado en términos del consumo real corriente. Este desfase entre leña suministrada (comprada o conseguida de las fincas) y consumida en la producción del año en referencia, conlleva posibles efectos de distorsión para la evaluación basada en indicadores de insumo. Esto es válido en particular cuando se mide la productividad de valor del recurso y los correspondientes costos de leña, cuyos elementos de precio y cantidad no se basan en datos de consumo productivo (como debería ser para un cálculo válido), sino en datos de compra registrados en el año en curso.

Como ya se mencionó en la sección 2.3, un conjunto de datos completos de tipo físico y financiero para medir la eficiencia del recurso está disponible solamente para las cooperativas B, D y F (véase Anexo 1). Al contrario, en los casos de los beneficios A, C y E se puede disponer únicamente sobre la información correspondiente a indicadores de producción y ambiente con dimensión física. Correspondientemente, se presentan a continuación los cambios en el uso (in)eficiente de leña a partir de los indicadores construidos en los años 1997/98 y 200/01 para el presente estudio (véase sección 2.2), primero para analizarlos en cada uno de las seis empresas (acápites a. – f.), y posteriormente (acápites g. y h.) para someter los resultados individuales a una evaluación comparativa del desempeño efectivo y normativo, respectivamente.

a) Cooperativa A

El beneficio en esta cooperativa destaca por su procesamiento ambientalmente sano en forma de un beneficiado seco, concretamente: a través del secamiento solar. Esta característica puede explicar bien la mejora notable de un 62 por ciento en la eficiencia de uso para leña biótica en relación a una unidad de volumen producido, esto con base en una disminución del consumo unitario de 0.08 m^3 a 0.03 m^3 entre los dos años de referencia.

En este desempeño favorable participaron incrementos de eficiencia tanto en el lado de producción como en lado del uso del recurso leñero, dominando claramente el último factor

(reducción del consumo absoluto de leña en un 18,5 por ciento) en comparación al primer elemento (aumento del volumen de producción en un 9,0 por ciento). Todo esto facilitó un cambio ambientalmente favorable de la eco-eficiencia de leña en el transcurso del período considerado

b) Cooperativa B:

En este caso, también se registra una mejora de la eco-eficiencia para el uso de leña, debido a que la intensidad de consumo en términos físicos disminuyó un 15 por ciento (de 0.07 a 0.06 m³) entre los dos años en cuestión. Dicha reducción ha sido mayormente el efecto de un incremento de un 30 por ciento en la productividad de producción durante el mismo período. Mientras que el consumo de leña en términos absolutos incrementó un 20 por ciento en una proporción menor que la producción, la resultante eficiencia -en términos de la intensidad unitaria- pudo registrar una mejora neta equivalente al porcentaje ya indicado, aun cuando en menor medida que la cooperativa A.

En cuanto a la eco-eficiencia en términos convencionales (es decir: la productividad del valor correspondiente al recurso), el desempeño de la cooperativa B resulta bastante ambiguo. A primera vista, se evidencia un desmejoramiento de un 40 por ciento como resultado del valor de venta, el cual cayó fuertemente un 26 por ciento entre 1997/98 y 2000/01 m (principalmente a causa de los precios de café muy deteriorados en el mismo período), reforzado por el simultáneo incremento del consumo total de leña en virtud de aumento del volumen de producción (véase Anexo 2). Sin embargo, el resultado anterior puede conducir a una conclusión errónea. El deterioro en la productividad de leña (en términos de valor) ha sido causado no tanto por el consumo de leña en sí (pese a su incremento relativo inducido por la crecida producción física), sino en primer lugar por la caída mucho más significativa en los precios de café, con su efecto negativo sobre el valor de venta. Es decir, en la discrepancia entre los resultados de una intensidad de uso mejorada y una productividad de recursos desmejorada se hace virtual la crisis de los precios de café en toda su dimensión, distorsionando de esta manera la validez de resultados de eco-eficiencia basados en valores monetarios.

De lo últimamente constatado, se puede concluir con un alcance más general de lo observado en B que el indicador de eco-eficiencia, basado en volúmenes de producción (de café) y de consumo (de leña), demuestra mucho más validez para afirmaciones interpretativas que el indicador normalmente expresado por la relación unitaria entre el valor de venta y el insumo de recursos. Esto es cierto en particular, cuando uno se encuentra frente a una "extraordinaria" situación lejana de las condiciones normales del sistema en cuestión, en este caso inducida por una alta inestabilidad con intenso deterioro de los precios de venta. Con esto se hace evidente que la productividad de valor de recursos no conviene ser el indicador adecuado si su referencia valorativa, es decir: los precios de mercado, está sujeta a fluctuaciones fuertes hacia abajo o arriba, sin guardar correspondencia con el volumen de producción. En esta restricción se refleja la problemática más profunda de utilizar evaluaciones de eco-eficiencia que se basan en valoraciones económicas con base en parámetros tomados del mercado, sin revisarlas con su debida reflexión interpretativa. Por tanto, medidas físicas como la intensidad de uso orientada a los flujos físicos de insumo ambientales y outputs económicos, resultan ser mucho más adecuadas en cuanto a lograr una validez afirmativa (véase también las conclusiones en sección 4.).

Para el caso concreto de la cooperativa B, lo anterior significa que el indicador de eco-eficiencia más confiable es el de la intensidad de consumo de leña, con lo cual queda demostrada finalmente una mejora ambiental del beneficiado en este aspecto.

c) Cooperativa C

Este beneficio puede considerarse como un caso extraordinario en cuanto al consumo de leña que merece una investigación más profunda de la ineficiencia sobre-proporcional que se hace evidente en C para este recurso. Esta problemática está caracterizada por el hecho paradójico de que una disminución significativa del volumen de producción en un 18 por ciento va parejo con una expansión sobre-proporcional del consumo de leña en casi un 56 por ciento entre 1997/98 y 2000/01. El resultado es una intensidad de uso muy incrementada, al situarse en el último año aproximadamente en un 70 por ciento mayor que su valor inicial. Dicho desmejoramiento preocupante no se puede explicar fácilmente por el proceso de secado intenso en leña como tal, puesto que en esta cooperativa está vigente el proceso más bien tradicional que funciona con base en calderas alimentadas mayormente por *cascarillas* (como materia prima residual del despulpado) y no por leña comprada afuera. Una posible explicación podría ser el hecho que se utilizaron datos de compra para la leña en inventario y no datos relativos al consumo real en el año 2000/01.

Puesto así el resultado, a primera vista se observa un desempeño poco satisfactorio de la eco-eficiencia medida por el insumo físico de leña, lo que quizás hubiera sido aun peor en caso de haberse podido aplicar el indicador de productividad de valor debido a su dependencia de los precios de café deteriorados. En todo caso, la cooperativa C parece tener un proceso de beneficiado con la peor eficiencia en el uso de leña entre todos los beneficios bajo estudio, y esto tanto con respecto al valor registrado en el año de referencia 2000/01 como en cuanto al cambio durante el período en cuestión. Sin embargo, una explicación contundente de este fenómeno queda aún pendiente en vista de la particularidad del uso de *cascarillas* para el secado en este beneficio.

d) Cooperativa D

Esta empresa se caracteriza por un desempeño marcadamente favorable en cuanto a ambos indicadores – intensidad y productividad del recurso- de la eco-eficiencia en ambos años de referencia, además por una mejora significativa de estos mismos entre 1997/98 y 2000/01.

En lo referente a la medición física de la eco-eficiencia para el uso de leña en D, se puede ver en el Anexo 2 que la intensidad de consumo ha bajado un 57 por ciento (de 0.07 a 0.03 m³) entre los dos años bajo estudio. Lo anterior se explica claramente por una reducción significativa del consumo absoluto de leña en un 74 por ciento que ha sido una dimensión mucho mayor que la caída paralela en el volumen de producción, principalmente como efecto del ahorro propio en el uso de leña por unidad de producción.

En relación con la eco-eficiencia convencionalmente medida como mejor productividad de valor respecto al uso del recurso, la cooperativa D muestra un resultado más consistente con la eficiencia física que la cooperativa B. Aun cuando aquí también hubo una reducción del valor de venta en un 70 por ciento (otra vez en virtud de la caída de los precios de café), se hizo virtual, al

mismo tiempo, un incremento de la productividad del recurso en un 13 por ciento en el período bajo estudio. El principal factor explicativo para este buen resultado es obviamente la mejora en el sentido de un insumo de leña ahorrado por unidad de producción física, como se señaló anteriormente.

Por lo tanto, en este caso - en contraposición a los otros beneficios de café- tanto la reducción notable de la intensidad de uso como el aumento de la productividad de valor han sido los factores claves del mejoramiento en el uso eco-eficiente de leña, esto no obstante la caída igualmente observable en el volumen y valor de producción en D. Este doble efecto parece haber repercutido últimamente en una disminución de los costos de leña por fanega de café procesado en un 60 por ciento, lo que permite demostrar el efecto de ahorro favorable en el lado monetario a partir de un ahorro de recurso eficiente en el lado físico.

e) Cooperativa E:

También este beneficio, para el cual se dispone únicamente de datos físicos para la producción y el ambiente en ambos años de comparación, puede registrar una mejora significativa en su eficiencia de uso de leña. En términos de intensidad, el ahorro alcanzado en todo el período equivale a un 57 por ciento, principalmente como efecto de la reducción del consumo de leña en un 74 por ciento. Esta disminución resultó factible a pesar de que el volumen de producción se incrementó en un 2 por ciento. Por lo tanto, la reducción de la intensidad de uso leñero de 0.1 a 0.04 m³ parece haber constituido el factor clave para dicho desempeño más eco-eficiente en el aspecto de leña utilizada en la cooperativa E.

Parecido a la cooperativa D, el mejoramiento en la eficiencia física se reflejó también en una disminución notable de los costos de leña en un 62 por ciento. Todo en su conjunto, indica un desarrollo satisfactorio de la eco-eficiencia en el beneficio E en comparación a los otros.

f) Cooperativa F:

Este beneficio muestra un desempeño parecido al de C con respecto a su evidente ineficiencia del uso de leña cuando se recurre a una relación física de insumo-producto. La problemática correspondiente es caracterizada por el hecho que el consumo total de leña se incrementó en cerca de un 42 por ciento, aun cuando al mismo tiempo el volumen de producción disminuyó un 14 por ciento (véase Anexo 2). Lo anterior repercutió en un incremento de la intensidad de uso en más de un 70 por ciento, más o menos equivalente al aumento medido en la cooperativa C. Consecuentemente, se observa un aumento preocupante de los costos de leña por fanega a 67,6 colones entre los dos años de referencia.

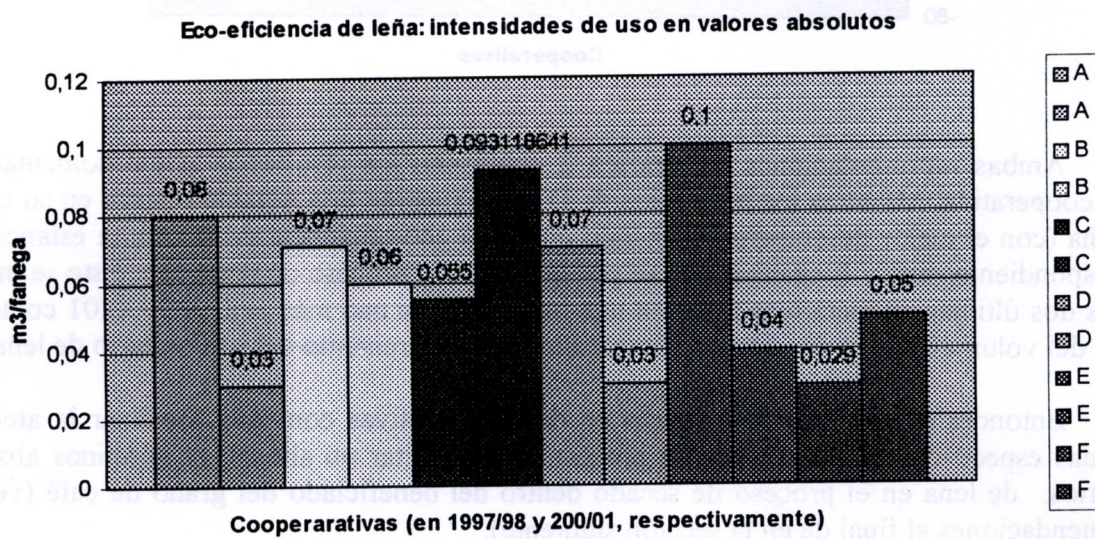
Este desempeño nada satisfactorio en el lado de los flujos físicos corresponde con un mal resultado en el lado de la productividad de valor. Esta disminuyó un 55 por ciento en el período bajo estudio, lo que sin duda se debió a un desmejoramiento de los ingresos por venta en un 37 por ciento, pero en una medida aún mayor a la expansión sobre-proporcional del consumo de leña, tanto en términos absolutos como relativos (por unidad de volumen y valor del café procesado y vendido).

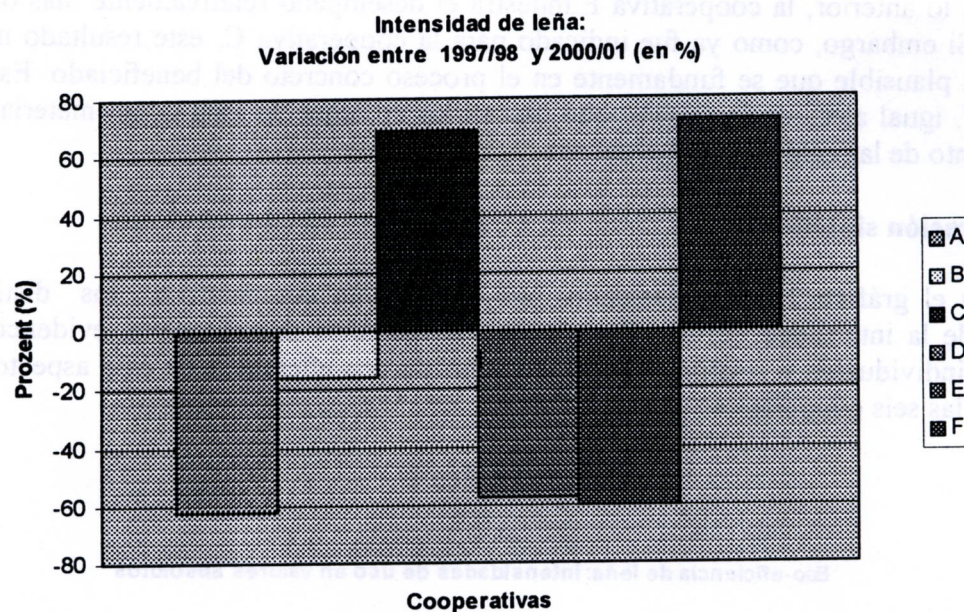
Con lo anterior, la cooperativa F muestra el desempeño relativamente más bajo de todos los casos. Si embargo, como ya fue indicado para la cooperativa C, este resultado no tiene una explicación plausible que se fundamente en el proceso concreto del beneficiado. Esto porque el beneficio F, igual al C, utiliza sobre todo cascarillas en lugar de leña como materia prima en el calentamiento de las calderas para el secado.

g) Comparación sintética

En el gráfico 2 están plasmados, en su conjunto comparativo, los distintos niveles absolutos de la intensidad del uso de leña en los dos años de referencia, evidenciando así los resultados individuales y relativos del desempeño de eco-eficiencia en este aspecto energético-biótico en las seis cooperativas de SUSCOF.

Gráfico 2



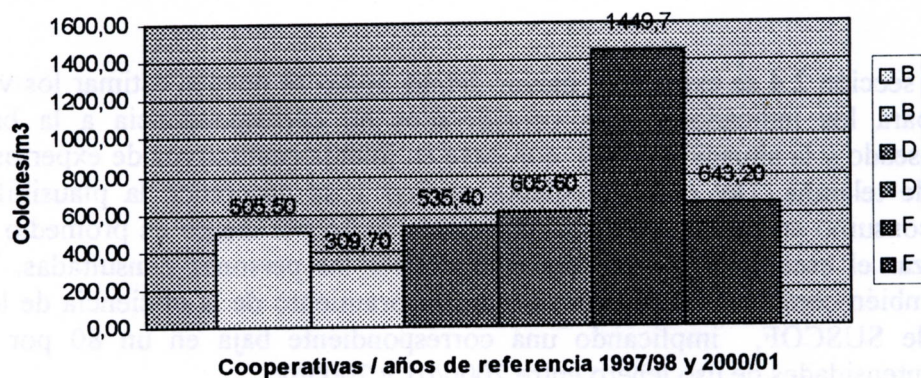


Ambas representaciones del gráfico 2 confirman los resultados arriba comentados para cada cooperativa. Mientras los beneficios A, D y E muestran una notable mejora en su eficiencia de leña (con el mejor desempeño observado en E), la eco-eficiencia de B resulta estancada y las correspondientes a C y E se caracterizan por un marcado proceso de deterioro. Éste se manifiesta en las dos últimas cooperativas tanto en una intensidad de uso más alta en 2000/01 como en una caída del volumen de producción no compatible con el incremento del uso unitario de leña.

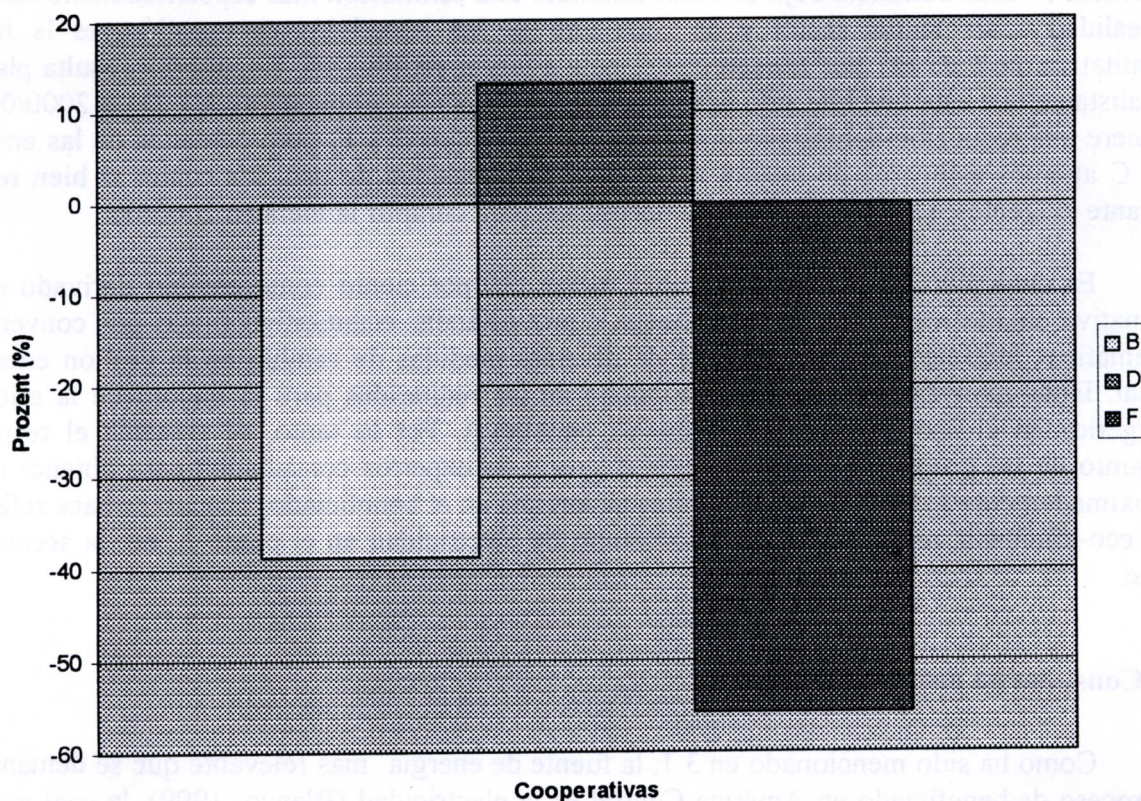
Entonces es evidente que para estas dos cooperativas conviene focalizar la atención en medidas específicas de innovación de proceso para facilitar un ahorro, en términos absolutos y unitarios, de leña en el proceso de secado dentro del beneficiado del grano de café (véanse las recomendaciones al final de en la sección siguiente).

En el gráfico a continuación, se comparan los productividades de recurso en términos de valores (de venta) para el uso de leña en aquellas empresas de SUSCOF (B, D y F) que disponen de datos financieros para permitir tal evaluación comparativa de su desempeño.

Gráfico 3
Eco-eficiencia de leña: productividades de recurso en valores absolutos



Productividad de leña:
Variación entre 1997/98 y 2000/01 (en %)



También bajo este criterio de eco-eficiencia, el beneficio D demuestra el mejor y el beneficio F el peor desempeño. Mientras tanto, el beneficio B si bien registra un

desmejoramiento en este indicadores, representa un caso especial ya que se debe a un deterioro insostenible en su balanza de ingresos en virtud de precios del café extraordinariamente caídos durante el período bajo estudio.

h) Propuestas para los valores de meta y medidas de una gestión energética sostenible (uso de leña)

En la sección 2.4 se explicó en mayor detalle cómo se pueden estimar los valores de meta normativa para los indicadores aquí considerados en correspondencia a la brecha entre el escenario deseado y la situación actual con base en juicios cualitativos de expertos plasmados en el modelo de telaraña. Del correspondiente gráfico 1 se desprende la plausibilidad para una mejora del consumo energético en un 80 por ciento (o 16 por ciento en promedio por año), para poder alcanzar el escenario deseado aproximado por las personas consultadas. Esto se puede transferir también como promedio al requerido mejoramiento de la eficiencia de leña en los seis beneficios de SUSCOF, implicando una correspondiente baja en un 80 por ciento en sus respectivas intensidades de uso leñero entre 2000/01 y 2005/06.

Por supuesto, dicho porcentaje si bien tiene su plausibilidad gracias a su sustento en opiniones de personas informadas (véase el respectivo razonamiento en 2.4), es una orientación media muy cruda que debería diferenciarse de acuerdo a la situación del alcance concreto de eco-eficiencia en cada beneficio bajo estudio. Entonces una estimación más específicamente referida a la realidad concreta del sector y de cada uno de los beneficios en cuestión, es la fijación cuantitativa de *0.03 m³ por fanega* como meta a lograr en 2005/06. Lo anterior resulta plausible y realista ya que este nivel ha sido acatado como meta por la cooperativas A y D en 2000/01 y no requiere una reducción demasiado grande de los beneficios E y F, pero demanda de las empresas B y C algunos esfuerzos de mejora relativos a su intensidad de uso, los cuales si bien resultan bastante exigentes, son indudablemente necesarios para cumplir la meta en 2005/06.

Es evidente que el logro de ambas metas -80 por ciento como cambio derivado de una normativa cualitativa y 0,03 m³ por fanega como estándar cuantitativo fijado por conveniencia pragmática- hace necesario un paquete de diversas medidas de cambio en la gestión energética actual. Estas innovaciones no difieren mucho de las requeridas para la mejora de la eficiencia energética en el uso de electricidad en los beneficios. Por lo tanto, se presenta el respectivo conjunto de las propuestas sugeridas por el grupo de expertos consultados para obtener un uso aproximadamente sostenible de las fuentes de energía en el beneficiado, cuando se hace referencia a la eco-eficiencia relacionada con el consumo de electricidad en el punto h. de la sección que sigue.

3.2 Consumo de energía eléctrica

Como ha sido mencionado en 3.1, la fuente de energía más relevante que se demanda por el proceso de beneficiado en América Central es la electricidad (Blanco, 1999), la cual en Costa Rica es generada mayormente por plantas hidro-energéticas. Esta característica es válida también para los beneficios de SUSCOF bajo estudio (Chacón, 1999).

Cuando se mide la correspondiente eficiencia energética como consumo de KwH por fanega procesada, se observa una variación entre 7,7 y 14,1 KwH en el año inicial 1997/98 y entre 7,1 y 12,5 KwH en el período actual 2000/01 (véase Anexo 1). Esta divergencia, sorprendente a primera vista, tiene que ver seguramente con el hecho particular de que el volumen físico de producción responsable para el consumo eléctrico (normalmente en una dimensión proporcional) está sometido a fuertes fluctuaciones entre los dos años considerados. Para ello, la mayor fuerza explicativa reside en los cambios ocurridos en los precios de café (véase en particular la fluctuación extraordinaria en el beneficio D), dificultando así una interpretación consistente con otros años de referencia para el desempeño de consumo eléctrico. Adicionalmente al problema de que la supuesta relación proporcional entre la electricidad consumida y el volumen de café procesado no necesariamente debe asumirse como dada (precisamente a causa del comportamiento de precios), inciden tres particularidades que posiblemente distorsionan aún más la validez de comparación con base en los resultados empíricos obtenidos:

- a) Los beneficios se caracterizan por una determinada rigidez de su consumo básico de electricidad que se aleja del proceso de producción como el factor explicativo predominante;
- b) La maquinaria instalada y operada por flujo de electricidad no se ajusta proporcionalmente, sino responde de forma variada a los procesos de producción real en cuanto al consumo unitario;
- c) Los costos concretos de electricidad no están determinados únicamente por el respectivo volumen de producción en el mismo año, sino también por tarifas unitarias más favorables en virtud de turnos de maquinaria eléctrica más intensos en los beneficios (en particular C y F). Estas bajas tarifas, divergentes según la capacidad de negociación de cada cooperativa, coinciden con momentos de baja demanda eléctrica al proveedor subocupado en cuanto a su capacidad instalada. Pero también se da lugar un impacto de tarifas unitarias menos favorables sobre el aumento sobre-proporcional en los costos de electricidad. Lo anterior ocurre cuando el uso de maquinaria en determinadas cooperativas se incrementa precisamente en períodos con demanda eléctrica en pique en todo el país, implicando así una sobreocupación de las instalaciones de abastecimiento, y con ello, una fijación de tarifas más costosas por parte del proveedor de energía eléctrica.

Todo esto dificulta enormemente el análisis de los datos empíricos sobre consumo y costos de electricidad en su interacción con la información recolectada sobre la producción en términos de volumen y valor. En particular, revela otro argumento a favor del cuidado necesario, adicionalmente a las observaciones de alerta ya adelantadas en la sección 2.c, cuando se pretende evaluar, tanto individual como comparativamente, la eficiencia energética de las empresas en cuestión con base en productividades de recurso y en costos de energía poco compatibles con una base de datos cuestionablemente recopilada y validada.

Considerando siempre esta restricción a la validez afirmativa de los resultados obtenidos, los datos disponibles y utilizados parecen indicar que el ahorro energético por concepto de electricidad consumida muestra para todo el conjunto de beneficios una tendencia general hacia un desempeño más eco-eficiente, aunque éste varía entre las seis empresas en una medida similar a la observada para la eficiencia del uso de leña.

Lo anterior también es válido para los costos unitarios de electricidad los cuales varían bastante entre 158 y 135 colones en el año 1997/98 y entre 240 y 471 colones en 2000/01, así

mismo en cuanto a sus cambios relativos entre los dos años (véase Anexo 1, fila 14). Esto es probablemente más un resultado de las particularidades de fijación no uniforme (para todos los beneficios) de tarifas eléctricas como se esbozó anteriormente, lo que es un reflejo de divergente eficiencia energética en términos físicos. Por lo tanto, es necesario analizar separadamente cada cooperativa con respecto a los dos indicadores de la eco-eficiencia del uso de electricidad (intensidad y productividad) y evaluar posteriormente el desempeño con base en un balance comparativo.

a) Cooperativa A:

Parecido a la eficiencia de leña (sección 3.1a.), la eficiencia de uso de energía eléctrica en el beneficio muestra una mejora, en este caso en un 12,2 por ciento entre 1997/98 y 2000/01. (Anexo 2). Esto equivale a una reducción del consumo unitario de 8,5 a 7,5 Kwh por fanega entre los dos años de referencia. Para lo anterior han sido responsables, de manera similar al consumo de leña, el incremento de eficiencia tanto en el lado de producción como en el lado del ambiente. Así, en primer lugar merece destacar la reducción del consumo eléctrico en un 4,1 por ciento y, en segundo lugar, al aumento del volumen de café procesado en un 9 por ciento. Ambas tendencias se pueden interpretar, desde una perspectiva física, como desacople relativo del crecimiento productivo con respecto a su base ambiental en forma de consumo energético. No ha sido posible validar esta afirmación mediante la revelación de un cambio positivo de la productividad de valor para la energía eléctrica, al no disponerse de los correspondientes datos financieros para el año 2000/01.

En todo caso el indicador de intensidad del recurso energético-eléctrico, basado en volúmenes de insumo-producto, indica un desempeño satisfactorio de la eco-eficiencia en el beneficio. Parece que lo anterior explica también la reducción relativa de los costos unitarios para la energía eléctrica en A en un 23 por ciento, destacándose esta mejora en la eficiencia de costos como la única evidenciada entre todas las cooperativas bajo estudio.

b) Cooperativa B:

En este caso, la eco-eficiencia para la electricidad en términos de intensidad de uso se ha mejorado un 8 por ciento, correspondiente a una baja de 7,7 a 7,06 Kwh/fanega (Anexo 2). Es importante señalar que este desempeño favorable tuvo lugar con base en un alto nivel de eficiencia energética (nivel bajo de intensidad) que ya se había alcanzado en 1997/98 como el mejor nivel en comparación a los otros beneficios del SUSCOF. Por lo tanto, el margen del mejoramiento resultó relativamente bajo en comparación a las otras cooperativas que operaron con una intensidad energética mucha más alta en el año de partida. Como factor clave de la disminución de la intensidad del uso de electricidad en el beneficiado de B sale el hecho que el consumo eléctrico absoluto ha aumentado de forma menos proporcional (en un 19 por ciento) que el paralelo incremento de la producción de café beneficiado (en un 30 por ciento). Así, el alcance de una mayor productividad física con respecto al café procesado no conllevó un consumo energético igualmente mayor, sino que pudo desacoplarse relativamente de este mismo.

Midiendo la eco-eficiencia mediante el indicador basado en el valor de ventas como referencia de la productividad energética, resulta que la cooperativa muestra un resultado bastante similar (deterioro en un 36 por ciento) al caso de productividad de valor para la leña. Interpretar lo

anterior como una eco-eficiencia peor que en 1997/98 equivaldría a una conclusión errónea, tal como fue discutido en la sección 3.1 para las cooperativas B, D y F. Al caer el valor de venta por más de 26 por ciento entre 1997/98 y 2000/01, sobre todo como efecto del deterioro de los precios del café, tal erosión del valor no pudo ser recompensada por la mejora paralela en la eficiencia de uso en términos físicos, manifestándose en una baja de la productividad de valor para la energía eléctrica por más de un tercio respecto a su nivel inicial (4,700 colones por KwH en 1997/98). Esto coincidió con un incremento adverso del consumo de electricidad por unidad de café de grano procesado en más de un 60 % y últimamente con un aumento de los respectivos costos energéticos por fanega en un 45 por ciento (ver Anexo 2).

Tomando en cuenta la distorsión revelada de los resultados en términos de productividad de valor, también en el caso de B se debe confiar más en el indicador de intensidad del recurso, debido a que éste señala más competentemente el evidente mejoramiento de la eco-eficiencia en la cooperativa B.

c) Cooperativa C:

El beneficio de esta cooperativa, para el cual había únicamente datos de producción y ambiente relacionados a volúmenes físicos, muestra un desempeño de su eficiencia energética por concepto de consumo de electricidad muy distinto a la eficiencia del consumo de leña en C. La primera se caracteriza por el resultado interesante de que el volumen de producción¹³ registra una reducción de un 18 por ciento, acompañado por una disminución mayor de un 14 por ciento del consumo eléctrico por fanega procesada de café. Lo anterior se debe a un menor consumo de electricidad en términos absolutos, el cual se redujo en un 30 por ciento, es decir: mayor que la disminución del nivel (físico) de la producción. La baja resultante en la intensidad parece indicar una desvinculación entre producción y consumo energético, aun cuando no en la medida alcanzada por los beneficios A y B anteriormente analizados.

Con esto, la eficiencia energética en la cooperativa C muestra un desempeño favorable para el ambiente. Es muy probable que este resultado habría sido contrario (indicando un deterioro), si se hubiera procesado la respectiva información financiera para medir la productividad de valor correspondiente al uso eléctrico de tal manera, que la intensidad energética (electricidad) constituye entonces el indicador más sólido para concluir sobre el desempeño de la eco-eficiencia en C.

d) Cooperativa D:

El uso de electricidad en este beneficio muestra características un tanto distintas al del uso de leña como fuente de energía ya que la correspondiente eco-eficiencia para electricidad, medida

¹³ La producción en el beneficio C, igualmente en las cooperativas D, E y F – depende muy fuertemente de los precios del mercado, porque no disponen de una red de mercadeo directo de tipo *comercio justo* (*fair trade*), como lo tienen las cooperativas A y B. Esto explica en gran parte la baja significativa del consumo eléctrico de C en relación directa con la caída del volumen de producción, esta última en virtud de los precios de venta que en 2000/01 han sido muy inferiores a los de 1997/98. Este patrón de comportamiento está también vigente en las otras tres empresas indicadas (D-F), en las cuales modalidades deliberadas de mercadeo y precios diferenciados por segmento y premio de remuneración acorde a accesos casi directos (mediados por organismos internacionales orientados por una comercialización alternativa, como *Max Havelaar*, *Fair Trade*, etc.) todavía no juegan un papel estratégico.

por ambos indicadores en cuestión (intensidad y productividad del recurso), registra niveles poco satisfactorios en ambos años de referencia, y además los valores de ambos indicadores han sufrido un deterioro en el período bajo estudio.

En este desempeño influyeron desarrollos en gran parte contradictorios. En cuanto a la eco-eficiencia medida en términos físicos se desprende del Anexo 2 que la intensidad de uso eléctrico (KwH por fanega) registró un incremento de un 17 por ciento entre 1997/98 y 2000/01. Sin embargo, esto no es causado por el consumo absoluto de electricidad, ya que éste al contrario disminuyó un 32 por ciento, sino obviamente por una caída aun más intensa (de un 42 por ciento) del volumen de producción (véase nota 2). Nuevamente se hace evidente el posible sesgo errático como resultado de determinantes del desarrollo incongruentes (aquí: la caída “*anormal*” del volumen producido), obstaculizando otra vez una interpretación válida de indicadores basados en tendencias irregulares y poco controlables por los actores que buscan una mejor eco-eficiencia.

Lo anteriormente constatado vuelve a ser más claro cuando se considera la eco-eficiencia en su sentido convencional, es decir: como una mejor productividad de valor del recurso insumido. Al parecer, esta misma no se comprueba en el caso del beneficio D, ya que se registra allá una baja del valor de venta de café por un KwH de electricidad consumida en un 56 por ciento. Esto equivale a un incremento de 130 por ciento en el consumo eléctrico por un colon de café vendido. Entonces, similar al caso de la cooperativa B, aquí se puede ver que el ahorro alcanzado en el consumo de electricidad en términos físicos no pudo contrarrestar el efecto adverso inducido por la baja de la producción en términos de volumen y valor, ambos a causa de precios fuertemente deteriorados. Nuevamente, si se mide en términos de valor resulta una eco-eficiencia caída a primera vista, cuando en realidad hubo una mejora con respecto a la intensidad energética en términos físicos como el indicador más confiable bajo las circunstancias descritas.

En lo referente a los costos monetarios del uso de energía eléctrica, por un lado estos se triplicaron (de 159 a 471 colones por fanega) como resultado de los factores anteriormente señalados. Por otro lado, la resultante participación de los costos energéticos con respecto a los costos totales del procesamiento de café en D experimentó un aumento que fue ocho veces más alto que la correspondiente razón observada en 1997/98 (véase Anexo 2).

e) Cooperativa E:

También en el caso del beneficio E se puede observar un notable mejoramiento en la eficiencia del uso de electricidad en términos físicos unitarios. Así, el ahorro energético para esta fuente equivalió a un 11,3 por ciento para todo el período bajo atención, lo que se debió sobre todo a la reducción del consumo absoluto de electricidad en un 9,7 por ciento. Parecido a lo ya analizado para la intensidad del uso de leña, esta baja ha sido posible aun cuando el volumen de producción de café aumentó un 2 por ciento al mismo tiempo, evidenciando una desvinculación relativamente débil del consumo eléctrico con respecto a la producción. También debe tenerse en cuenta que la reducción de la intensidad de 14,1 a 12,45 KwH tuvo lugar en un nivel absoluto comparativamente muy alto en comparación a los registrados en los otros beneficios. Igualmente, conviene señalar que en el período bajo estudio los costos unitarios (colones por fanega) del consumo de energía eléctrica aumentaron un 13 por ciento, lo que tiene que ver en este caso con un incremento de la tarifas por KwH durante el mismo período.

f) Cooperativa F:

Este beneficio muestra un desempeño extraordinario con respecto al uso eficiente de electricidad en sentido de que es la única cooperativa en la que ambos indicadores de eco-eficiencia considerados miden la mejora más satisfactoria – y esto con base en niveles de intensidad ya bastante bajos en los dos años de referencia.

Con respecto al desempeño favorable de la utilización de la cantidad de electricidad en términos de intensidad unitaria, éste se destaca por la siguiente conducta. Mientras tuvo lugar una reducción del volumen de producción en un 14 por ciento entre 1997/98 y 2000/01 (probablemente a causa del deterioro de los precios de café – véase la nota 2), la disminución del consumo absoluto de energía eléctrica resultó aún mayor (42 por ciento). Esto hizo que la intensidad de uso para esta fuente de energía cayera un 23 por ciento, sin duda el mejor resultado de eco-eficiencia en este aspecto entre todas las seis cooperativas.

Esto corresponde en este caso a un cambio sorpresivamente favorable en el otro indicador de la productividad de valor contribuido al uso de electricidad. Esta incrementó un 8,8 por ciento, pese a que en el mismo tiempo los ingresos por concepto de venta se erosionaron en un 37 por ciento. Este resultado parece haber sido posible primeramente porque el consumo de electricidad pudo disminuirse en una dimensión sobreproporcional, tanto en términos absolutos como unitarios, ambos relativos al volumen y valor de producción (véase Anexo 2).

Por todo lo anterior, en el análisis comparativo entre las seis cooperativas el proceso de beneficiado en E sale como el más favorable bajo el aspecto de eco-eficiencia correspondiente a electricidad, lo que es completamente contrario a su peor desempeño bajo el aspecto del uso eficiente de leña. Lo que no coincide bien con todo esto, es la particularidad de que los costos de electricidad por unidad de producción registran una alza preocupante en un 52 por ciento entre los dos años de referencia. Parece que dicha alza no tuvo que ver con la eficiencia energética, sino con el incremento de la tarifas unitarias para la electricidad consumida en F.

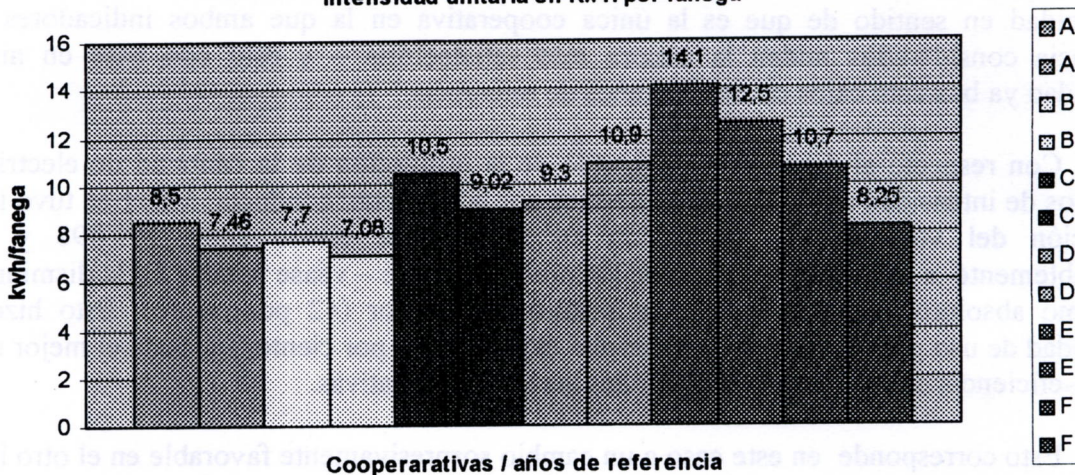
g) Comparación sintética

El gráfico 4 documenta, de forma sintética-comparativa, los resultados de la eficiencia eléctrica, tales como han sido comentados para cada una de la cooperativas.

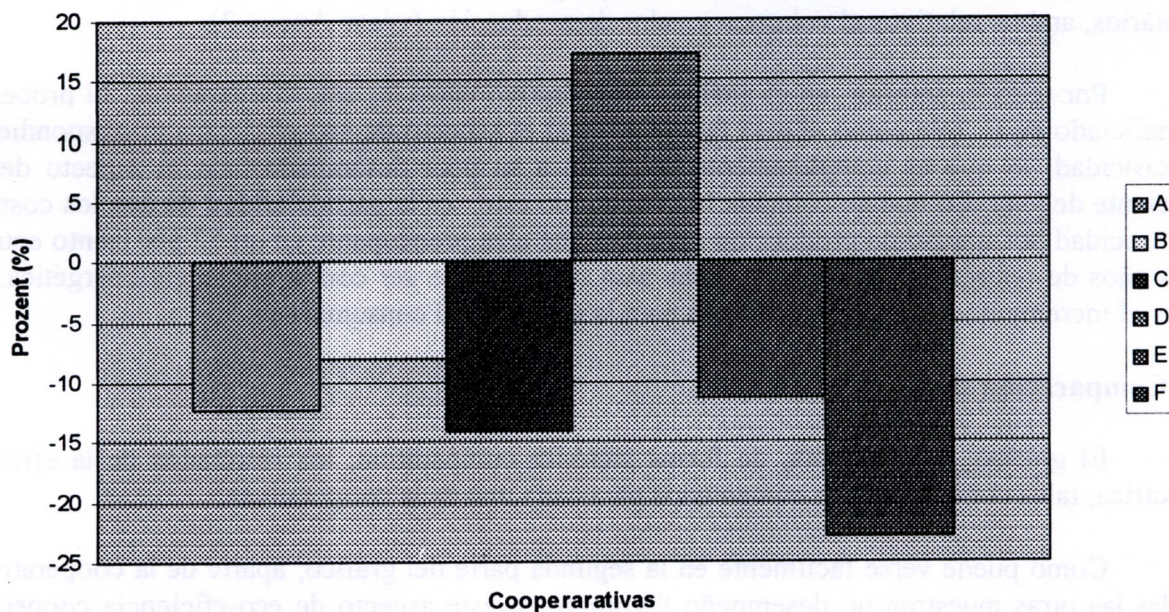
Como puede verse fácilmente en la segunda parte del gráfico, aparte de la cooperativa D, todas las otras muestran un desempeño favorable en este aspecto de eco-eficiencia cooperativa. Entre éstas, destaca la reducción más significativa de la intensidad de recurso para energía eléctrica en el beneficio F, seguidos por C, A, E y B en términos de rango relativo. En contraste, la cooperativa D está confrontada a un desmejoramiento preocupante de su eficiencia eléctrica en un 17 por ciento, lo que indica la urgencia de tomar medidas con efecto transformador en el uso del recurso en cuestión.

Gráfico 4

**Eficiencia del uso de electricidad:
intensidad unitaria en Kw H por fanega**



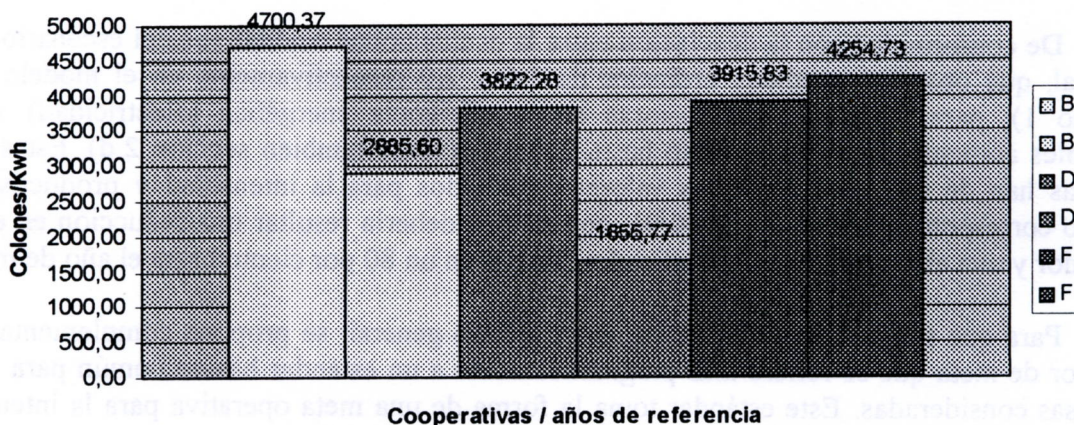
**Intensidad de electricidad:
Variación entre 1997/98 - 2000/01 (en %)**



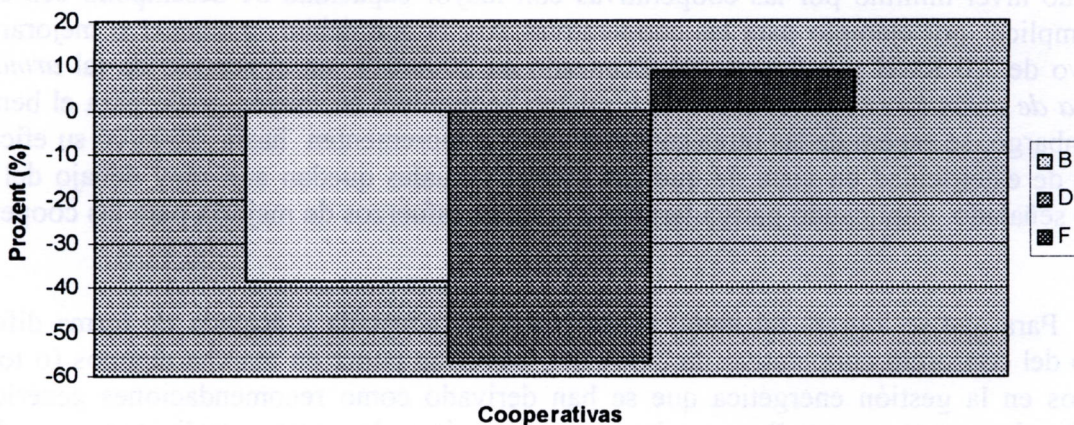
En el próximo gráfico 5 se comparan las productividades de recurso para la electricidad en aquellas empresas de SUSCOF que han suministrado los datos financieros requeridos para una comparación de su desempeño.

Gráfico 5

**Eficiencia del uso de electricidad:
productividad de valor del recurso en colones por Kw Ht**



**Productividad del recurso de electricidad:
Variación entre 1997/98 y 2000/01 (en %)**



También bajo este criterio, los beneficios F y D salen con la mejor y peor eco-eficiencia, respectivamente, en cuanto a su cambio en el período. Sin embargo, es importante volver a señalar que tanto para B como para D estaba vigente -como determinante externa no controlable- el deterioro de los precios de venta, y con ello, un balance financiero insostenible, implicando éste un papel relativamente poco válido para el indicador de productividad del recurso en términos de valor.

Además, se desprende del gráfico 5 que, igualmente al aspecto de la leña, para mejorar el desempeño energético-eléctrico resulta necesaria una gestión ambiental dirigida a un mayor eco-eficiencia en el proceso de procesamiento primario y agroindustrial de café en grano, enfocando

con esto ante todo el beneficiado en la cooperativa D (véanse las propuestas en la próxima sección).

h) Propuestas para los valores de meta y medidas de una gestión energética sostenible (uso de electricidad)

De conformidad con la desviación entre la evaluaciones cualitativas del escenario deseado y actual, que observan medidas ordinales de 3,6 y 2,0 respectivamente en el modelo telaraña (gráfico 1), para la respectivas mejoras en la eficiencia energética (electricidad) se hacen plausibles aumentos de 80 por ciento hasta 2005/06 (véase también sección 2.d). Estas mejoras relativas han de ser aplicadas a los valores registrados para la intensidad y productividad del recurso correspondientes al año 2000/01, con lo cual debería resultar una reducción en el primer indicador y una alza en el segundo indicador, ambos en un 80 por ciento hasta el año de meta.

Para que esta fijación normativa no quede tan general, se propone complementariamente un valor de meta que se refiere más pragmáticamente a un estándar básico común para todas las empresas consideradas. Este estándar toma la forma de una meta operativa para la intensidad de uso eléctrico que equivale más o menos al promedio de los niveles de desempeño logrados hasta el momento. Tal valor medio – de **9,0 Kwh por fanega**– para el indicador de intensidad energética (electricidad) debe interpretarse como un *estándar de mínima aceptación con cumplimiento hacia arriba* (es decir: un estándar de meta sujeto a un sobre-acatamiento voluntario de dicho nivel mínimo por las cooperativas con mayor capacidad de desempeño eco-eficiente). Esto implica por ejemplo para las cooperativas A y B que deben mantener o mejorar su nivel efectivo de 7,0 Kwh por fanega (ya alcanzado en 2000/01) en el sentido de tal *armonización mínima de estándares ambientales*.¹⁴ Lo mismo se requiere en mayor grado para el beneficio F. Sin embargo, se espera de las otras cooperativas que incrementen hasta 2005/06 su eficiencia en el uso de electricidad en vista de que sus niveles actuales quedan aun muy debajo del estándar medio señalado, implicando particularmente grandes esfuerzos de mejora para las cooperativas D y E.

Para que se lograra tal meta, voluntariamente aceptada y acatada de forma diferenciada dentro del consorcio cooperativo de SUSCOF, conviene poner en marcha algunos (o todos) los cambios en la gestión energética que se han derivado como recomendaciones genéricas de la consulta de expertos para llegar a los escenarios deseados correspondientes a un desarrollo cafetalero sostenible en Costa Rica mediante el cuestionario de opiniones basadas en el *modelo de telaraña* (véanse sección 2 y Fürst, 2001). Estas medidas, las cuales por supuesto tienen que especificarse de forma más refinada de acuerdo a cada situación concreta en las cooperativas de SUSCOF, quedan sistematizadas en el recuadro 2.

¹⁴ Para mayores detalles véase: Fürst, 2002: 3 y 8-9

con esto ante todo el beneficiado en la cooperativa D (véanse las propuestas en la próxima sección).

h) Propuestas para los valores de meta y medidas de una gestión energética sostenible (uso de electricidad)

De conformidad con la desviación entre la evaluaciones cualitativas del escenario deseado y actual, que observan medidas ordinales de 3,6 y 2,0 respectivamente en el modelo telaraña (gráfico 1), para la respectivas mejoras en la eficiencia energética (electricidad) se hacen plausibles aumentos de 80 por ciento hasta 2005/06 (véase también sección 2.d). Estas mejoras relativas han de ser aplicadas a los valores registrados para la intensidad y productividad del recurso correspondientes al año 2000/01, con lo cual debería resultar una reducción en el primer indicador y una alza en el segundo indicador, ambos en un 80 por ciento hasta el año de meta.

Para que esta fijación normativa no quede tan general, se propone complementariamente un valor de meta que se refiere más pragmáticamente a un estándar básico común para todas las empresas consideradas. Este estándar toma la forma de una meta operativa para la intensidad de uso eléctrico que equivale más o menos al promedio de los niveles de desempeño logrados hasta el momento. Tal valor medio – de **9,0 Kwh por fanega**- para el indicador de intensidad energética (electricidad) debe interpretarse como un *estándar de mínima aceptación con cumplimiento hacia arriba* (es decir: un estándar de meta sujeto a un sobre-acatamiento voluntario de dicho nivel mínimo por las cooperativas con mayor capacidad de desempeño eco-eficiente). Esto implica por ejemplo para las cooperativas A y B que deben mantener o mejorar su nivel efectivo de 7,0 Kwh por fanega (ya alcanzado en 2000/01) en el sentido de tal *armonización mínima de estándares ambientales*.¹⁴ Lo mismo se requiere en mayor grado para el beneficio F. Sin embargo, se espera de las otras cooperativas que incrementen hasta 2005/06 su eficiencia en el uso de electricidad en vista de que sus niveles actuales quedan aun muy debajo del estándar medio señalado, implicando particularmente grandes esfuerzos de mejoría para las cooperativas D y E.

Para que se lograra tal meta, voluntariamente aceptada y acatada de forma diferenciada dentro del consorcio cooperativo de SUSCOF, conviene poner en marcha algunos (o todos) los cambios en la gestión energética que se han derivado como recomendaciones genéricas de la consulta de expertos para llegar a los escenarios deseados correspondientes a un desarrollo cafetalero sostenible en Costa Rica mediante el cuestionario de opiniones basadas en el *modelo de telaraña* (véanse sección 2 y Fürst, 2001). Estas medidas, las cuales por supuesto tienen que especificarse de forma más refinada de acuerdo a cada situación concreta en las cooperativas de SUSCOF, quedan sistematizadas en el recuadro 2.

¹⁴ Para mayores detalles véase: Fürst, 2002: 3 y 8-9

Recuadro 2

Recomendaciones de medidas correspondientes a una gestión energética más sostenible del proceso de beneficiado en las cooperativas de café de SUSCOF

- Fortalecer e incentivar la capacidad energética-eficiente (tecnologías limpias) a todo nivel de la cadena productiva, en particular en el segmento del beneficiado (4);
- Definir instrumentos concretos de una política energética para el fomento del uso de energías renovables (2);
- Mayor uso de energía solar: instalación de secadores solares (2);
- Difusión de incentivos y alternativas de energía eficientes y renovables (2);
- Definir instrumentos concretos de una política energética para el fomento del uso de energías renovables (2);
- Avanzar en regulaciones concertadas con metas y acciones diferenciadas para los diferentes consumos energéticos;
- Constituir un fondo de inversión para la reconversión energética en los beneficios;
- Intensificar el uso de leña de sistemas agroforestales y de cascarillas;
- Uso de sistemas automatizados con alta eficiencia energética;
- Lograr reconocimiento del uso energético eficiente por parte del mercado a través de incentivos de precio, certificados amparados al acceso a mercados, etc.;
- Procurar certificación ambiental para innovaciones orientada a la eficiencia energética;
- Procurar certificación ambiental para innovaciones orientada a la eficiencia energética;
- Diseñar y otorgar incentivos para reducir el uso de energía fósil;
- Renovación de la infraestructura obsoleta en términos de consumo energético (leña, electricidad) ineficiente y ambientalmente adverso.

Fuente: Fürst, 2001.

Nota: el número en paréntesis indica las frecuencias de las mismas propuestas por parte de las personas consultadas.

3.3 Consumo de agua en el proceso de beneficiado

El acuerdo ambiental voluntario entre los beneficios de café, el ICAFE y el Ministerio de Salud que se hizo vigente desde mediados de los años noventa, tuvo como mayor efecto general para el proceso de beneficiado es que en éste se ha venido registrando una rebaja en el consumo de agua para el transporte y el lavado de café en grano durante la década referida (Díaz, et al. 2000). En dicho acuerdo interinstitucional se ha fijado como norma general que el consumo de agua por unidad de producción no debería sobrepasar un m^3 (1,00 m^3 por fanega) en todos los beneficios. Se puede adelantar aquí que actualmente (2000/01) todos los seis beneficios asociados al consorcio SUSCOF han podido acatar dicho estándar voluntariamente convenido (véase Anexo 2).

Sin embargo, el uso ecológicamente ineficiente del agua representa aun un caso problemático para la utilización de recursos en el sector cafetalero de Costa Rica, así como también en las cooperativas de SUSCOF (Chacón, 1999). Lo anterior se hace plausible cuando se toma en cuenta que el agua consumida no equivale a costos monetarios tangibles (aun cuando implica costos ambientales ni tangibles ni interiorizados), gracias al uso gratuito en la gran mayoría de los beneficios. Tampoco está sometido a una carga o un tributo correspondiente a su consumo, con base en razones de protección ambiental en conformidad al problema de escasez del recurso hídrico o el grado del servicio ambiental brindado por éste. Por otro lado, cada litro de agua productivamente utilizado en el beneficiado representa potencialmente la misma cantidad de agua residual que no recibe un tratamiento sanitario adecuado en la mayoría de los beneficios del país (Pujol, 1998), ni en los de SUSCOF (véase sección 3.4).

Siendo así un recurso utilizado sin algún costo, pese a su alto potencial de contaminación, el agua consumida en las seis empresas de SUSCOF demuestra una gran variancia en cuanto a su eficiencia de uso. Como se desprende del Anexo 2, esta difería entre 0,32 m³ y 1,2 m³ en el período 1997/98 y entre 0,17 m³ y 0,8 m³ en el año más reciente con datos ambientales actualizados (2000/01). Igualmente, el desempeño alcanzado entre estos años de referencia de la eco-eficiencia del agua varía bastante de acuerdo a los indicadores considerados.

Como ya se ha procedido para los análisis del consumo de leña y electricidad, a continuación se evalúan en un primer paso los cambios en la (in)eficiencia del uso de agua fresca entre los dos años en cuestión para cada una de las cooperativas (puntos a.-f). Posteriormente, se someten los resultados individuales a una síntesis comparativa del desempeño en su conjunto (punto g.), para llegar finalmente a una fijación normativa de metas para los indicadores utilizados que desemboca en una enumeración de medidas de gestión ambiental consideradas como adecuadas para el alcance de dichas normas en el mediano plazo (punto h.).

a) Cooperativa A:

En este beneficio es posible observar una mejora en el uso unitario del agua en términos físicos en un 47 por ciento, esto con base en una disminución del consumo unitario de 0,32 a 0,17 m³ entre los años de referencia. Lo anterior se hizo virtual gracias a coeficientes de insumo hídrico relativamente más favorables, ya que mostraron en ambos años los mejores niveles (más bajos) entre todas las seis cooperativas bajo estudio.

Para este resultado favorable han sido responsables incrementos de mayor eficiencia tanto en el lado de producción como en lado de consumo hídrico, dominando este último (con una reducción en un 43 por ciento) sobre el primero (aumento del volumen de café procesado en un 9 por ciento). Entonces, el beneficio A destaca por una mejora significativa de su eco-eficiencia en el aspecto de agua, manifestándose ésta tanto en niveles extraordinariamente bajos de las intensidades de uso en ambos años, como en la marcada tendencia de un desempeño mejorado en el transcurso del período en cuestión.

b) Cooperativa B:

En este caso, la eficiencia (en términos de una intensidad física disminuida) del uso de agua registra un mejoramiento en un 19 por ciento, equivalente a un cambio de 0,53 a 0,43 m³ por fanega (Anexo 1). Esto es claramente el resultado de una desvinculación relativa entre el incremento de la productividad de café en términos de volumen físico (en un 30 por ciento) y el menor aumento del consumo total de agua (en un 4,5 por ciento) durante el mismo período. Con ello se observa un buen desempeño de la cooperativa B en cuanto al insumo unitario de recurso hídrico en términos físicos, aun cuando dicha mejora no alcanzó el nivel observado para A.

En lo referente a la eco-eficiencia del agua en términos convencionales, la respectiva productividad de valor del recurso en B no muestra resultados tan claros. Como efecto de la reducción del valor de venta en un 26 por ciento entre 1997/98 y 2000/01 (sobre todo a causa de los precios de café más bajos) y un incremento comparativamente menor del consumo absoluto de agua (inducido por el volumen de producción siempre crecido), se hace evidente un deterioro de la productividad del recurso en un 30 por ciento. Similarmente a lo comentado para el consumo de leña en esta misma cooperativa, parece un tanto erróneo interpretar dicha caída como una eco-eficiencia deteriorada. Aquí, la ya señalada "*falla de mercado*" en forma de una variación extratendencial de los precios de café, tuvo su incidencia de distorsión sobre la validez afirmativa del valor de la productividad (de valor) del agua. Entonces, también en este caso el indicador adecuado para decir algo sobre la eco-eficiencia, es la intensidad de uso que queda relacionada únicamente a volúmenes del consumo hídrico y la producción de café, ambos en términos físicos, evitando así el sesgo errático de la relación entre el valor de venta y el insumo de recurso como supuesto indicador adecuado, pero realmente obsoleto en tiempos "anormales" (véase sección 2.4)

c) Cooperativa C:

Esta empresa, para la cual únicamente habían datos físicos para la producción y el ambiente (representado por el uso del recurso hídrico), muestra un comportamiento en su eficiencia del consumo de agua que es bastante similar, incluso aún más satisfactorio, al de su eficiencia energética. Dicho desempeño en el período bajo estudio se caracteriza por una reducción del consumo de agua fresca por fanega en un 39 por ciento, disminución bastante mayor que la merma simultáneas en el volumen de producción en un 18 por ciento.

Lo anterior ha sido factible claramente al menor consumo absoluto de agua que se redujo un 50 por ciento. Entonces, el resultante desacople relativo entre la producción y el consumo ambiental en este caso ha sido factible gracias a una intensidad de uso significativamente reducida. Al ser dicho ahorro relativo de un alcance aún mayor que el logrado en los dos casos anteriormente evaluados (beneficios A y B), queda indicado claramente en C una mejora de su eco-eficiencia en este aspecto. Posiblemente, este resultado habría sufrido cierta distorsión mediante una eventual recurrencia al indicador de valor del recurso, precisamente por el sesgo ya varias veces señalado en virtud de los precios de venta para el café procesado. Visto así, el indicador aquí utilizado constituye obviamente el indicador de mayor robustez para una medida de eco-eficiencia correcta (por lo menos en cuanto a la dirección del cambio).

d) Cooperativa D:

El beneficio D destaca por su resultado favorable para ambos indicadores de eco-eficiencia del uso de agua, siendo válido lo anterior tanto para los valores absolutos en ambos años de referencia y para el desempeño significativamente mejorado en el correspondiente período.

Con respecto al primer indicador de la intensidad del consumo hídrico, ésta ha disminuido en un 58 por ciento (de 1,2 a 0,5 m³) entre 1997/98 y 2000/01. Dicha reducción ha sido inducida evidentemente por una merma muy fuerte del consumo total de agua en un 75 por ciento, a su vez el resultado parcial del volumen de producción igualmente caída (aunque -con un 42 por ciento- en menor medida que el consumo hídrico), pero en particular gracias a los ya señalados ahorros de agua por fanega.

En lo que respecta a la eco-eficiencia en el sentido común de una productividad de valor mejorada, la cooperativa parece haber logrado resultados un tanto más consistentes que la cooperativa B. Si bien entre 1997/98 y 2000/01 el valor de venta sufrió una baja de un 70 por ciento, tanto a causa de los precios caídos como en virtud del volumen disminuido (véase arriba), la productividad de valor por concepto del uso de agua ha experimentado un incremento en un 18 por ciento. En este último, seguramente el efecto del ahorro unitario del consumo de agua en términos físicos ha sido la fuerza más virtual.

Concluyendo, el beneficio D representa un caso que merece atención puesto que aquí hubo una merma tanto en el volumen como en el valor de producción que, sin embargo, no impidieron que tanto la intensidad de agua como la productividad de la misma mejoraran su desempeño ambiental en este aspecto de manejo hídrico.

e) Cooperativa E:

Aquí se puede destacar un caso extraordinario con significado contrario al de la cooperativa D (y en menor medida a todas las otras cooperativas), siendo esto válido solo para la intensidad de uso del agua como el único indicador disponible para la eco-eficiencia en E.

La eficiencia del agua -medida como insumo físico para producir una fanega de café- se caracteriza por la particularidad preocupante de que el consumo unitario ha crecido de un 0,41 a 0,79 m³ entre 1997/98 y 2000/01. Este aumento en términos absolutos equivale a un deterioro de la eficiencia de recurso de un 93 por ciento, lo que particularmente ha sido inducido por una expansión del consumo total de agua en más del doble (en 102,4 por ciento) al nivel inicial en 1997/98. Este aumento sobrepasó en mucho el correspondiente al volumen de producción que creció solo en un 2 por ciento, manifestándose todo lo anterior últimamente en la única caída relativa del desempeño de eco-eficiencia entre todas las cooperativas bajo estudio.

f) Cooperativa F:

En comparación al caso anterior, el proceso de beneficiado de café en la cooperativa F evidencia una mejora significativa del desempeño eco-eficiente que atrae la atención, ya que dicha mejora queda demostrable para ambos indicadores de eco-eficiencia y para niveles de intensidades de agua comparativamente más bajas en ambos años de referencia,

Con respecto al uso unitario de agua en términos físicos, se puede ver (Anexo 2) que si bien el volumen de producción disminuyó un 14 por ciento entre 1997/98 y 2000/01, también el consumo de agua de uso productivo se redujo en el mismo período, pero en una medida mucho más significativa, al registrar un ahorro mayor al 60 por ciento. Correspondientemente, la intensidad de uso hídrico pudo disminuirse en un 55 por ciento, equivalente al mejor ahorro en el insumo de agua y similar al desempeño alcanzado por la cooperativa D.

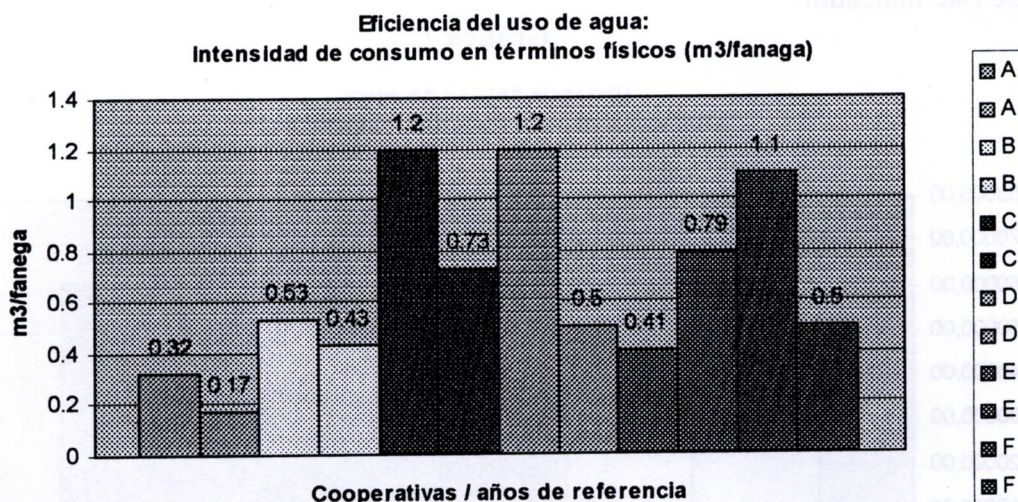
Lo anterior corresponde a una mejora sorprendente en la productividad de valor por concepto del uso de agua en el período bajo estudio, incrementándose ésta casi un 60 por ciento, aún cuando los ingresos por concepto de venta de café disminuyeron un 37 por ciento. Este resultado ha sido obviamente factible gracias al consumo de agua más que proporcionalmente reducido, manifestándose dicha rebaja tanto en términos absolutos como en términos unitarios con respecto al volumen y valor de producción (véase arriba).

Por lo tanto, la cooperativa F muestra un desempeño similar al ya bastante favorable de la cooperativa D, esto muy en contraste a su peor desempeño en cuanto a la eficiencia del uso de leña, pero en concordancia con su comportamiento igualmente superior en el aspecto del consumo de electricidad.

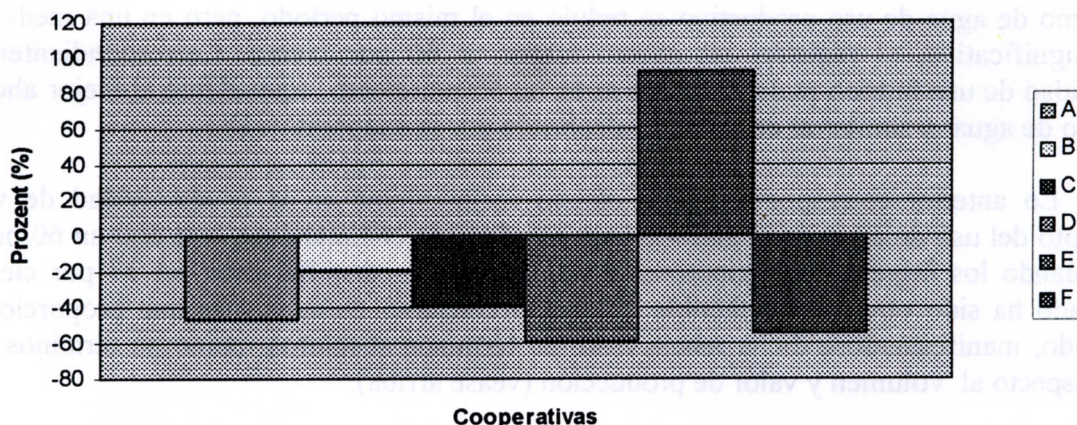
g) Comparación sintética

En el gráfico 6, se ilustran los distintos niveles y desempeños de la eco-eficiencia del agua – medida como intensidades del consumo por fanega – para los seis beneficios del consorcio SUSCOF.

Gráfico 6



**Eficiencia del uso de agua:
variaciones entre 1997/98 y 2000/01 (en %)**

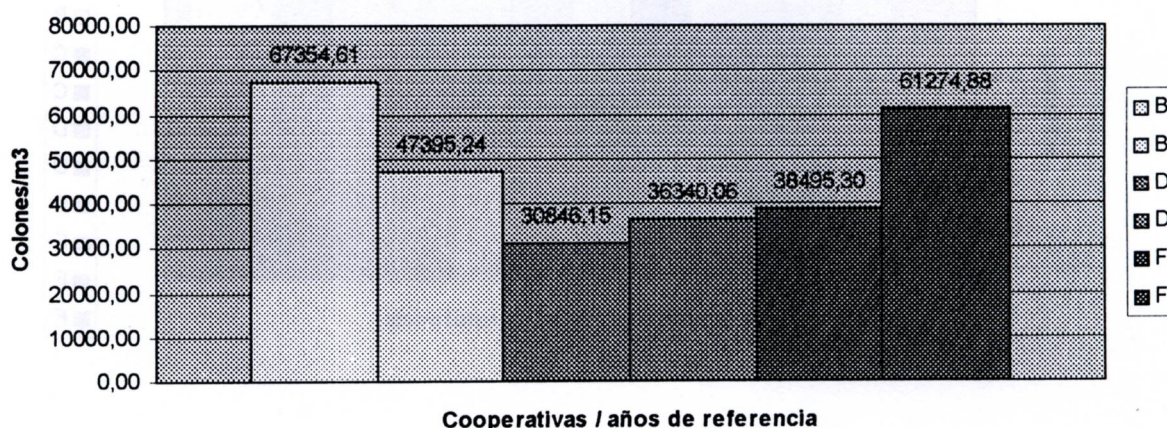


Como ya se evaluó con mayor detalle en las sub-secciones a. – e., con la excepción notable de la cooperativa E, todas las otras mostraron un desempeño satisfactorio en este aspecto. Similar al aspecto de consumo de electricidad, el consumo de agua en el beneficio F merece un señalamiento con respecto a su mejor desempeño, seguido por el observado en la cooperativa D. Ya con un grado menor (siguiendo una secuencia de rango relativo), también los beneficios A, C y B podían registrar ahorros relativos en el uso de agua durante el período bajo estudio. Al contrario, la cooperativa C debería permitir un respectivo cuestionamiento, ya que en este único caso no parece existir una justificación fácil para explicar el incremento extraordinario de su intensidad de uso en más de un 90 por ciento (gráfico 6, segunda parte).

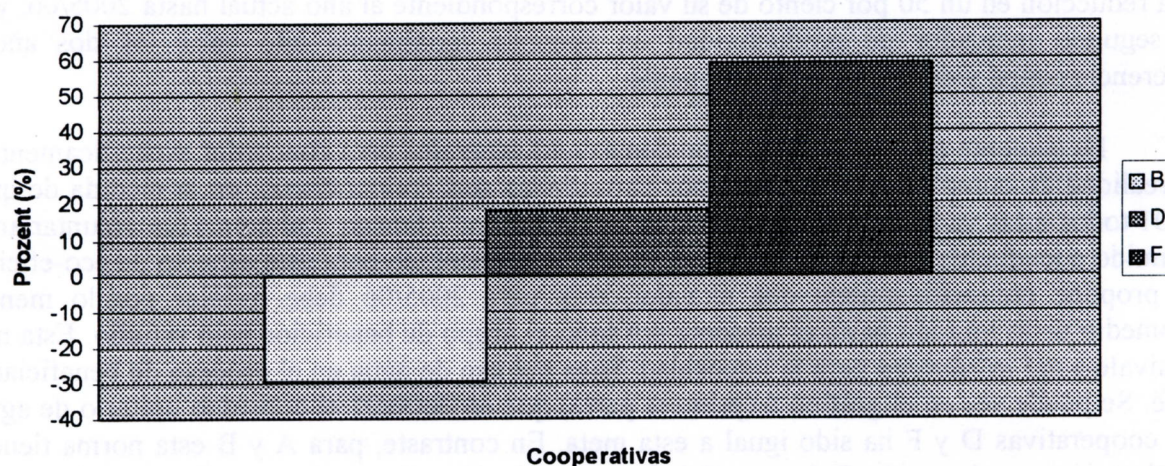
En el gráfico 7 a continuación se comparan las productividades de valor relativas al insumo de agua en aquellos beneficios (B, D y F) que han proporcionado datos financieros para el cálculo de este indicador.

Gráfico 7

**Eficiencia del uso de agua:
productividades de recursos (colones/m³)**



**Eficiencia del uso de agua:
variaciones de la productividades del recurso 1997/98 - 2000/01 (en %)**



También bajo este criterio de eco-eficiencia, la cooperativa F es superior a las otras, mostrando ahora el beneficio B el peor desempeño. Sin embargo, en conformidad a lo señalado varias veces, se debería considerar a favor de B que la merma de la productividad de recurso seguramente no es un efecto de ineficiencia en el insumo del recurso hídrico, sino primeramente el resultado “*fuera de control*” de la reducción del valor de venta a causa de precios de café extraordinariamente caídos en el periodo en cuestión.

No obstante el resultado general de una mejora relativa ya alcanzada, se requiere en todo caso una gestión ambiental que introduzca medidas dirigidas a un mayor ahorro, tanto en términos absolutos como en términos unitarios, del uso de agua en el proceso de beneficiado (transporte y lavado) de café en grano (véanse la propuestas en el recuadro del siguiente acápite). Esto es válido sobre todo para el beneficio D, pero igualmente tiene siempre su justificación más diferenciada en las otras cooperativas.

h) Propuestas para los valores de meta y medidas de una gestión sostenible del recurso hídrico

Igualmente a los aspectos energéticos de la eco-eficiencia, en la aproximación de valores normativos para el consumo hídrico a estipular para 2005/06 se consideran: (1) el procedimiento de estimación cualitativa con base en el modelo de telaraña, (2) la fijación cuantitativa de valores de meta acordes a estándares existentes o a promedios en el desempeño efectuado en el pasado (véase sección 2.).

En conformidad al primer procedimiento metodológico, la desviación entre el escenario deseado (evaluado ordinalmente con 3,9) y la situación actual (valor ordinal: 2,6), ambos referentes al consumo de agua en el sector cafetalero, equivale a un 50 por ciento. Con ello, se hace plausible una meta que demanda una mejora de la eficiencia del insumo de agua productivo

en un 50 por ciento entre el año actual (2000/01) y el año de meta (2005/06). Esta medida de meta general debe ser referida entonces a los valores recopilados en la actualidad en los beneficios A-F (Anexos 1 y 2: año 2001) para computar las correspondientes metas para la intensidad de uso y la productividad de recurso, respectivamente. Lo anterior implica para el indicador de intensidad una reducción en un 50 por ciento de su valor correspondiente al año actual hasta 2005/06, y para el segundo indicador de productividad un aumento igualmente alto entre los dos años de referencia actual y de meta, respectivamente.

Es evidente que tales normas son demasiado generales para concordar específicamente con la realidad de cumplimiento de meta por parte de las seis cooperativas, en la medida de que en 2001 todos éstas ya habían acatado el estándar de $1,00 \text{ m}^3 / \text{fanega}$, tal como fue voluntariamente asumido a mediados de los años noventa. Por lo tanto, también para este aspecto de eco-eficiencia se propone pragmáticamente que el valor-meta para 2005/06 debe reflejar por lo menos el promedio de lo logrado hasta el presente por todo el grupo de beneficios bajo estudio. Esta norma equivale a $0,5 \text{ m}^3 / \text{fanega}$ para la intensidad física del uso de agua en el proceso de beneficiado de café. Se puede ver en el gráfico 6 (primera parte) que en 2000/01 el consumo unitario de agua en las cooperativas D y F ha sido igual a esta meta. En contraste, para A y B esta norma tiene una implicación en el sentido de la ya señalada *armonización mínima de estándares*, es decir, A y B deberían mantener su valor de intensidad ya alcanzado bajo dicha meta o rebajarla aun más de acuerdo a su compromiso voluntario con la protección ambiental. Por otro lado, es justificable requerir de C y E, que son las dos cooperativas relativamente críticas respecto a esta meta (véase gráfico 6), una mejora notable en su eficiencia del uso hídrico hasta 2005/06, para alcanzar el estándar común de $0,5 \text{ m}^3 / \text{fanega}$ en este año o más temprano.

Recuadro 3

Recomendaciones de medidas correspondientes a una gestión hídrica más sostenible del proceso de beneficiado en las cooperativas de café de SUSCOF

- **Constituir instancias para difundir los riesgos en el uso excesivo de recursos hídricos y compartir experiencias promisorias, involucrando la sociedad civil (2);**
- **Incentivar la implementación de nuevas tecnologías que ahorran agua (2);**
- **Mejorar la tecnología en la recirculación y reciclaje del agua (2);**
- **Definir normas y especificaciones técnicas de las innovaciones: p. ej. disminuir a $0,5 \text{ m}^3$ de agua por fanega;**
- **Conocer experiencias similares en otros países en cuanto al manejo eficiente de agua;**
- **Poner un canon mayor, o medidores para cobro por el uso de agua;**
- **Cobrar el agua que se utiliza gratuitamente en el proceso;**
- **Incentivar la sustitución de agua como medio de transporte del grano;**
- **Investigar opciones viables (calidad, mercado) para café no lavado;**
- **Mantener capacidad en regulaciones negociadas;**
- **Mejorar la tecnología en la lagunas de oxidación;**
- **Renovar la infraestructura física de transporte del agua, etc.**

Fuente: Fürst, 2001. Nota: el número en paréntesis indica las frecuencias de las mismas propuestas por parte de las personas consultadas

Para que se pueda acatar esta mejora diferenciada dentro del consorcio de SUSCOF, conviene retomar, de manera igualmente específica y diferenciada en conformidad al alcance y situación de cada empresa, algunas o todas las medidas de una gestión ambiental referida a un consumo eco-eficiente del agua, tal como ha sido sugerido por los expertos consultados para acercarse al escenario deseado en el ámbito nacional para un proceso de beneficiado hídricamente más sostenible (Fürst, 2001). Dichas estrategias y acciones de una adecuada política de recurso hídrico a nivel empresarial y sectorial se documentan en el recuadro 3.

3.4 Generación y tratamiento de residuos del beneficiado de café

En la Introducción se señaló que el procesamiento de café en grano genera, más que todo, dos tipos de desechos con alto potencial de contaminación ambiental – a saber: aguas residuales y pulpa. En el pasado, ambos residuos han causado problemas ambientales de gran consideración según demuestran varios estudios realizados (véase, por eje. Pujol et al., 1998). Entonces, la contaminación atribuida al beneficiado sigue siendo entonces cuestión crítica en el sector cafetalero de Costa Rica hasta hoy en día. Lo último es todavía válido a pesar de que se han realizado algunos progresos indiscutibles en la reducción de contaminación fluvial y sólida en virtud del acuerdo ambiental voluntario entre el ICAFE, el Ministerio de Salud y los beneficios, celebrado en el año 1992/93 (Díaz et al, 2000). Como es bien conocido, este convenio estuvo y está enfocado en el problema correspondiente a aguas negras (contaminadas en particular por la miel residual) y los desechos de pulpa, aparte del esfuerzo destinado a la disminución de agua de uso en el proceso de beneficiado (véase la sección anterior). En este contexto, la atención prioritaria de eco-eficiencia en los beneficios de café que pertenecen al consorcio SUSCOF, ha sido redirigida no solamente al tratamiento sanitario final (cloración de los desagües, etc.) y a la prevención de mayor carga generada por el procesamiento mediante tecnologías limpias y reconversiones del proceso de transporte, lavado y disposición de las aguas utilizadas, sino en la actualidad el énfasis prioritario está dirigido a la reducción, el reciclaje y la reutilización de los desechos de pulpa (Danse/Fernandez, 2001; Fürst, 2001).

Los indicadores adecuados para ambos problemas señalados de generación y tratamiento de residuos líquidos y sólidos no constituyen intensidades de uso y tampoco productividades de recurso, como ha sido para la leña, la electricidad y el agua. Ahora, el grado de intensidad del desecho producido debe medirse por la cantidad generada por unidad de volumen y valor de producción (véase Anexo 2). Dichas intensidades (potenciales) de contaminación ambiental en virtud del procesamiento agroindustrial del grano de café, cuya reducción en términos absolutos y sobre todo en términos del desempeño temporal, puedan indicar una mejora cuantitativa y cualitativa en la eco-eficiencia desde el punto de vista de la emisión.

Paralelo a los indicadores anteriores, se podría preferir el uso de indicadores en forma de estándares de calidad sanitaria comúnmente utilizados, a saber: DQO¹⁵ por litro y DBO¹⁶ por litro de carga líquida, para las aguas utilizadas y posteriormente emitidas a los ríos (eventualmente después de un tratamiento químico ambiental en los propios beneficios). Para esto, el Ministerio

¹⁵ Demanda Química de Oxígeno (en la masas de agua utilizada/contaminada)

¹⁶ Demanda Bioquímica de Oxígeno (en la masas de agua utilizada/contaminada)

de Salud de Costa Rica ha fijado 1500 mg por litro de DQO y DBO como norma general para el proceso de beneficiado. La recolección más reciente de datos ambientales en las cooperativas de SUSCOF para el año de cosecha y registro 2000/01 (Danse/Fernández, 2001) pudo evidenciar el resultado significativo de que cuatro de seis beneficios bajo estudio han podido acatar tal estándar para la contaminación de cuerpos acuáticos superficiales a causa de residuos líquidos, etc. que son atribuidos al proceso de transporte y lavado del grano en el beneficiado

Si no se considera este indicador, sino el de intensidad cuantitativa de desechos líquidos (agua servida) en su medida de m³ por fanega, se puede ver en el Anexo 2 que dicha intensidad (con signos de una potencial contaminación) ha variado mucho entre los seis beneficios bajo estudio. Así, en el año inicial 1997/98 ha diferido, en términos unitarios (por fanega) entre 0,33 m³ (valor observado en el beneficio A) y 1,2 m³ (en C), y en el año del último registro (2000/01) entre 0,2 m³ (B) y 0,88 m³ (E). Correspondientemente, la resultante dimensión del ahorro en cuanto a aguas residuales por unidad de producción que se ha podido lograr entre los dos años de referencia, ha variado también bastante (véase más abajo: acápite g.). Entonces, se hace plausible una presentación e interpretación de los resultados específicos por empresa, cuya conclusión principal adelantada aquí, es que el tamaño del beneficio y con ello la escala de producción de café ha jugado el factor esencial para el nivel absoluto de intensidad amenazante de contaminar el ambiente natural, en este caso particularmente los ríos cercanos a los beneficios.

El indicador para la intensidad de carga por concepto de residuos sólidos se mide en la cantidad de kilogramos (kg) de pulpa por fanega de café procesado. Esta cantidad unitaria resulta relativamente constante en el período entre los dos años en cuestión, así también entre las cooperativas consideradas. Aparte de desviaciones (condicionadas por pequeñas inexactitudes de información insignificativas), dicha cuota de desechos se mantiene invariable en un 11,5 kg de pulpa por fanega. En esta medición bruta todavía no está considerada la participación de la pulpa generada que se ha sometido al reciclaje en medida creciente durante el pasado reciente. Esta parte reciclada se destina a la preparación de *compost* orgánico para utilizarlo en las fincas cafetaleras de la correspondiente cooperativa o para venderlo como otro "*producto conjunto*" del beneficiado a productores ajenos. Hubiera sido interesante relacionar la generación de pulpa con los ingresos ganados por el reciclaje de pulpa (venta del *compost* generado) así como con los correspondientes costos de producción (de pulpa reciclada/reutilizada), para derivar de estos cálculos de indicadores algunas conclusiones sobre la eco-eficiencia bajo el aspecto de reciclaje. Como puede verse en el Anexo y como ya se refería en la sección 2.4, se intentó reconstruir dichos indicadores de eficiencia de costo-beneficio para el reciclaje de pulpa, pero la información incompleta o suministrada con fallas de calidad por la cooperativas, no permitió llegar a resultados operativos e inequívocos respecto a su interpretación.

Lo anterior ha sido válido también para los gastos ambientales relativos al desempeño logrado, tales como se intentaron calcular para el tratamiento previo, la descontaminación y la eliminación de los residuos generados, en particular de los aguas negras. Lamentablemente no ha sido posible reconstruir un conjunto completo de datos para evaluar este aspecto de eco-eficiencia bajo la perspectiva de indicadores basados en la relación entre la reducción de desechos y los correspondientes costos incurridos. En el Anexo 2 se documentan, de manera aislada e individual para aquellos variables con información suministrada, algunos valores reconstruidos para dichos indicadores, pero a continuación estos no se comentarán más, debido a que no se obtuvo una base adecuada para la comparación entre los estudios de caso (cooperativas A-F). Más bien, el análisis

de Salud de Costa Rica ha fijado 1500 mg por litro de DQO y DBO como norma general para el proceso de beneficiado. La recolección más reciente de datos ambientales en las cooperativas de SUSCOF para el año de cosecha y registro 2000/01 (Danse/Fernández, 2001) pudo evidenciar el resultado significativo de que cuatro de seis beneficios bajo estudio han podido acatar tal estándar para la contaminación de cuerpos acuáticos superficiales a causa de residuos líquidos, etc. que son atribuidos al proceso de transporte y lavado del grano en el beneficiado

Si no se considera este indicador, sino el de intensidad cuantitativa de desechos líquidos (agua servida) en su medida de m³ por fanega, se puede ver en el Anexo 2 que dicha intensidad (con signos de una potencial contaminación) ha variado mucho entre los seis beneficios bajo estudio. Así, en el año inicial 1997/98 ha diferido, en términos unitarios (por fanega) entre 0,33 m³ (valor observado en el beneficio A) y 1,2 m³ (en C), y en el año del último registro (2000/01) entre 0,2 m³ (B) y 0,88 m³ (E). Correspondientemente, la resultante dimensión del ahorro en cuanto a aguas residuales por unidad de producción que se ha podido lograr entre los dos años de referencia, ha variado también bastante (véase más abajo: acápite g.). Entonces, se hace plausible una presentación e interpretación de los resultados específicos por empresa, cuya conclusión principal adelantada aquí, es que el tamaño del beneficio y con ello la escala de producción de café ha jugado el factor esencial para el nivel absoluto de intensidad amenazante de contaminar el ambiente natural, en este caso particularmente los ríos cercanos a los beneficios.

El indicador para la intensidad de carga por concepto de residuos sólidos se mide en la cantidad de kilogramos (kg) de pulpa por fanega de café procesado. Esta cantidad unitaria resulta relativamente constante en el período entre los dos años en cuestión, así también entre las cooperativas consideradas. Aparte de desviaciones (condicionadas por pequeñas inexactitudes de información insignificativas), dicha cuota de desechos se mantiene invariable en un 11,5 kg de pulpa por fanega. En esta medición bruta todavía no está considerada la participación de la pulpa generada que se ha sometido al reciclaje en medida creciente durante el pasado reciente. Esta parte reciclada se destina a la preparación de *compost* orgánico para utilizarlo en las fincas cafetaleras de la correspondiente cooperativa o para venderlo como otro "*producto conjunto*" del beneficiado a productores ajenos. Hubiera sido interesante relacionar la generación de pulpa con los ingresos ganados por el reciclaje de pulpa (venta del *compost* generado) así como con los correspondientes costos de producción (de pulpa reciclada/reutilizada), para derivar de estos cálculos de indicadores algunas conclusiones sobre la eco-eficiencia bajo el aspecto de reciclaje. Como puede verse en el Anexo y como ya se refería en la sección 2.4, se intentó reconstruir dichos indicadores de eficiencia de costo-beneficio para el reciclaje de pulpa, pero la información incompleta o suministrada con fallas de calidad por la cooperativas, no permitió llegar a resultados operativos e inequívocos respecto a su interpretación.

Lo anterior ha sido válido también para los gastos ambientales relativos al desempeño logrado, tales como se intentaron calcular para el tratamiento previo, la descontaminación y la eliminación de los residuos generados, en particular de los aguas negras. Lamentablemente no ha sido posible reconstruir un conjunto completo de datos para evaluar este aspecto de eco-eficiencia bajo la perspectiva de indicadores basados en la relación entre la reducción de desechos y los correspondientes costos incurridos. En el Anexo 2 se documentan, de manera aislada e individual para aquellos variables con información suministrada, algunos valores reconstruidos para dichos indicadores, pero a continuación estos no se comentarán más, debido a que no se obtuvo una base adecuada para la comparación entre los estudios de caso (cooperativas A-F). Más bien, el análisis

individual y comparativo que sigue, enfoca sobre los indicadores (medidos en términos tanto de volumen como de valor) de la intensidad de desagües y pulpa y sus cambios en el transcurso del período bajo estudio, para evaluar la resultante aproximación al desempeño de eco-eficiencia en este aspecto importante.

a) Cooperativa A:

Con base en un nivel ya bastante bajo de su intensidad de aguas residuales, el beneficio demuestra una notable mejora de su desempeño ambiental en este aspecto. Este mejoramiento equivale a una merma de un 40 por ciento entre los dos años de referencia, o bien a una reducción de la respectiva intensidad de 0.33 a 0.2 m³ por fanega. Lo anterior se puede explicar en gran medida por el tamaño pequeño de la empresa cafetalera y el volumen de producción relativamente bajo. Dada esta circunstancia, el nivel absoluto de la intensidad de desagües varía proporcionalmente con la cantidad de los granos de café procesados. Entonces, la escala de la producción de café beneficiado influye casi directamente sobre el nivel numérico absoluto de la intensidad unitaria, es decir: en la medida que el volumen producido en una determinada cooperativa es menor, la respectiva intensidad de aguas servidas resulta menor, y viceversa en caso de un alto y expansivo volumen de producción (véanse Anexos 1 y 2 para mayor detalle sobre los niveles absolutos y unitarios).

Si se considera solamente el resultado neto de la mejora temporal de la intensidad de desagües en A, se puede ver que para esta han sido responsables incrementos de eficiencia tanto en el lado de producción como en el lado de la emisión residual. En esta relación causa-efecto, obviamente la carga reducida en términos absolutos en un 33,2 por ciento ha sido más incidente que el paralelo aumento del volumen procesado de café en un 9 por ciento. Por lo tanto, es claro que el beneficio destaca por un logro de una eco-eficiencia mejorada en el aspecto de aguas residuales bajo ambos criterios evaluados: sus intensidades absolutas relativamente bajas y una correspondiente mejora entre 1997/98 y 2000/01

En cuanto a los desechos sólidos en forma de pulpa no se pudo obtener resultados con validez empírica e interpretativa, ni siquiera para las cantidades absolutas generadas en este beneficio (véase Anexo 1).

b) Cooperativa B:

De acuerdo al indicador de la intensidad por volumen de desagües (medidas en m³ por fanega), la eco-eficiencia en la cooperativa B registra una mejora en un 19 por ciento, equivalente a una baja de 0,53 a 0,43 m³ entre 1997/98 y 2000/01 (Anexo 2). Similarmente al comportamiento observado en A, en este caso también se observa un desacople relativo entre la producción económica y la generación de desechos, al haberse aumentado la primera un 30 por ciento y disminuido la segunda un 4,6 por ciento (Anexo 1). Obviamente también en este caso, el hecho de que B es un beneficio con una escala de producción relativamente pequeña ha incidido positivamente en el mejor desempeño de su eco-eficiencia bajo el criterio numérico de menores desagües por una fanega de café procesado.

Con respecto a la intensidad de contaminación potencial por valor de producción (desagües por colon de venta de café), la conclusión no es tan clara como ha sido para el indicador

físico anteriormente comentado. En virtud de que la merma del valor de ingresos por concepto de venta de café registró un 26,4 por ciento y el simultáneo aumento del volumen absoluto de aguas residuales fue de un 4,6 por ciento (esto en correspondencia al volumen de producción igualmente incrementado), la resultante intensidad en términos de valor experimenta un ligero aumento en un 0,5 por ciento. Sin embargo, parece ser erróneo interpretar este resultado como un estancamiento o incluso como un desmejoramiento de la eco-eficiencia en este aspecto. Más bien, es evidente que en este resultado influyó la caída extrema de los precios de venta unitarios en primer lugar, y solamente en segundo lugar, el problema de una mayor generación de desagües en el transcurso del período estudiado. Entonces, también para el aspecto de desechos líquidos es cierto que el indicador enfocado en relaciones físicas (tanto para la producción como para la presión ambiental, aquí representada por la carga de desagües) tiene mucho mayor validez que el indicador referido a valores económicos como magnitud de referencia en el nominador de la respectiva relación (como proponen por ej. la EEA, 1999 y el WBCSD, 2000).

En lo concerniente a los desechos sólidos debido al volumen de pulpa generado, cabe resaltar el resultado que si bien su intensidad en términos unitarios de volumen producido ha quedado constante (como relación lógicamente fija de 11,5 kg por fanega), su intensidad en relación al valor de venta ha visto una reducción significativa en casi un 30 por ciento. Sin embargo, esta merma no puede indicar realmente un manejo menos eco-eficiente de desechos, ya que también aquí se induce una distorsión de su validez a causa del fenómeno del valor de venta disminuido, lo que ha sido a su vez un efecto de precios mermados por causas más allá del margen de maniobra de la empresa. Otra vez más, se hace patente la restricción o incluso falacia inherente, cuando se pretende recurrir al indicador referido a valores de mercado como una posibilidad de medir la eco-eficiencia.

c) Cooperativa C:

Este beneficio, el cuál pudo suministrar únicamente datos físicos para las variables económicas y ambientales, demuestra para la intensidad de desagües un patrón de desempeño similar a lo ya evaluado para la eficiencia de agua consumida. Se observa una reducción de las aguas negras por fanega en un 38,6 por ciento, coincidiendo con una merma simultánea del volumen de producción en un 18 por ciento entre 1997/09 y 2000/01. Obviamente, la disminución registrada de la correspondiente carga total en un 50 por ciento durante este período, ha sido la fuerza más incidente en esta desvinculación relativa de la presión ambiental ejecutada por desagües con respecto al respectivo nivel de producción, asumiendo éste desacople una dimensión similar al observado en el beneficio A.

Probablemente, este indicio para una mejora de la eco-eficiencia en C, hubiese experimentado una distorsión en su validez afirmativa si hubiera sido analizada por medio del otro indicador de intensidad en relación con el valor de venta para el café procesado.

c) Cooperativa D:

El desempeño de esta cooperativa en el presente aspecto de producción limpia se caracteriza por una mejora referente a la intensidad de carga en relación al volumen de producción, mejora que ha sido la más satisfactoria de todas las seis empresas, aunque no muy lejos del nivel alcanzado por el beneficio F (véase gráfico 8).

Se desprende del Anexo 2, que la correspondiente intensidad de residuo ha disminuido en un 57 por ciento (de 1,15 a 0,5 m³ por fanega) entre 1997/98 y 2000/01. Este notable desempeño se debe claramente a la reducción significativa del volumen total de desagües en alrededor de un 50 por ciento, a su vez el resultado evidente del volumen de producción disminuido en un 42 por ciento, pero en particular debido a los efectos de ahorro propios en términos unitarios con respecto a la generación de desechos líquidos en los procesos de lavados en el beneficio D.

En cuanto a la medida alternativa, es decir la intensidad de residuos por 1000 colones de café vendido, el desempeño de la cooperativa D es muy parecido al ya comentado para B y debe ser interpretado con el mismo cuidado ya adelantado allá. También en este caso el coeficiente de emisión líquida con referencia al valor unitario de producción ha aumentado (en un 18 por ciento) en el período bajo estudio, evidentemente como consecuencia de la merma del valor de venta en un 70 por ciento a causa de la caída de los precios de café, acompañado por la así inducida reducción (de un 42 por ciento) del volumen de producción en el mismo intervalo. Por lo tanto, el cambio real en el desempeño de la carga de efluentes es mejor medido por el respectivo indicador de intensidad en términos físicos, al sufrir el indicador referido al valor de venta el sesgo de distorsión ya varias veces revelado.

Lo anterior es igualmente cierto, aunque con implicación inversa, para la intensidad de carga de pulpa cuyo resultado calculado en términos de valor parece indicar una mejora en un 75 por ciento. También en este caso se hace obvio que esto ha sido el efecto de la merma del valor de venta y no un aparente ahorro en la generación de pulpa. El resultado de una reducción de este coeficiente unitario, como se muestra en el Anexo 2, parece reflejar más una mala calidad del dato suministrado que una baja real en vista de que estamos frente a una relación fija entre la cantidad de grano todavía con pulpa y la cantidad de fruta residual después del despulpado.

e) Cooperativa E:

De acuerdo al indicador de intensidad de desagües, la eco-eficiencia en el beneficio E ha experimentado un patrón de desempeño preocupante que resulta completamente contrario al promedio y a las otras empresas individuales. Sin embargo, este peor resultado se limita aquí a la intensidad de residuo líquido como el único indicador computable de acuerdo a los datos disponibles, al faltar la información referente a las variables financieras y a la cantidad de pulpa desechada / recuperada.

La manifiesta ineficiencia en el manejo de los desagües en el beneficiado de E queda caracterizada por la particularidad de que la correspondiente intensidad física casi se redobló, equivalente a un incremento de un 125 por ciento, pasando de 0,41 a 0,81 m³ / fanega entre los dos años de referencia. Dicho deterioro se ha montado en una expansión del volumen cargado de agua residual en un poco más del doble (un 102 por ciento) del nivel ya alto en 1997, incremento que no guarda ninguna relación con el aumento paralelo del volumen de producción de café en un solo 8 por ciento durante todo el período bajo estudio. Esta desproporción permite visualizar la marcada erosión de la eco-eficiencia en este aspecto clave de producción limpia. En este caso, se hace evidente una relación directa explicativa con la escala de producción, que en E es significativamente alta y además ha tenido una conducta de notable expansión durante el período bajo estudio, mientras las otras cooperativas en gran parte experimentaron mermas en su

producción física, respondiendo así a la rentabilidad mermada por los desfavorables precios de café.

f) Cooperativa F:

Contrario al último caso, el proceso de beneficiado en la cooperativa F muestra una mejora significativa en ambos indicadores aquí considerados para un desempeño de eco-eficiencia en el aspecto de aguas residuales.

Con respecto al indicador de la intensidad de desagües en relación unitaria al volumen de producción, se puede señalar que esta se ha reducido un 54 por ciento entre 1997/98 y 2000/01, aun cuando al mismo tiempo el volumen de producción ha disminuido solo un 14 por ciento. Lo anterior resultó particularmente factible gracias a la merma de la carga total absoluta (medida en metros cúbicos) en un 60 por ciento. La resultante mejora en la intensidad física de aguas residuales ha sido similar a la lograda en el cooperativa D, donde también se observó un desacople parecido entre la generación de contaminantes líquidos y la producción de café.

Esto corresponde también con un desempeño sorpresivamente positivo de la intensidad de carga residual en términos unitarios de valor producido. Esta pudo disminuirse más de un tercio (-37 por ciento) entre 1997/98 y 2000/01, a pesar que al mismo tiempo los ingresos por concepto de venta de café experimentaron una merma igual. Esto implica que el resultado neto de mejora se ha debido sobre todo a la reducción de los desagües – tanto en términos absolutos como relativos en cuanto al volumen de producción – en el proceso de esta manera más limpio de beneficiado de café primario.

Así mismo, la intensidad de valor, medida como el volumen de carga en forma de pulpa por 1000 colones de café vendido, disminuyó un 14 por ciento, lo que nuevamente indica el ahorro en la generación de residuos en el beneficio F, aparte del reciclaje también efectuado en esta empresa, pero no evaluado, de manera explícita, en el presente trabajo.¹⁷

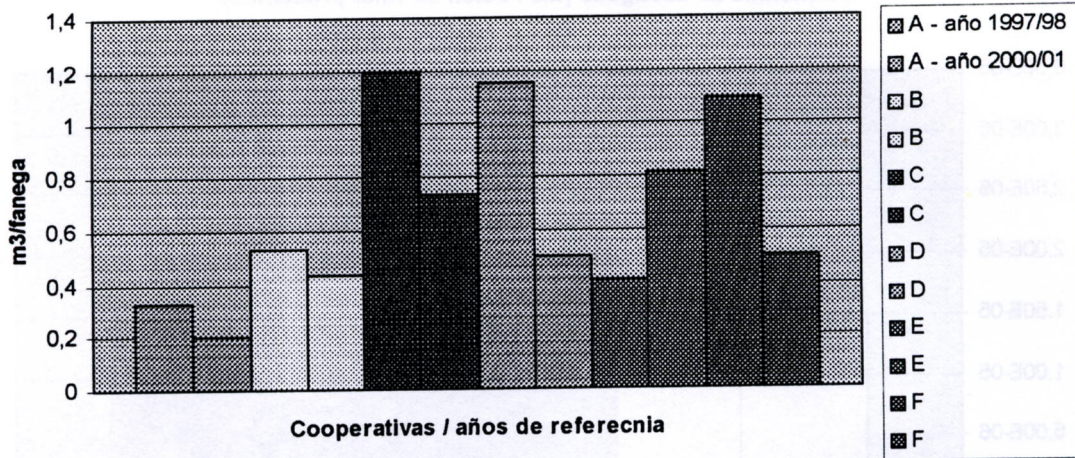
f) Comparación sintética

Los resultados comentados para cada una de las cooperativas con respecto a los niveles y el desempeño del manejo de aguas residuales se resumen en el gráfico 8.

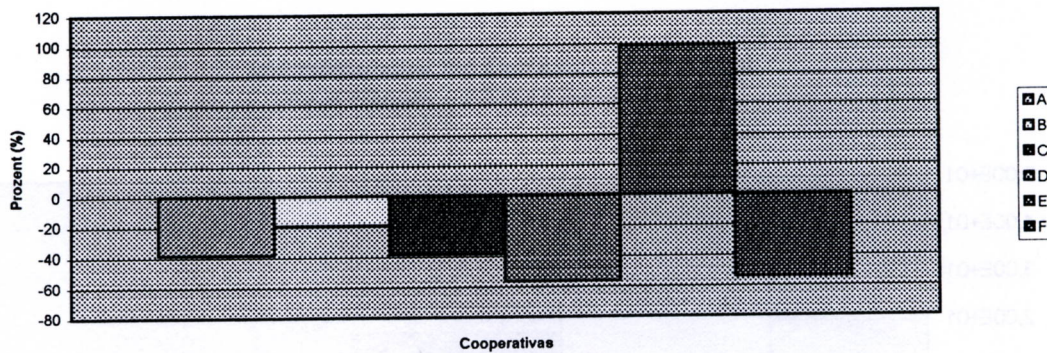
¹⁷ Sin embargo, véase Anexos 1 y 2: último rubro para 2001/02).

Gráfico 8

**Eco-eficiencia en la carga de aguas negras:
intensidad de desechos líquidos (m³ / fanega)**



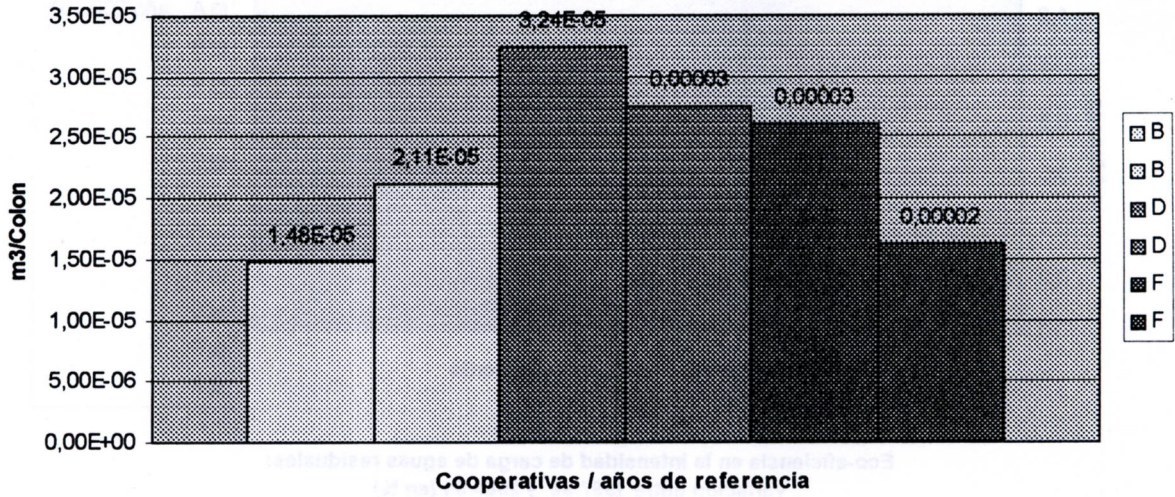
**Eco-eficiencia en la intensidad de carga de aguas residuales:
variación entre 1997/98 y 2000/01 (en %)**



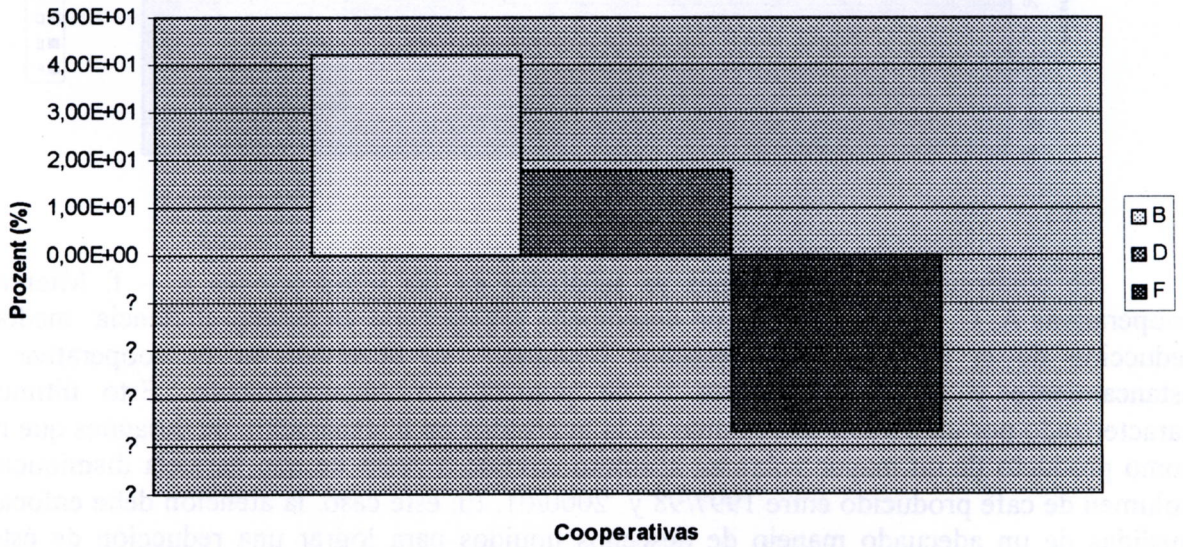
Se confirman las conclusiones ya señaladas en las sub-secciones a. – f. Mientras las cooperativas A, C, D y F muestran un desempeño satisfactorio en su eco-eficiencia mediante la reducción de la intensidad de desechos líquidos, se observan en la cooperativa B un estancamiento y en la cooperativa E un preocupante empeoramiento. Esto último está caracterizado por un notable incremento de la intensidad en la generación de desagües que resultó como producto de un mayor volumen absoluto emitido a pesar de una paralela disminución del volumen de café producido entre 1997/98 y 2000/01. En este caso, la atención debe enfocarse en medidas de un adecuado manejo de desechos líquidos para lograr una reducción de éstos, en términos tanto absolutos como relativos (en unidades de fanega), en un proceso así menos contaminante del procesamiento agroindustrial del café en grano (véase acápite h.).

Gráfico 9

**Eco-eficiencia en la descarga de aguas residuales:
intensidad de desaguas (m3 / colon de valor producido)**



**Intensidad de desaguas por valor producido:
variación entre 1997/98 y 2000/01 (en %)**



En el gráfico 9, se comparan sintéticamente las intensidades de residuo líquidos de aquellas cooperativas de SUSCOF, para los cuales ha sido factible una evaluación de su desempeño bajo el criterio del manejo de desagués. También bajo este criterio, el desempeño en el beneficio F es superior, al contrario de las cooperativas B y H, cuyas intensidades de desagués en

términos de valor unitario han crecido. Sin embargo, la interpretación de este resultado merece un mayor cuidado, ya que es más bien el producto de una caída en el valor de café procesado y no tanto de una carga sobre aumentada. Por tanto, es mejor recurrir a la intensidad en términos del volumen unitario para decir algo sobre el desempeño (in)eficiente del manejo de residuos líquidos.

h) Propuestas para los valores de meta y medidas de una gestión sostenible de residuos líquidos y sólidos

Como se explicó en la sección 2.4, se pueden reconstruir los respectivos valores normativos para las intensidades de desagües y desechos en conformidad a la brecha entre el escenario deseado y las situación actual en el modelo de telaraña, ilustrado en el gráfico 1 en la misma sección.

Con ello, se puede hacer plausible una mejora de un 90 por ciento (de acuerdo a la diferencia entre las evaluaciones ordinales de 2,1 y 4,0 para la intensidad de residuos en el presente y en el futuro *sostenible*) para el desempeño del manejo de desechos en las seis cooperativas de SUSCOF. Por supuesto, este es un valor orientador crudo para ir en la dirección adecuada, por lo tanto debe especificarse de manera más diferenciada entre los beneficios involucrados. Aún cuando esta meta parece un tanto ambiciosa (reducción anual de un 18 por ciento hasta 2005/06) y demasiado general (en vista de necesidades de mejora distintas según el grado ya alcanzado en cada beneficio), puede reclamar cierta plausibilidad al ser derivada de juicios de expertos consultados en esta materia y validados por colaboradores de SUSCOF durante 2001 (Fürst, 2001: 45 y ss.).

Por otro lado, una orientación en la situación concreta de las cooperativas bajo estudio sugiere proponer un valor normativo para el año de meta (2005/06) que se basa en el grado ya alcanzado de desempeño real de la carga residual en 2000/01. Para esto parece ser más operativo y adecuado, partir del valor de promedio efectivamente alcanzado en este año por las intensidades de desagües en todas las seis cooperativas. Tal promedio equivale entonces a un valor de meta de ***0,5 m³ por fanega*** (igual a la meta para el indicador de consumo de agua fresca para el uso productivo). Dicho valor normativo es más o menos igual al valor real de la intensidad de aguas negras en los beneficios D y F. Para el desempeño en A y B, cuyas respectivas intensidades en 2000/01 han sido más bajas de este valor-meta, implica que allí deben mantenerse o mejorarse aún más sus intensidades de residuo ya satisfactorias de conformidad con el principio de una *armonización mínima de estándares*. En contraste, las dos cooperativas (C y E) con desempeño crítico bajo este criterio, deberían comprometerse a reducir sus intensidades de desagües actuales para alcanzar la meta fijada en 2000/01 o antes de ese año.

Es evidente que el acatamiento de la norma para el manejo más eco-eficiente de desechos requiere un paquete de tecnologías limpias y otras medidas de control relativas a la contaminación líquida y sólida, en particular con carácter de prevención como la mayor orientación de gestión ambiental. Correspondientemente, el grupo de expertos consultados en el contexto del otro trabajo ya varias veces referido, ha sugerido los siguientes cambios en el manejo de desechos en el sector cafetalero (véase recuadro 4). Por supuesto, estos deben ser tomados como orientaciones genéricas para ser refinados y operacionalizados aún más de acuerdo a la situación concreta del desempeño diferenciado en cada una de las cooperativas de SUSCOF.

Recuadro 4

Recomendaciones de medidas correspondientes a una gestión de desechos más sostenible en el proceso de beneficiado en las cooperativas de café de SUSCOF

- **Reducir, con un enfoque preventivo, los impactos de presiones internas (orígenes de contaminación) sobre el proceso de producción con enfoque de cadena (3);**
- **Fortalecer la difusión de alternativas de manejo de desechos, reciclaje de materia orgánica y la investigación en este campo (3);**
- **Incentivar el cambio hacia tecnologías limpias y procesos eco-eficientes que favorecen el ambiente (3);**
- **Mejorar el tratamiento por lagunas: establecer plantas-lirios en lagunas para incrementar la purificación del agua (2);**
- **Evaluación económica de las medidas de manejo ejecutadas y difusión de la información sobre costos de impactos y medidas de descontaminación (2);**
- **Establecer normas y políticas contra la contaminación (2);**
- **Prever acciones requeridas en los portafolios de inversión en tecnologías limpias a nivel de la unidad productiva;**
- **Fortalecer mecanismos de coordinación e información entre instituciones responsables para el manejo de recursos hídricos y los sectores productivos de café;**
- **Mayor fiscalización de los análisis de aguas por laboratorios particulares;**
- **Mayor control en el manejo de pesticidas por parte del caficultor;**
- **Mejorar la capacitación en el manejo de contaminación;**

Prohibición del transporte de café en fruta, después de 12 horas de cosecha.

Fuente: Fürst, 2001.

Nota: el número en paréntesis indica las frecuencias de las mismas propuestas por parte de las personas consultadas

4. CONCLUSIONES

Como se ha podido observado, la medición del consumo de recursos y la intensidad de residuos mediante los indicadores de eco-eficiencia aquí utilizados, evidencia algunos resultados interesantes que tienen un carácter de estudio piloto para la gestión ambiental en las cooperativas de SUSCOF en la actualidad y el futuro. Lo anterior se ha mostrado particularmente para la ambivalencia con respecto al criterio de una evaluación inequívoca de las variables ambientales (energía, agua, desechos) en los seis beneficios empíricamente estudiados. Como se desprende de la tabla de síntesis 1, los resultados no permiten llegar a una conclusión única sobre cual de las seis empresas ha tenido el mejor desempeño ambiental en todos los aspectos (variables e indicadores).

Tabla 1
Ordenamiento de las cooperativas en conformidad a su desempeño ambiental según variables / indicadores en el período 1997/98 – 2000/01

Variables	Leña		Electricidad		Agua		Desagües		Residuos de Pulpa	
	I 1	I 2	I 1	I 2	I 1	I 2	I 3	I 4	I 3	I 4
1	A	D	F	F	D	F	D	F	*	B**
2	E	B (-)	C	B (-)	F	D	F	B	*	D**
3	D	F (-)	A	D (-)	A	B (-)	A	D	*	F**
4	B		E		C		C		*	
5	C (-)		B		B		B		*	
6	F (-)		D (-)		E (-)		E		*	
Valor de meta***	0,03 m ³ /fan.		9,0 Kwh/fan.		0,5 m ³ /fan		0,5 m ³ /fan		*	**

A – F: Cooperativas pertinentes al consorcio SUSCOF

Indicadores:

- I 1: Intensidad de uso referida al volumen producido
- I 2: Intensidad de uso referida al valor producido
- I 3: Intensidad de residuo referida al volumen producido
- I 4: Intensidad de residuo referida al valor producido

Notas explicativas:

- (-) Deterioro de la correspondiente intensidad de uso, productividad de recurso e intensidad de residuo en la respectiva cooperativa en comparación al mejoramiento en todas la otras cooperativas
- * Valores de intensidad iguales (12, 5 kg / fanega) en todas las cooperativas
- ** Igual desmejoramiento Igual (incremento en un 75 %) en las intensidades de residuo referida al valor, c correspondientes a B, B, D y F; por lo tanto rango igual para esta cooperativas.
- *** Valores de meta (estándares) para el respectivo indicador en el año de meta 2005/06.

Aunque en la tabla 1 (columnas correspondientes a I 2) se han considerado las productividades de recurso (para leña, electricidad y agua) e intensidades de costo (para desagües y desechos sólidos), éstas no se van a tener en cuenta en el balance evaluativo final que sigue. Esto se justifica por el hallazgo ya señalado en la presentación anterior (sección 3.) de que estos indicadores están disponibles solamente para B, D y F, e incluso en caso de una disponibilidad completa, dichos indicadores no permiten llegar a resultados consistentes con respecto a conclusiones sobre un desempeño (in)eficiente. Pese al peligro de ser redundante, conviene reiterar que para el desempeño evidenciado en los indicadores de valor ha sido responsable particularmente el comportamiento totalmente errático de los precios de venta. Estos, aparte de ser externos al control de la gestión empresarial en la cooperativas, inducen un sesgo inmanente a una interpretación válida en términos de solidez afirmativa. Entonces, se excluyen de la siguiente evaluación conclusiva para garantizar un ordenamiento libre de contradicciones. Por tanto, para esto se consideran únicamente las intensidades de uso / desecho en términos de volumen producido, cuyos valores obviamente indican un desempeño que se puede interpretar sin falacias afirmativas.

Así, resulta posible efectuar un doble balance del logro alcanzado por la eco-eficiencia en los seis beneficios del SUSCOF, a saber:

- (1) en conformidad con el desempeño ambiental en cada uno de los cuatro aspectos evaluados por un lado, y.
- (2) por otro, en conformidad con el desempeño global de las empresas cafetaleras con respecto a todos los cinco indicadores recorridos.

En cuanto al balance señalado en (1), resulta el siguiente panorama en cuanto al rango del desempeño individual de cada cooperativa con respecto a cada aspecto estudiado.

Consumo de leña

Bajo este criterio de evaluación, la cooperativa A registra el mejor ahorro de recurso, seguido por el beneficio E casi en el mismo rango de desempeño favorable. Así mismo, mejoras notables en cuanto a la intensidad de leña pueden observarse en D y B. Los dos casos problemáticos son aquí los procesos de beneficiado (secado) en F y C que destacan por un desmejoramiento preocupante en sus insumos de leña por unidad de café procesado. En estas dos cooperativas es particularmente urgente implementar las medidas de una gestión energética tal como se resumen en el recuadro 2. Sin embargo, estas mismas tienen su relevancia más allá de estos dos casos, cuando se asume plausible una mejora generalizada de la eficiencia de leña en un 80 por ciento hasta 2005/06. Como estándar normativo ha sido propuesto un consumo de leña de $0,03 \text{ m}^3$ por fanega, meta numérica que ha de ser alcanzado en todos los beneficios en el sentido de una *armonización mínima de estándares* (es decir: acatamiento / mejoramiento también en aquellas cooperativas que en 2000/01 ya lograron niveles de consumo leñero menores de $0,03 \text{ m}^3$ por fanega).

Consumo de electricidad:

Como se ve bien en la tabla 1, la evaluación bajo este criterio conduce a resultados completamente inversos al desempeño relativo observado para la variable anterior. Ahora, las

cooperativas F y C tienen los mejores rangos con respecto al ahorro unitario de electricidad, muy en contraste con su desempeño en el uso de leña. Quizás (o mejor dicho: muy plausiblemente), este resultado a primera vista confuso se puede interpretar en sentido contrario. Esto quiere decir que posiblemente las cooperativas F y C utilizan una tecnología obsoleta para la generación de energía destinados a su uso en el beneficiado, lo que implica un consumo intensivo de leña, al utilizar muy poca electricidad en términos absolutos, y por tanto también en términos relativos (m^3 por fanega). Si esta interpretación es acertada, el desempeño de F y C indicaría un comportamiento de "free rider" en términos ambientales, al recurrir a una fuente energética menos favorable para el ambiente (leña a costo de biomasa y emisiones de gases). Por ende, el bajo consumo unitario de energía eléctrica no debería interpretarse como un uso eco-eficiente de electricidad, sino como la existencia de procesos lejos de una modernización ecológica. Sin embargo, dicha afirmación hipotética es difícil de mantener como un hecho hasta cuando no se dispone de más información sobre el posible *trade-off* entre dos fuentes energéticas en cuanto a su uso así *competitivo* entre éstas, en las empresas cafetaleras mencionadas.

En todo caso, conviene estudiar con mayor atención esta relación tirante, incluso contradictoria, entre estas formas de uso energético con distinto impacto ambiental en el beneficiado, para no caer en trampas interpretativas que están presentes en el uso de indicadores de eco-eficiencia cuando se lleva a cabo un análisis superficial de sus resultados. Lo anterior es evidente en el caso que la innovación ecológica-tecnológica del proceso de beneficiado vuelva a ser el corazón de una sólida gestión ambiental en el consorcio SUSCOF, enfoque compartido aparentemente por la mayoría de los beneficio-socios (Fürst, 2001). En este contexto, el uso de energía hidro-eléctricamente generada, incluso a costo de una alta intensidad de consumo, debería tener la prioridad estratégicamente ambiental ante el uso tradicional de leña proveniente de activos bióticos que merecen su conservación natural.

En los otros beneficios (A, E y B) se observa un desempeño favorable bajo el criterio de una intensidad reducida en el consumo eléctrico, siendo entonces la cooperativa D la excepción notable. En esta se observa un desmejoramiento en un 17 por ciento, implicando así la necesidad de recurrir a medidas de remedio y prevención energéticas, como se desprenden del recuadro 2. Mientras se derivó una mejora normativa de un 80 por ciento para los próximos cinco años según los juicios cualitativos de los expertos consultados, un valor de meta más operativo parece ser el estándar común de 9,0 Kwh por fanega a alcanzarse operacionalmente en 2005/06. Dicho valor normativo debería ser obligatorio en particular para aquellas cooperativas, cuyo consumo de electricidad es aún más alto que este, mientras los beneficios con intensidades unitarias por debajo de 9,0 Kwh deberían mantener éstas o mejorarlas aún más. Para alcanzar tal desempeño energético, seguramente las recomendaciones de los expertos consultados para una gestión de energía más sostenible (véase recuadro 2) tienen su plausibilidad para las cooperativas aquí estudiadas, aun cuando estas propuestas genéricas deben elaborarse todavía con mayor detalle y especificidad para poder acatar las particularidades de caso en cada uno de los beneficios bajo estudio.

Consumo de agua:

En lo referente a este criterio ambiental particularmente crítico, destaca una reducción generalmente satisfactoria en la intensidad hídrica del proceso de beneficiado en las cooperativas de SUSCOF. Tal resultado debe verse en el contexto de un indudable mejoramiento del

desempeño ambiental a partir del convenio interinstitucional (ICAFE, Ministerio de Salud, beneficios) que se ha firmado para racionalizar el consumo de agua en los beneficios del país, entre otros aspectos de tecnologías limpias. Desde el punto de vista del acatamiento de las metas allí estipuladas para el ahorro en el uso del recurso hídrico, debe resaltarse el caso del beneficio E. En esta empresa cafetalera, hubo un incremento inexplicable del consumo de agua en términos físicos, tanto absolutos como unitarios, y por tanto se requiere una aplicación urgente de medidas dirigidas al ahorro del recurso hídrico en las respectivas actividades del beneficiado (véase recuadro 3).

Entre los beneficios que demuestran un uso racional del recurso en cuestión, la cooperativa D resulta ser líder según el ordenamiento en la tabla 1, seguidos por F, A, C y B. Para todo el grupo de las seis cooperativas se propuso, con base en el enfoque de opiniones de actores involucrados, una mejora de un 50 por ciento (aproximadamente 16 por ciento por año) hasta 2005/06 para el consumo de agua medido por su intensidad unitaria. Además, se identificó como valor de meta numéricamente concreto, un uso hídrico que no sobrepasa $0,5 \text{ m}^3$ por fanega. Este estándar común debería cumplirse en los beneficios de acuerdo a la lógica de una *armonización mínima de normativas*. Para que se alcancen estas metas, pareciera ser muy conveniente que las cooperativas de SUSCOF, en particular el beneficio E, concretarán todas o algunas de las medidas de un manejo hídrico eco-eficiente, tal como ha sido sugerido de manera genérica por el grupo de consulta (véase el recuadro 3).

Carga de residuos:

Puesto que los desechos sólidos en forma de pulpa mantienen una relación física constante con el volumen de producción, no conviene someterlos a una evaluación explícita de la intensidad de residuo. Para ello, debe enfocarse en la intensidad de desechos líquidos en forma de desagües. Como se desprende de la tabla 1 y el gráfico 8, también en este aspecto la cooperativa D puede demostrar el mejor desempeño ambiental. Lo mismo es cierto para los otros rangos, destacándose el beneficio E como un caso igualmente problemático en cuanto a la variable del consumo hídrico. Al haberse doblado casi su intensidad de aguas residuales por una fanega de café procesado, surge la necesidad urgente de someter las actividades responsables del beneficiado en E al paquete de medidas del manejo de tecnologías limpias y de prevención para el control de desechos líquidos, como se ha sugerido en general en el recuadro 4. Dicha gestión ambiental debería extenderse también a las otras cooperativas de SUSCOF, si se quiere alcanzar la mejora propuesta en un 90 por ciento hasta el año de meta 2005/06 o la normativa fijada en $0,5 \text{ m}^3$ por fanega hasta el año de meta 2005/06.

Ordenamiento global:

Un ordenamiento de las cooperativas que integre todos los aspectos del desempeño ambiental con respecto a los indicadores de eco-eficiencia considerados, evidencia el siguiente resultado.

En el gran promedio, el mejor desempeño ha sido logrado por la cooperativa A, porque ésta misma registra mejoras en todos los criterios (indicadores) y mantiene por lo menos uno de los primeros rangos en todos estos aspectos de evaluación. Pareciera que dicha superioridad tiene que ver inversamente con la baja escala de su producción de café (véase nota 2), pero sin duda

también, con sus éxitos considerables como PYME en su gestión ambiental relativa a las variables de energía (secado solar), agua de uso y aguas residuales.¹⁸ Similarmente, la cooperativa B con una escala de producción igualmente pequeña, puede demostrar una eco-eficiencia en todas las variables e indicadores evaluados, aun cuando recibe siempre un *ranking* relativamente bajo. Al contrario, las cooperativas D y F ocupan los primeros lugares en el *ranking* para electricidad (solamente F), consumo de agua (D y F) y desagües (D y F), pero al mismo tiempo demuestran el peor desempeño relativo a leña (F) y electricidad (D). Obviamente, se debe dar la prioridad a D ante F, ya que -con excepción del criterio de electricidad- el beneficio D ocupa siempre el primer o tercer lugar para los otros tres indicadores. Finalmente, se puede concluir con respecto a la cooperativa E que ésta destaca con el peor desempeño global entre todas las otras, manifestándose esto en el hecho de que es la única empresa ubicada en el rango más bajo (incluso con signos negativos de un deterioro absoluto) en las dos áreas más críticas de uso hídrico y residuo líquido¹⁹, y que E ocupa solamente rangos medios con respecto a las otras dos variables de leña y electricidad (véase tabla 1).

Lo anteriormente constatado debe calificarse solamente como una aproximación a un balance global, ya que no concuerda totalmente con la imagen no tan inequívoca que se deriva de los diversos grados de desempeño a veces cuestionables, tal como se evidenció frecuentemente en el presente estudio. Más bien, una conclusión central es que debería prestarse mucha atención a las mediciones empíricas para analizarlas con mucho cuidado y diferenciación, en lo referente a su inmanente sesgo de distorsión afirmativa. Este último tiene su virtud debido a que la evaluación empírica de los indicadores utilizados conlleva una serie de problemas de método, y sobre todo de información primaria, en particular cuando se recurre al indicador de la productividad de valor referente al recurso en cuestión (véase sección 3.). Solamente con una interpretación muy bien reflexionada de los resultados numéricos obtenidos para dicho indicador, pueden evitarse conclusiones erróneas sobre el éxito o fracaso del correspondiente desempeño ambiental. No por último, dicha posibilidad de estar equivocado en cuanto al cálculo cuantitativo es un sesgo muy relevante en materia de valoración monetaria (Fürst, 1998 y 2000) y tiene que ver con la solidez todavía cuestionable en términos metodológicos y de calidad de datos, cuando uno pretende construir y evaluar los indicadores hasta el momento desarrollados para medir el desempeño ambiental en situaciones de coyuntura ajenas a la normalidad del desempeño económico.²⁰

¹⁸ Sin embargo, en los dos últimos criterios se registra un conflicto de metas si se considera la medición de DQO como el indicador idóneo para decir sobre el grado de contaminación en virtud de desechos líquidos. Mientras en 2000/01 la cooperativa A tiene un consumo unitario de agua que está muy debajo de $1.0 m^3$ por fanega el estándar requerido de ICAFE - se observa en el mismo beneficio la concentración más alta de DQO por litro de desagües emitidas, probablemente debido a un tratamiento obsoleto o inexistente de aguas contaminantes.

¹⁹ En este caso tiene que resaltarse la particularidad de E completamente inversa a la de A en cuanto al consumo de agua y la carga de aguas negras. Es decir: mientras la cooperativa E registra intensidades crecientes para estas variables ambientales, quedándose el consumo de agua todavía por debajo del estándar de ICAFE en ambos años de referencia, demuestra el mejor desempeño relativo a la calidad de desagües cuando se mide por el indicador de la concentración DQO por litro. Lo anterior indica un tratamiento ambientalmente amigable por medio de una planta eficiente para aguas residuales en el beneficio relativamente moderno con una escala de producción que es la más grande e intensa de todos los beneficios bajo estudio y constituye obviamente el factor explicativo más relevante para la alta intensidad de desagües, a su vez efecto del alto consumo de agua en términos absolutos y unitarios en E.

²⁰ Para mayor detalle al respecto véanse mis reflexiones expuestas en las secciones anteriores sobre la conveniencia de quedarse con determinado escepticismo frente a expectativas demasiado altas sobre indicadores de eco-eficiencia cuando estos se deben construir y cuantificar en situaciones de datos fácilmente erráticos - en particular en períodos

Entonces, queda aún pendiente una agenda de investigación dirigida a despejar las dudas metodológicas generales y particulares (evidenciadas para el caso concreto de SUSCOF), para que el reto del monitoreo adecuado de la eco-eficiencia mediante indicadores adecuados (en los beneficios estudiados y más allá) quede enfrentado de manera adecuada. Esto implica sobre todo someter las mediciones empíricas a un razonamiento crítico, antes de sacar conclusiones de política ambiental en el ámbito corporativo. Si el presente trabajo hubiese aportado mayor sustancia y plausibilidad a este reto, habría alcanzado una gran parte de su propósito, a saber: contribuir con mayor lucidez al avance metodológico en materia de indicadores idóneos para la gestión de la eco-eficiencia..

de fluctuaciones de precio y coyuntura de crisis, como la actual en el sector cafetalero a nivel mundial, siendo cierto lo anterior también en las cooperativas de SUSCOF analizadas como estudios de caso.

BIBLIOGRAFÍA

- Allenby, B.R. (1999). *Industrial Ecology: Policy Framework and Implementation*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Ayres, R.H. and L. W. Ayres (1996). *Industrial Ecology. Towards Closing the Materials Cycle*. Cheltenham and Brookfield: Edward Elgar.
- Bennett, M. and P. James (1998). *The Green Bottom Line. Environmental Accounting for Management*. London: Greenleaf Publishing.
- (1999). ISO 14031 and the Future of Environmental Performance Evaluation. In: Bennett, M. and P. James (eds.). *Sustainable Corporations*. London: Greenleaf Publishing.
- Blanco R., J.M. (1999). *Dilemas de la reconversión del beneficiado de café en Centro América*. San José, C.R.: BioMass Users Network of Central America – BUNCA.
- Bossel, H. (1996). Deriving Indicators of Sustainable Development. In: *Environmental Modeling and Assessment*. 1, 193-218.
- (1998). *Globale Wende. Wege zu einemet gesellschaftlichen und ökologischen Strukturwandel*. München: Droemer Knaur.
- Boyce, J., Fernández, A., Fürst, E. y O. Segura (1994). *Café y desarrollo sostenible: del cultivo agroquímico a la producción orgánica en Costa Rica*. Heredia. C.R. : Editorial FUNA.
- Chacón, R. (1999). *Reporte de los resultados de la Revisión Inicial Ambiental de los Beneficios del Consorcio SUSCOF (CoopeAtenas, y otros)*. San Jose, C.R.: CEGESTI-ISCOM.
- Chacón, R., Danse, M. and T. Wolters (1999). *Sustainable Coffee in an International Supply Chain. The SUSCOF-Project in Costa Rica*. Unpubl. Working Paper. Utrecht, N.L.: ISCOM.
- (2000). *Sustainable Coffee in an International Supply Chain. The importance of the SUSCOF-Project on Climate Change*. Case Study Paper at the UNFCC COP5 Meeting. San José, C.R. and Utrecht, N.L.: ISCOM.
- Cháves M., J. et al. (2000). Cadenas productivas agroindustriales y competitividad : definición de políticas y estrategias en el meso nivel. En: *Revista Economía y Sociedad*. No. 13 (Mayo-Agosto). Heredia: EFUNA.
- Danse, M. and T. Wolters (2001). *Sustainable Production Methods in the Coffee Chain as a Strategy to Gain Competitive Advantage. With Special Reference to Costa Rica*. Paper presented to the Ninth International Conference of the Greening of Industry Network. Bangkok-Thailand, January.
- Danse, M. y A. Fernández (2001). *Determinación de un grupo de indicadores para las cooperativas que conforman el consorcio SUSCOF*. Documento de Trabajo no publicado (en elaboración) para el proyecto SICC. San José, C.R.: CEGESTI and Utrecht, N.L.: ISCOM.

- Díaz, R., et al. (2000). Evaluación del ciclo de vida. Una opción para la competitividad agroindustrial. En: *Revista Economía y Sociedad*. No. 13 (Mayo-Agosto). Heredia: EFUNA.
- Dijken, K. van, et al. (1999). *Adoption of Environmental Innovations. The Dynamics of Innovation as Interplay between Business Competence, Environmental Orientation and Network Involvement*. Dordrecht / Boston (London: Kluwer.
- Duchin, F. (1998). *Structural Economics: Measuring Change in Technology, Lifestyles, and the Environment*. Washington, D.C.: Island Press.
- EC - European Commission (1998). *Partnership for Integration: A Strategy for Integrating Environment into EU Policies*. (COM 1998, 333 final). Brussels: EC (27.05.1998).
- EEA (European Environment Agency) (1999). *Making Sustainability Accountable: Eco-efficiency, resource productivity and innovation*. Proceedings of a Workshop on the occasion of the Fifth Anniversary of the EEA, 28-30 October 1998, in Copenhagen, Copenhagen, Denmark: EEA.
- Epstein, M. C. (2000). *El desempeño ambiental en la empresa. Prácticas para costear y administrar una estrategia de protección ambiental* (Traductor: S. A. Martilla). Santa Fe de Bogotá, D.C.: Ecoe Ediciones.
- Facheux, S. (1997). Technological Change, Ecological Sustainability and Industrial Competitiveness, in: Dragun, A.K. and K.M. Jakobsson (eds.). *Sustainability and Global Environmental Policy – New Perspectives*. Cheltenham: Edward Elgar, 46-67.
- Femia, A., Hinterberger, F. and F. Luks (1996). Ecological Sustainability, Economic Growth, Individual Well-Being and Dematerialization. Ms. Submitted to: *Structural Change and Economic Dynamics*. Oxford: Oeford University Press.
- Fürst, E. (1998). El debate actual sobre indicadores de sostenibilidad. En: Rodríguez. Adrián y Erica Vega (eds.). *Promoviendo un cambio de actitud hacia el desarrollo sostenible*. Proyecto SINADES. San José, Costa Rica: BID-MIDEPLAN-SINADES.
- (1999). Globaler Ressourcenverbrauch, Umweltraum und ökologischer Strukturwandel. Implikationen für die Nord-Süd-Beziehungen, in: Hein, Wolfgang und Peter Fuchs (Hg.). *Globalisierung und ökologische Krise*. Hamburg: Schriften des DÜI, 77-124.
- (editor – 2000). *Costa Rica: cambio estructural en la economía y el ambiente. Evaluación de múltiples criterios*, Heredia, Costa Rica: Editorial Fundación UNA (FUNA).
- (2001). *On the situation and perspectives of the coffee sector in Costa Rica. Results of a survey and consultative workshop by means of an "expert-based scenario assessment (spider model)"*. Unpublished Research Report (I German) for the SUSCOF-project. Utrecht, N.L.: ISCOM und Heredia, C.R.: CINPE.
- (2002). *Políticas ambientales y comerciales conjuntas en Centroamérica. Propuesta genérica para una armonización en el contexto de una integración regional simultáneamente más profunda y abierta*. Estudio de Consultoría para CCAD-PNUD. Heredia, Costa Rica, marzo (manuscrito no publicado).

- Füssler, C. and P. James (1996). *Driving Eco-Innovation*. London: Pitman Publications.
- Haake, J. (2000). *Implementing the Dematerialization in an Individual Firm: Five Basic Rules and Their Theoretical Justification*. Paper presented to Third International Conference of the European Society of Ecological Economics (ESEE). May 3 to 6, 2000, Vienna-Austria.
- Hawken, P., Lovins, A. and L. H. Lovins (1999). *Natural Capitalism. Creating the Next Industrial Revolution*. Boston-New York-London: Little, Brown and Company.
- Hernández, R. and E. Fürst (2001). *Towards Sustainability Indicators for the Coffee Chain - with Special Reference to Costa Rica*. A Working Paper for the Netherlands Organization on Scientific Research (Environment and Economy Program - Environmental Accounting for the Sustainable Corporation). Utrecht: ISCOM and The Hague.
- Hinterberger, F., Luks, F. und M. Stewen (1996). *Ökologische Wirtschaftspolitik. Zwischen Ökodiktatur und Umweltkatastrophe*. Berlin-Basel-Boston: Birkhäuser, Berlin-Basel-Boston.
- Hinterberger, F. and F. Schmidt-Bleek (1999). Dematerialization, MIPS and Factor 10. Physical Sustainability Indicators as Social Device. In: *Ecological Economics*, 29:1 (April). 53-56.
- Hinterberger, F. and M. J. Welfens (1996). Warum inputorientierte Umweltpolitik. In: Köhn, Jörg and Maria J. Welfens (eds.). *Neue Ansätze der Umweltökonomie*. Marburg: Metropolis, 21-44.
- ISO – International Standard Organization (1999). *ISO 14031. Environmental Management – Environmental Performance Evaluation – Guidelines*. Geneva : ISO.
- Müller-Christ, G. (2001). *Umweltmanagement: Umweltschutz und nachhaltige Entwicklung*. München: Verlag Vahlen.
- OECD (1995). *Sustainable Consumption and Production: Clarifying the Concepts*. OECD Workshop, Rosendal, Norway, 2-4 July 1994. Final Report, Paris: OECD.
- (1998), *Eco-Efficiency*, Paris: OECD.
- Pelupessy, W. (1998). La cadena internacional del café y el medio ambiente. En: *Revista Economía y Sociedad* 7. Heredia, Costa Rica: EFUNA.
- Porter, M. and C- van der Linde (1995). Green and Competitive: Ending the Stalemate, in: *Harvard Business Review*.
- Pujol, R. et al. (1988). Estudios de impacto ambiental del cultivo y procesamiento del café. En: Rodríguez. Adrián y Erica Vega (eds.). *Promoviendo un cambio de actitud hacia el desarrollo sostenible*. Proyecto SINADES. San José, Costa Rica: BID/MIDEPLAN-SINADES.
- Reijnders, L. (1998). The Factor X Debate. Setting Targets for Eco-Efficiency. In: *Journal of Industrial Ecology*, 2:1, (Winter), 13-22.

- Schmidheiny, S. (1992). *Changing Course. A Global Business Perspective on Development and Environment*. Berlin-Basel-Boston: MIT Press.
- Schmidt-Bleek, F. (1994). *Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS - Das Mass für ökologisches Wirtschaften*, Basel u.a.: Birkhäuser.
- (ed. -1999). *MAIA - Einführung in die Materialintensitäts-Analyse nach dem MIPS-Konzept*. Basel u.a.: Birkhäuser.
- (2000). *Das MIPS-Konzept. Weniger Naturverbrauch – mehr Lebensqualität durch Faktor 10*. München: Knaur.
- Solano, J. (2001). *Evaluación multidimensional de los recursos hídricos subterráneos y el agua potable y el saneamiento en la Subcuenca del Río Virilla: elementos para una innovación sistémica sostenible*. Tesis de Maestría en Política Económica con énfasis en Economía Ecológica y Desarrollo Sostenible. Heredia, C.R.: CINPE, Ms. no publ. (setiembre).
- Steger, U. (1992). *Handbuch des Umweltmanagement. Anforderungs- und Leistungsprofile von Unternehmen und Gesellschaft*. München: Verlag Vahlen.
- Steven, M., Schwarz, E.J. und P. Letmathe (1997). *Umweltberichterstattung und Umwelterklärung nach der EG-Ökoaudit-Verordnung. Grundlagen, Methoden und Anwendungen*. Berlin u.a.: Srringer.
- Tylecote, A. and J. van der Straaten (eds.-1997). *Environment, Technology and Economic Growth: The Challenge to Sustainable Development*. Cheltenham, England: Edward Elgar.
- Wagner, G. R. (1997). *Betriebswirtschaftliche Umweltökonomie*. Stuttgart: Schäffer-Pöschel.
- WBCSD - World Business Council for Sustainable Development (2000). *Measuring Eco-Efficiency. A Guide to Reporting Company Performance*. Geneva: WBCSD.
- (2001). *An Overview of Our Work: Eco-Efficiency* (www.wbcd.org/ecoeff1.htm).
- Weizsäcker, E.U. von, Lovins, A. and H. Lovins (1997). *Factor 4. Double Welfare – Halved Nature Consumption*. London: Earthscan.

Páginas WEB:

www.wbcd.org/ecoeff1.htm

www.wbcd.org/Ecoefficiency.CompanyProfiles.htm

www.wbcd.org/ee/EEIConcept-SlideSelectionApril2000.pdf

www.eea.eu.int

<http://europa.eu.int>

Inversión sistema tratamiento de aguas	1000000	0	2783619	3040408	9,22
Costo asesoría/implementación-tratamiento	165000	210000	0	190000	
Inversión sistema tratamiento de brosa	3000000	500000	0	786651,85	
Inversión sistema. Recirculación de aguas	500000	0	0	531369,40	
Gasto operación y mantenimiento de sistema	1000000	1500000	1451510	0	
Ganancias por venta de desechos reciclados					
Costo de generación de productos reciclados					
Costo de inversión	3133	5412	5304	524	12,10
Costo de inversión	300005	382000	808	321181	81,01
Costo de inversión	82	148	-1332	13	-8,02
Costo de inversión	6182	23013	-108	103244	10,98
Costo de inversión	0	0	0	10330	1,02
Costo de inversión	0	0	0	142000	14,20
Costo de inversión	0,02	-0,03	-0,52	0,02	-12,40
Costo de inversión	313	1301	-1234	1000	10,00
Costo de inversión	10030	11800	802	14022	14,02
Costo de inversión	0008	0008	0008	0008	0,08

BASE DE DATOS FINANCIEROS Y ADMINISTRATIVOS DE LAS COOPERATIVAS DE AHORRO Y CREDITO

ANEXO 1:

BASE DE DATOS AMBIENTALES Y FINANCIEROS EN LAS COOPERATIVAS DE SUSCOF

Cooperativas Años	Cooperativa A		97/98-00/01		Cooperativa B		Variación
	97/98	00/01	Var. (en %)	97/98	00/01		
Producción física							
Total Fanegas procesadas	10830	11800	8,95	14055	18207,7	29,54	
Consumo de leña							
Consumo total (m3)	217	176,1	-18,84	1000	1203,68	20,36	
Consumo relativo	0,08	0,03	-62,5	0,07	0,06	-15,49	
Costo total	0	0		1450000	2152768	48,46	
Costo relativo	0	0		103,10	118,23	14,68	
Consumo de electricidad							
Consumo total (kwh)	91787	88037	-4,08	107544	128925	19,88	
Consumo relativo	8,5	7,46	-12,25	7,7	7,08	-8,05	
Costo total	3399032	2850260	8,96	3571187	6710676	87,91	
Costo relativo/fanega	313,9	241,5	-23,04	254	368,56	45,10	
Consumo de agua							
Consumo total (m3)	3531	1994,58	-43,51	7505	7849,43	4,58	
Consumo relativo	0,32	0,17	-46,86	0,53	0,43	-18,86	
Costo total	0	14674	0	0	0	0	
Costo relativo/fanega	0	0		0	0	0	
Generación de carga orgánica							
Volumen de agua residual (m3)	3531	2360	-33,16	7505	7849,43	4,59	
Producción de pulpa (kg)	n. d.	135700		161633	209338,55	29,51	
Información Económica							
Ingreso por ventas de café	408478239	0		50549634	37202561	-26,40	
Ingreso total neto	507037554	0		34940280	0	-100	
Costos totales beneficio	329726008	0		47879730	78872889,	-83,52	
Inversiones en mejoras ambientales							

Cooperativa C		Cooperativa D		Cooperativa E		Cooperativa F		Cooperativa G			
97/98	00/01	Variació	97/98	00/01	Variació	97/98	00/01	Variació	97/98	00/01	Variació
62522	50910	-18,57	70474	40729	-42,20	70400	71757	1,93	140194	120813	-13,82
3029	4740,67	56,51	4670	1222	-73,83	7560	2780	-63,22	4065	5755	41,57
0,055	0,0931186	69,31	0,07	0,03	-57,14	0,1	0,04	-60	0,029	0,05	72,41
4846400	8800000		7005000	1546749		12096000	3800000		0	8166530	
77,52	172,85		99,40	37,98	-62,02	171,82	52,96	-61,79	0	67,60	
656594	459572	-30,01	654040	446950	-31,66	993174	896962,5	-9,68	1505000	870001	-42,19
10,5	9,02	-14,10	9,3	10,9	17,20	14,1	12,5	-11,35	10,7	8,25	-22,90
17145090	18000000		11195678	1919713		22880153	26316081		38190667	49977935	
274,22	353,57	28,93	158,86	471,34	196,70	325	367	12,84	272,4	413,68	51,86
75026	37495,72	-50,02	81045	20364,5	-74,87	28934	58590	102,45	153092	60410	-60,54
1,2	0,73	-39,17	1,2	0,5	-58,33	0,41	0,79	92,68	1,1	0,5	-54,54
0	0		0	0		0	0		0	0	
0	0		0	0		0	0		0	0	
75026	37495,72	-50,02	81045	20364,5	-74,87	28934	58590	102,50	153092	60410	-60,54
6501000	5850465	-10,01	810451	468383,5	-42,21	0	0		1612231	1389350	-13,82
20109296	10715570	-46,71	24999259	7400471	-70,40	24107680	0		58933227	37016154	-37,19
35431972	0		92111541,	1122542	21,87	51139200	0		17658952	56039898	
17606679	0		19817320	1464394	-92,61	27835400	0		22747328	18831934	-17,21

1058833	7000000	561,11	33147439,	5870365,	-38705,15	23783000	0	57580051	489266	-99,15
0	0	0	0	329322,4	500000	500000	0	0	0	0
0	0	3939435,3	3939435,3	4715083	1096,89	10000000	0	7788846	0	0
0	0	0	0	0	60000000	60000000	0	1079736	1011352,7	-6,33
0	0	3204110,2	3204110,2	0	5000000	5000000	0	815009	5117994,4	527,97
0	0	0	0	0	0	0	0	0	4364200	-60,24
0	0	0	0	0	0	0	0	0	5384765,4	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1'5	0'33	-30'13	1'5	0'9	-28'33	0'41	0'30	1'1	0'2	-24'24
12052	22982'33	120'03	81042	30284'2	-14'84	52024	28200	122003	80010	-60'24
334'33	383'23	58'03	102'00	431'74	100'30	232	383	533'4	413'08	21'89
13142000	12000000	11162038	11162038	1616313	33280123	33280123	30310081	3816003	40013032	0
10'2	0'03	-1'10	0'3	10'0	13'30	14'1	13'2	10'3	8'32	-33'00
022204	420223	130'01	024040	440220	-21'00	003114	800003'2	-0'08	1202000	-43'10
13'23	133'82	00'40	00'40	33'08	-03'03	131'03	33'00	-01'30	0	02'00
424200	2200000	3032000	3032000	1240340	13000000	13000000	28000000	0	2100230	0
0'022	0'003180	00'31	0'03	0'03	-21'14	0'1	0'04	-00	0'030	13'41
3030	1340'03	20'21	4030	1333	-13'83	1200	3180	-03'32	2322	41'21
02233	20010	-18'23	3034	10350	-03'30	10400	11121	1'03	130813	-13'33
02233	0001	02233	02233	0001	02233	02233	0001	02233	0001	02233
C	C	D	D	C	C	C	C	C	C	C
Субсидии	Субсидии	Субсидии	Субсидии	Субсидии	Субсидии	Субсидии	Субсидии	Субсидии	Субсидии	Субсидии

ANEXO 2:

Indicadores de eco-eficiencia por cooperativas A - F

Indicadores	A 97/98	A 00/01	A Variación	B 97/98	B 00/01	B Variación	C 97/98	C 00/01	C Variación	D 97/98	D 00/01	D Variación	E 97/98	E 00/01	E Variación	F 97/98			
Consumo de leña (m ³)																			
Consumo total/volumen de producción (fanegas)	0,08	0,03	-62,5	0,07	0,06	-15,49	0,055	0,063	69,31	0,07	0,03	-57,14	0,1	0,04	-60	0,029	0,05	72,41	
Consumo total/Ingreso ventas de café		1,98E-06	3,24E-06	0,64				1,87E-06	1,65E-06	?				6,90E-07	1,55E-06			125,00	
Ingreso ventas de café en 1000 colonnes/Consumo total	1882,4	505,50	309,70	-38,73			535,40	605,60	13,11				1449,7	643,20	-55,63				
Consumo de electricidad (kwh)																			
Consumo total/volumen de producción (fanegas)	8,5	7,46	-12,26	7,7	7,08	-8,05	10,5	9,02	-14,10	9,3	10,9	17,20	14,1	12,5	-113,475,177	10,7	8,25	-22,90	
Consumo total/Ingreso ventas de café en Colones/Consumo total		4700,37	2885,60	-38,61			3822,28	1655,77	-56,68				3915,83	4254,73	8,65				
Costo del total/Costos del beneficio		0,00022	0,00016	627,73			0,00033	0,0031	824,79				0,00066	0,0046				0,00024	
Consumo de agua (m ³)																			
Consumo/volumen de producción (fanegas)	0,32	0,17	-46,88	0,53	0,43	-18,87	1,2	0,73	-39,17	1,2	0,5	-58,33	0,41	0,79	926,829,268	1,1	0,5	-54,55	
Consumo total/Ingreso ventas de café/Consumo total					1,48E-05	2,11E-05	42,1	3,24E-05	2,75E-05	?				2,60E-05	1,63E-05				
Consumo total de agua/Costos del beneficio		67354,61	47395,24	-29,63				30846,15	36340,06	17,81				38495,30	61274,88			59,17	
Consumo total agua/Inversión en sistema recirculación agua		1,56E-01	0,002	11,7			4,09E-05	0,00014	240,00				0,00067	0,00032					

Generación y tratamiento de carga orgánica residual	0,3260	0,2	-38,66	5,34E-01	4,31E-01	g	1,201,989,936	0,7365	-38,62	1,15E+00	0,50000	G	0,411	0,8165	986,659,354	109,200	0,50003	-54,21	
Volumen agua residual (m3)																	0,00003	0,00002	-37,17
Volumen agua residual (m3)/Ingreso																			
Volumen agua residual (m3)/Inv.																			
Sist. tratamiento agua																			
Producción y reciclaje de pulpa (kg)																			
Producción de pulpa (kg)/Volumen de producción (fanegas)	11,4	11,5	0,88	115,000	114,973	-0,02	11,4	11,5	0,88	115,000	115,000	0	11,5	11,5	0	115,000	11,50	0	
Producción de pulpa (kg)/Ingreso ventas de café																			
Producción de pulpa (kg)/Inv.																			
Tratamiento de brosa			0,2714			n.d.	0,27				0,21	0,0099						0,21	
Producción de pulpa/Ganancia venta reciclados						n.d.					n.d.		n.d.					n.d.	0,32
Producción de pulpa/Costa de reciclaje desechos						n.d.					n.d.		n.d.					n.d.	0,28

Fuente: Relaciones calculadas con base en la información del Anexo I

Nota: n.d. = no hay datos.