

MANO DE OBRA, ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO Y PRODUCTIVIDAD DE LA ENERGÍA EN LA CAFICULTURA CAMPESINA DE PURISCAL, COSTA RICA*

*Jairo Ricardo Mora-Delgado***

*Carlos Ramírez Martínez****

*Olman Quirós Madrigal*****

* Este artículo está basado en el capítulo 5 de la tesis doctoral *Tecnología, conocimiento local y evaluación de escenarios en sistemas de caficultura campesina en Puriscal, Costa Rica*, presentada por su primer autor en el programa de Doctorado de la Facultad de Ciencias Agroalimentarias de la Universidad de Costa Rica. Los coautores fueron miembros del comité consejero. El artículo se recibió el 31-07-2006 y se aprobó el 01-06-2007.

** Doctor en Sistemas de Producción Agrícola Tropical Sostenible, Universidad de Costa Rica, Costa Rica 2004; Magíster en Desarrollo Rural, Pontificia Universidad Javeriana, Colombia, 2003; zootecnista, Universidad de Nariño, Colombia, 1986. Profesor investigador adscrito al Departamento de Producción Animal, Universidad del Tolima, Colombia. Coordinador del Grupo de Investigación Agroforestería Pecuaria. Correo electrónico: jrmora@ut.edu.co.

*** PhD en Microbiología de Suelos, University of Cornell, Estados Unidos, 1985; licenciado en Microbiología, Universidad de Costa Rica, Costa Rica, 1979. Profesor catedrático, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica. Correo electrónico: ramirez20@gmail.com

**** Doctor en Ciencias Agrarias, especializado en Economía Ecológica y Desarrollo Sostenible, Universidad de Göttingen, Alemania, 2000; ingeniero agrónomo, Universidad de Costa Rica, Costa Rica, 1981. Profesor de la Escuela de Economía Agrícola, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica. Correo electrónico: olmanq@agro.ucr.ac.cr

Mano de obra, análisis beneficio-costo y productividad de la energía en la caficultura campesina de Puriscal, Costa Rica

RESUMEN

¿Cómo se diferencian las fincas cafeteras campesinas en función de variables socioeconómicas y manejo de recursos? Esta fue la pregunta que motivó el presente estudio. Se analizaron los conglomerados de 39 fincas de Puriscal, Costa Rica, para establecer una tipología en función de trece variables. Se definieron tres tipos de fincas: de tecnología orgánica (TO), de tecnología mixta (TM) y de tecnología convencional (TC). En cada conglomerado se construyó una finca hipotética para analizarla como estudio de caso. En cada caso se realizó un análisis económico para determinar indicadores financieros y beneficio familiar en el corto plazo; además, se determinó la productividad energética. Los más altos beneficios financieros en el corto plazo se obtuvieron en el modelo TC, comparados con los sistemas TO y TM. Sin embargo, desde el punto de vista de la productividad energética, el modelo de caficultura orgánica presenta una mejor eficiencia, en la medida en que para producir un kilogramo (kg) de café en cereza se invirtieron 0,51 MJ/kg, lo que representa la mitad de la energía requerida para producir el mismo kilogramo en los modelos TC (1,06 MJ/kg) y TM (0,97 MJ/kg). El estudio debe complementarse con seguimientos en el largo plazo.

Palabras clave: productividad de la energía, caficultura orgánica, campesinos, análisis beneficio-costo, análisis de conglomerados.

Labor, Cost - Benefit Analysis, and Energy Productivity in Peasant Coffee Growing Farms in Puriscal, Costa Rica

ABSTRACT

How do peasant coffee growing farms differ depending on socioeconomic variables and on resource management? That is precisely the question that motivated this study. The conglomerates of 39 farms in Puriscal, Costa Rica were analyzed, to establish a typology using thirteen variables. Three types of farms were defined: farms with organic technology (OT), farms with mixed technology (MT), and farms with conventional technology (CT). In each conglomerate, a hypothetical farm was built, to be analyzed as a case study. For each of these case studies, an economic analysis was made to determine short-term financial indicators and short-term family benefits; in addition, energy productivity was determined. The highest short-term financial benefits were obtained in the CT model as compared to those obtained in the OT and MT systems. However, for energy productivity, the organic coffee growing model presented more efficiency. Indeed, 0.51 MJ/kg was invested to produce one kilogram (kg) of coffee beans there; that represents half of the energy required to produce the same kilogram of coffee beans in the CT model (1.06 MJ/kg) and in the MT model (0.97 MJ/kg). This study requires long-term tracking complementation.

Key words: Energy productivity, organic coffee growing, peasants, cost-benefit analysis, conglomerate analysis.

Introducción

Los sistemas agroforestales campesinos, como el café arbolado, son cada vez más reconocidos por su viabilidad ambiental y productiva. Éstos se promueven a lo largo del mundo como sistemas sostenibles que podrían reducir los impactos negativos sobre el ambiente, además de producir múltiples bienes y servicios. Diversos estudios han demostrado los beneficios económicos, sociales y ambientales directos e indirectos de los sistemas tradicionales de caficultura (Herrera, 1995; Perfecto, Rice, Greensberg y Van der Voort, 1996; Moguel y Toledo, 1999; Gobbi, 2000; Lyngbæk, 2000), especialmente cuando constituyen sistemas de producción amigables para el ambiente, por el desarrollo de prácticas ecológicas, como el bajo uso de insumos de síntesis química y el empleo de prácticas culturales en las etapas de mantenimiento del cultivo (control de hierbas, fertilización, control de insectos, etc.).

Las evaluaciones de orden socioeconómico en los sistemas de producción en finca son de gran utilidad en los casos en los cuales los investigadores están en la fase de diagnóstico y evaluación de nuevas tecnologías (Somarriba, 1995). Con estos estudios se puede lograr una evaluación de los recursos existentes y necesidades del sistema. Cuando el sistema de producción en finca ya se ha desarrollado en una zona, son de gran importancia los análisis del rendimiento financiero y económico que se pueden realizar mediante seguimientos para identificar posibles restricciones de adopción tecnológica y para cuantificar en esta fase el impacto real de la nueva tecnología con la

medición de diferentes variables, como producción, ingreso, empleo, rentabilidad e impacto ambiental, que se denominan evaluación *ex post* (Somarriba, 1995).

Por otra parte, los análisis de energía cumplen un papel importante en la evaluación de la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. Se han realizado numerosos estudios para cuantificar el consumo de energía en dichos sistemas, tanto en la zona templada (Pimentel, Beradi y Fast, 1983; Zentner, Stumborg y Cambell, 1989; Risoud y Chopined, 1999) como en el trópico (Ulh y Murphy, 1981; Hall y Hall, 1993). Detallados estudios demuestran los ahorros en energía que se pueden lograr cuando se sustituyen insumos convencionales (altos en energía indirecta) por insumos orgánicos o prácticas culturales (Lockeretz, 1984, Karlen, Duffy y Colvin, 1995, Languë y Khelifi, 2001); otros estudios integran los análisis de energía, mano de obra y rentabilidad financiera en sistemas de producción convencionales y alternativos (Karlen et al., 1995).

Estos análisis permiten comprender que la distinción entre las denominadas tecnología orgánica y tecnología inorgánica no es realmente aparente. Insumos de ambas pueden ser fabricados a partir de fuentes orgánicas; las dos aportan nutrientes a los cultivos mediante fertilizantes o principios protectores o curativos o aplicación de plaguicidas, y, aparte de lo anterior, combaten hierbas y plagas, a fin de excluirlas del sistema. Sin embargo, la diferencia entre los dos modelos tecnológicos puede radicar en el tipo de energía invertida en el proceso, principalmente el tipo de energía empleada en elaboración de dichos insumos.

Generalmente, los insumos denominados inorgánicos o de síntesis química son elaborados a partir de altas inversiones de energía fósil o materiales de minería sometidos a grandes presiones de temperatura (Stout, 1984; Institute of Food and Agricultural Sciences [IFAS], 1991) y síntesis química, a diferencia de los insumos orgánicos, que generalmente son derivados de residuos de plantas y animales que usan los procesos microbiológicos para su elaboración o se sustentan en los ciclos biológicos (Mejía, 1994; Restrepo, 2000).

Se han realizado cálculos de la cantidad de energía empleada en los procesos de elaboración, empaque, transporte y distribución (Helsel, 1992; Fluck, 1995), para estimar coeficientes de conversión de la cantidad de insumos y mano de obra invertidos en un proceso productivo de medidas energéticas. Tales conversiones son útiles para analizar la energía de un sistema de producción al establecer diferentes medidas.

Tres son las formas más conocidas de medición de la energía en los sistemas agrícolas: (1) *eficiencia energética*, que es la razón entre las unidades energéticas producidas y la energía invertida en los insumos; (2) *productividad energética*, que relaciona la cantidad de producto obtenido por la energía invertida en el proceso de producción (Fluck y Baird, 1980, Fluck, 1995), y (3) *rentabilidad energética*, que es la relación entre ingresos generados y las unidades de energía invertida (Szott, 1998). Éstas formas constituyen métodos complementarios a los análisis beneficio-coste (B/C) de diferentes alternativas o modelos productivos, y de esta manera se

obtiene otra visión de la eficiencia de los sistemas de producción, que va más allá de lo meramente financiero.

La producción de café es una de las actividades agrícolas principales del Cantón de Puriscal, Costa Rica. Esta producción se desarrolla junto con otras actividades agrícolas, pecuarias y forestales bajo un sistema de finca campesina, de la cual derivan el sustento alrededor de 1.703 familias del Cantón (Castillo, 2002), que representan alrededor de 23% de la población total. Sin embargo, la rentabilidad del cultivo de café es baja, debido a los bajos precios en el mercado, elevados costos de producción (principalmente de la mano de obra) y poca productividad.

El promedio de producción fue de 11, 20 y 27 fanegas/ha en cada uno de los modelos analizados –tecnología orgánica (TO), tecnología mixta (TM) y tecnología convencional (TC), respectivamente–. Los precios completos cotizados en los mercados de Nueva York han mostrado una tendencia a la baja, al variar entre 50 y 80 dólares por quintal (46 kg) de café oro en el período 1999-2001. Al considerar la magnitud de la sobreoferta, se prevé que el precio no se recuperará en los próximos años (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2002), a pesar del incremento en los precios a futuro registrado a mediados del 2002 (Flores, Bratescu, Martínez, Oviedo y Acosta, 2002). Dicha tendencia en los precios internacionales ha incidido indudablemente en las liquidaciones pagadas al productor de Puriscal en las cosechas 1999-2000, 2000-2001 y 2001-2002, que afectan el ingreso familiar.

Además de los altos costos de producción y la baja productividad, los caficultores orgánicos no han visto recompensados sus esfuerzos en el precio. Excepto por algunos casos aislados de caficultores certificados que han sido beneficiarios del precio premio (*premium price*), ofrecido por algunas empresas beneficiadoras o en mercados especiales (como ferias de agricultura orgánica o compradores individuales solidarios), la mayoría de productores orgánicos aún no han obtenido las retribuciones por su esfuerzo reflejadas en un precio diferenciado.

Entre los productores que han sido beneficiados con precios premio por venta de café ambiental u orgánico en Costa Rica se encuentran una amplia gama de incrementos sobre el precio base de referencia. Estos incrementos fueron de entre 16% y 56% en la cosecha 1997-1998 (Lyngbæk, 2000) y se pagaron incrementos de entre 30% y 40% a productores certificados en las cosechas del período 2000-2002 (Saborío, 2002; Marín, 2002). Por otra parte, los caficultores convencionales y los que hacen un manejo mixto en sus plantaciones también han sido afectados por la crisis cafetera; sin embargo, su mayor productividad y menores costos de producción les han permitido sobrellevar la crisis.

El propósito de este estudio fue demostrar que mientras los sistemas de producción alternativos (por ejemplo, producción orgánica) no sean reconocidos por mecanismos de diferenciación del producto y del proceso, que constituyan un reconocimiento a una producción diferenciada y que éste se exprese en el precio, este tipo de productores

estarán en desventaja frente a los productores convencionales. Es decir, los productos y procesos alternativos que no obtengan un reconocimiento diferenciado por parte del comprador o consumidor final, expresado en el precio, están en desventaja, en especial desde el punto de vista financiero, aunque sea evidente su superioridad desde la eficiencia energética.

Este artículo pretende ilustrar esta realidad mediante estudios de caso. Para ello se toma como base el capítulo 5 del estudio de Mora-Delgado (2004), del cual se extractan los apartes pertinentes y se hicieron adiciones, necesarias para contextualizar el problema, escindidas de otros capítulos del documento citado. Los objetivos de este artículo son: (1) analizar el estado financiero en el corto plazo; (2) estimar la productividad energética de tres tipos de tecnología utilizadas en fincas cafetaleras: TC, TO y TM, y (3) determinar el punto de equilibrio en cada uno de los sistemas estudiados.

1. Materiales y métodos

El trabajo de campo fue realizado entre enero del 2000 y marzo del 2002 y durante eventuales visitas para la actualización de información en el 2003. Se analizaron 39 fincas cafetaleras campesinas en el cantón de Puriscal, y en cada una de ellas se levantó una ficha técnica dinámica, que se fue actualizando año tras año durante todo el período de estudio.

Las fincas fueron agrupadas mediante un análisis de conglomerados (*cluster analysis*) en función de trece variables tecnológicas y

socioeconómicas. Con el método de Ward se conformaron grupos donde la variabilidad dentro de éstos es la mínima y entre grupos es la máxima. Para comprobar la significancia de cada variable seleccionada dentro del *cluster*, se realizó un análisis de varianza con la prueba de Duncan, usando el paquete estadístico Infostat.

Dicho análisis dio como resultado tres grupos: fincas de TO, de TM y de TC. Con los parámetros modales o promedios calculados de los datos de las fichas técnicas levantadas en cada una de las fincas estudiadas se construyeron modelos hipotéticos de tres fincas que representan a cada conglomerado (Cuadro 1).

Cuadro 1
Parámetros productivos y de manejo de las fincas típicas de Puriscal, Costa Rica

Parámetro	TC Media	TM Media	TO Media	p>F
Integrantes de la familia (No.)	4,3ab	2,5a	4,8b	0,0362
Adultos (No.)	3,5 ^a	3,3a	3,9 ^a	0,6021
Área de la finca (ha)	16,3 ^a	6,5a	3,6 a	0,3338
Área en café (ha)	2,4 ^a	1,3a	1,3 ^a	0,0250
Densidad plantas/ha (No.)	5.360,0a	5.316,7a	6.357,9a	0,2610
Producción /ha (fanegas**)	27,0b	20,0ab	11,0a	0,0179
Abono/ha/año (kg)*	374,7 ^a	174,0a	7.119,1b	0,0004
Frecuencia de chapeas/año	3,0a	2,53a	3,14 a	0,1404
Frecuencia de plaguicidas/año	1,66 ^a	1,69a	0,14b	0,0003
Frecuencia de herbicidas/año	1,16 ^a	1,15a	0,0b	0,0001
Frecuencia de biopreparados	0,25b	0,0b	1,42a	0,0010

TO: tecnología orgánica; TM: tecnología mixta; TC: tecnología convencional.

Las letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,005$) según prueba de Duncan.

* En TC y TM se refiere a abono químico compuesto; TO se refiere a abono orgánico.

** Una fanega es una medida de capacidad de origen español que equivale a dos hectolitros dobles; en peso equivale aproximadamente entre 250 y 260 kg de peso fresco o 46 kg de café oro.

Fuente: elaboración propia.

Para complementar las características productivas y socioeconómicas de las fincas hipotéticas se realizaron observaciones y entrevistas detalladas (en hogares de cada conglomerado) siguiendo la metodología de estudios de caso (Yin, 1994). Además, la información obtenida mediante entrevistas detalladas a técnicos de ONG locales, plantas de beneficios y la revisión de reportes técnicos relacionados con la actividad me-

joraron la caracterización de las fincas típicas.

Se estimaron parámetros de producción y productividad para cada una de las fincas hipotéticas típicas representativas de los grupos definidos. Para cada finca hipotética se analizaron los ingresos no descontados y la productividad de la energía, con base en una serie de supuestos simplificativos.

1.1 *Análisis de ingresos no descontados*

Se hizo un análisis de ingresos y egresos en el corto plazo y se calcularon indicadores no descontados (ingreso neto, relación ingreso-costos, flujo neto y beneficio familiar) siguiendo la metodología de Louman, Quirós y Nilson (2001). Los costos de producción y precios de venta del agroecosistema café se obtuvieron mediante el análisis de casos, en los cuales se realizaron entrevistas a los productores y técnicos de la zona y consultas en casas de venta de insumos agrícolas.

En el análisis de mano de obra se distingue entre la mano de obra contratada y la familiar; esta última no se considera un egreso monetario, pero se le aplica el principio del costo de oportunidad, para reflejar su valor. Operativamente, la mano de obra familiar se incorpora al beneficio neto, utilizando para ello los precios de mercado (Brown, 1981).

Los precios de venta de café y los precios de los insumos se expresan como precios de finca, es decir, son los precios que el caficultor recibe por sus productos o el precio que paga por los insumos puestos en la finca. Otros ingresos obtenidos de la parcela de café, como frutales, hierbas medicinales, leña o madera, no fueron contabilizados en el flujo de caja, debido a la dificultad operativa para calcularlos en términos monetarios y cuantificar su magnitud. Además, la venta de estos productos no presenta una frecuencia uniforme en las fincas, es decir, es espontánea y no planeada. No se pudieron establecer rendimientos de estos productos, debido a la heterogeneidad de los

arreglos y al manejo de estos componentes dentro de la plantación.

Los estimativos de ingresos y costos operativos se realizaron en moneda nacional, aunque en algunos apartes se expresan las cifras en dólares estadounidenses con una tasa de cambio de 355 colones por cada dólar (enero de 2003) principalmente para facilitar comparaciones con otros estudios. Todos los análisis se realizaron con base en una hectárea.

Para determinar la productividad energética entre los tres tipos de finca se realizó un análisis de la energía invertida, tomando como base los indicadores productivos y socioeconómicos de las fincas hipotéticas, bajo el supuesto de que son plantaciones en producción (mayores de tres años) para un período de medición de un año. Los insumos y la mano de obra invertidos en los diferentes modelos se analizaron utilizando el método de proceso (Fluck y Baird, 1980), el cual asigna factores de conversión energética considerando tanto las acciones directas (aplicación de fertilizante, aplicación de pesticidas cosecha, podas) como las indirectas (energía invertida en la fabricación del insumo: fertilizante o plaguicidas). Los contenidos de nutrientes en abono orgánico fueron tomados de Salas y Ramírez (2001), y de las etiquetas de los insumos de síntesis química se obtuvo el contenido de nutrientes y el principio activo.

Las cantidades de los insumos y de la mano de obra utilizada en el proceso de producción fueron convertidos a valores de energía utilizando factores de conversión tomados de varios estudios (Cuadro 2). Los

resultados son expresados como productividad de la energía en términos de megajulios por kilogramo (MJ/kg) de producto obteni-

do (Lockeretz, Shearer, Kohl y Klepper, 1984; McLaughlin, Hiba, Wall y King, 2000).

Cuadro 2
Factores de conversión de energía para insumos agrícolas

Insumo	Unidad	Factor de conversión	Fuente
Mano de obra	MJ/jor	0,40	Fluck (1995)*
Abono orgánico			
Nitrógeno (or)	MJ/kg	4,00	Coble y LePori (1974)
Fósforo	MJ/kg	4,00	Coble y LePori (1974)
Potasio	MJ/kg	4,00	Coble y LePori (1974)
Magnesio	MJ/kg	4,00	Coble y LePori (1974)
Calcio	MJ/kg	4,00	Coble y LePori (1974)
Biopreparados (miel)	MJ/kg	16,51	Szott (1998)**
Síntesis química			
Nitrógeno (form. comp.)	MJ/kg	76,70	Hoelt y Siemens (1975)
Nitrógeno (urea)	MJ/kg	68,41	Bhat, English, Turhollow y Nyangito (1994)
P ₂ O ₅	MJ/kg	15,80	Patyk (1996), Audsley (1997)
K ₂ O	MJ/kg	9,30	Patyk (1996), Audsley (1997)
Magnesio	MJ/kg	9,00	Szott (1998)**
Glifosato (IA41%)	MJ/kg	454,00	Green (1987)
24d (IA60)	MJ/kg	85,00	Green (1987)
Mancozeb (IA80%)	MJ/kg	99,00	Green (1978)
Foliares	MJ/kg	0,15	Bhat et al. (1994)

* Se calculó a partir de 54.233 BTU/h para un jornal de 7 horas.

**Dato suministrado por Szott en notas de clase UCR (1998), no se reporta la fuente original.

Fuente: elaboración propia a partir de las fuentes mencionadas.

2. Resultados y discusión

En general, el productor de café de Puriscal es propietario de su finca y posee la tierra por transferencia generacional (herencia familiar); sin embargo, también hay casos de adquisición de la tierra por transacción comercial relativamente reciente. Esto hace que

la distribución de las fincas por tamaño sea bastante heterogénea. La unidad de producción se compone generalmente de una sola finca; pero se identificaron dos casos de fraccionamiento y dispersión de parcelas de la unidad de producción.

La totalidad de los productores estudiados residen en forma permanente en la finca –o muy cerca de ella– junto con su grupo familiar. Este último está compuesto por un número muy variable de personas, que varía entre dos y diez integrantes, con un promedio de cuatro (Cuadro 3). El número reducido de integrantes adultos en la familia campesina constituye una limitante para

las labores agrícolas, como se pudo verificar mediante los análisis de casos que originaron las fincas tipo. Hay épocas del ciclo agrícola (por ejemplo, cosechas y deshieras) en las cuales la fuerza de trabajo familiar no da abasto, por lo cual se recurre a la contratación de trabajadores temporales, lo que representa una erogación monetaria.

Cuadro 3
Distribución de integrantes entre adultos y niños de las familias estudiadas en Puriscal, Costa Rica

Miembros de la familia	TC Media	TM Media	TO Media	Total Media
Adultos	3,5 ±1,29a	3,3 ±1,39a	3,9 ±1,94a	3,6 ±1,60
Niños	1,1 ±1,73a	0,8 ±0,89a	0,9 ±1,03a	0,9 ±1,26
Total	4,3 ±2,05ab	2,5 ±2,54a	4,8 ±2,33b	3,8 ±2,48

TO: tecnología orgánica; TM: tecnología mixta; TC: tecnología convencional.

Las letras diferentes indican diferencias estadísticas según la prueba de Duncan ($p \leq 0,05$).

Fuente: elaboración propia.

La posición de jefe de familia es ocupada por el hombre en la mayoría de los casos estudiados, pero en tres de las fincas analizadas esta posición era desempeñada por mujeres. El jefe de familia en las fincas analizadas es una persona alfabeta que sabe, como mínimo, leer y escribir y posee típicamente un grado de instrucción formal correspondiente al de primaria completa. La condición de persona alfabeta es compartida por el resto de los adultos que componen el grupo familiar, a la vez que todos los niños en edad escolar residentes en las fincas encuestadas asistían a la escuela o colegio.

Esta condición de alfabetismo relativamente bueno ha permitido que la mayoría de los jefes de familia hayan accedido a cursos de capacitación para el aprendizaje de prácti-

cas agronómicas del cultivo del café. Se estima que los 39 caficultores entrevistados han asistido a 30 cursos entre 1999 y 2001, con una media de $3 \pm 1,6$ cursos por productor. Tales cursos han sido desarrollados por las agencias de extensión presentes en la zona, principalmente el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) y técnicos de ONG locales. Otros han tenido experiencias fuera del cantón, principalmente con giras a la Estación Experimental Fabio Baudrit y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Se encontró una gran variabilidad de tamaños en las fincas estudiadas: desde menos de 1 ha hasta 140 ha. El tercer percentil para el grupo de fincas orgánicas está en 4,8 ha; en

cambio, en las fincas convencionales y mixtas, el tercer percentil está en 7,0 y 7,53, respectivamente. La finca típica de Puriscal posee una extensión promedio de 3,6±3,0; 6,5±8,0 y 16,3±39,1 para los conglomerados TO, TM y TC, respectivamente. El tamaño de fincas en los grupos TO y TM es más homogéneo, como evidencian sus respectivas desviaciones estándar. En las fincas de caficultura convencional (TC), por el contrario, hay una mayor dispersión de áreas.

3.1 *Análisis de costos*

El modelo TO presentó los costos variables/ha más altos (474.090,4 colones),

seguido del modelo TM, cuyos costos variables (397.260,9 colones) representan un 16,2% menos que los costos del modelo TO. El modelo TC presentó costos por un valor de 387.865,2 colones, que suman un 18,20% menos de los del TO. El Cuadro 4 indica que el rubro que más influye en los altos costos variables de la caficultura orgánica (TO) es la fertilización orgánica, tanto por la proporción que representa el costo del abono orgánico como la mano de obra ocupada en su elaboración y distribución. Las altas cantidades de fertilizante orgánico aplicadas demandan una mayor mano de obra.

Cuadro 4
Desglose de costos por mano de obra e insumos en tres fincas típicas de café en Puriscal, Costa Rica

Rubro	TO		TC		TM	
	Colones	%	Colones	%	Colones	%
Jornales						
Fertilización	100.800,0	21,3	19.600,0	5,1	19.600,0	4,9
Fitosanitario	2.800,0	0,6	5.600,0	1,4	5.600,0	1,4
Deshierbas	103.600,0	21,9	67.200,0	17,3	44.800,0	11,3
Poda y deshija	70.000,0	14,8	70.000,0	18,0	70.000,0	17,6
Poda de sombra	11.200,0	2,4	15.120,0	3,9	2.800,0	0,7
Cosecha	112.000,0	23,6	142.800,0	36,8	201.600,0	50,7
Subtotal	400.400,0	84,5	320.320,0	82,6	344.400,0	86,7
Insumos						
Abono	49.840,0	10,5	34.471,3	8,9	16.011,5	4,0
Herbicidas	0,0	0,0	4.687,5	1,2	4.687,5	1,2
Plaguicidas	0,0	0,0	3.270,0	0,8	3.270,0	0,8
Biopreparados	5.408,0	1,1	0,0	0,0	5.408,0	1,4
Foliares	0,0	0,0	9.500,0	2,4	9.500,0	2,4
Otros	18.442,4	3,9	15.616,4	4,0	13.983,9	3,5
Subtotal	73.690,4	15,5	67.545,2	17,4	52.860,9	13,3
Total	474.090,4	100,0	387.865,2	100,0	397.260,9	100,0

Fuente: elaboración propia.

En los tres modelos, los costos por mano de obra representan la mayor proporción respecto a los insumos, y es evidente que la mano de obra invertida en la cosecha tiene una mayor participación en la distribución de costos, principalmente en los modelos convencional (TC) y mixto (TM), debido a las mayores volúmenes cosechados y productividades obtenidas respecto al modelo orgánico. Por el contrario, las fincas orgánicas presentan una proporción que contrasta con los costos de mano de obra en la aplicación del fertilizante (21,3%), respecto a los modelos TC y TM. También en la deshierba hay un uso considerable de mano de obra en el modelo TO.

En cuanto a insumos, el costo del abono representa la proporción más importante de los costos de producción (TO: 10,5%; TC: 8,9%, y TM: 4,0%), y el total de este rubro (fertilizante, plaguicidas, herbicidas abonos foliares y otros) no supera el 15,5%, el 17,4% y el 13,3%, respectivamente, en los modelos analizados. Esto confirma lo reportado por Lyngbæk (2000), quien encontró que los gastos por insumos son mucho menores a los estimados por el ICAFE. La categoría “otros”, que incluye fletes, gastos administrativos e imprevistos, varió entre 3,5% y 4,0% en los tres modelos.

3.2 Distribución de la mano de obra en las diferentes actividades y a través del tiempo

Es común que en la finca campesina costarricense no se lleve un registro contable de los jornales empleados para cada labor (Lyngbæk, 2000); además, los tiempos dedicados a cada tarea son muy variables en-

tre una finca y otra. Sin embargo, se constató que las prácticas obligadas en todas las fincas analizadas eran el mantenimiento y la cosecha; en especial en la cosecha hay una mayor demanda de mano de obra. Así se pudo establecer que la mayor parte de los jornales empleados en los tres modelos son contratados, ante la insuficiencia de mano de obra familiar, principalmente en las actividades de mayor demanda (cosecha, aplicación de abonos y chapea).

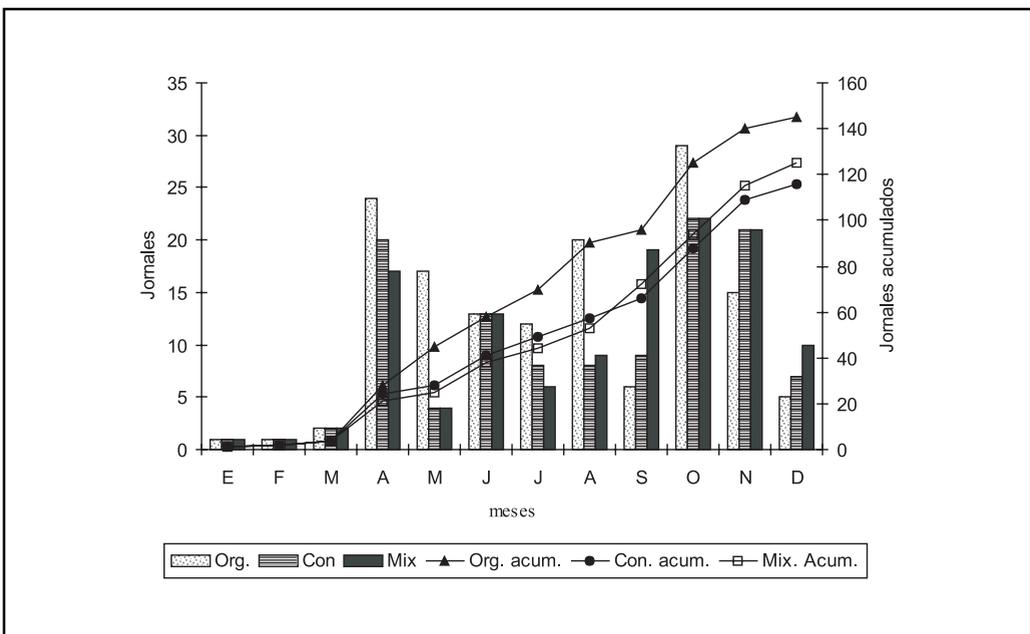
Ante esto, los jornales fueron consultados a los productores y registrados en la ficha técnica y verificados mediante un seguimiento detallado de casos, en los cuales se logró validar los tiempos medios invertidos en cada actividad. El análisis de casos en fincas de cada conglomerado dio como resultado que el total de jornales empleados en cada grupo de fincas era de 125, 116 y 145, para los grupos TC, TM y TO, respectivamente. De esta mano de obra, la mayor proporción corresponde a jornales contratados (86,5%, 88,8% y 81,5%, para TC, TM y TO, respectivamente).

El peso de la mano de obra en los tres modelos es bastante considerable en la estructura de costos de producción, ya que alcanza el 84,5%, el 82,6% y el 86,8%, para los modelos orgánico, convencional y mixto, respectivamente (Cuadro 3). Además, son evidentes las diferencias en cuanto a la eficiencia de la mano de obra invertida respecto al producto cosechado. Mientras en el modelo TC se requieren sólo 4,3 jornales por fanega cosechada, el modelo orgánico (TO) demanda tres veces más jornales (13,2 jornales/fanega) para producir una fanega y el modelo TM ocupa una posición intermedia, con 6,25 jornales/fanega producida.

El desglose por práctica productiva de los jornales invertidos permitió identificar que hay más demanda de jornales durante los meses de cosecha, en los tres tipos de finca. Se encontraron dos picos de mayor demanda laboral, comunes a los tres tipos

(Gráfico 1): el primero en el mes de abril, derivado de la ejecución de prácticas de mantenimiento de cafetal (poda y deshija) y la preparación de abono orgánico en los modelos TO y TM, y el segundo durante la cosecha, desde agosto hasta diciembre.

Gráfico 1
Distribución de la mano de obra a lo largo del año en tres modelos de caficultura campesina en Puriscal, Costa Rica



Fuente: elaboración propia.

La mayor demanda de jornales se encuentra entre los meses de octubre y noviembre, cuando la cosecha es alta y se junta con la realización de deshierbas. En estos meses, los productores tienen que recurrir a la contratación de mano de obra externa ante la insuficiencia de la mano de obra familiar. En el modelo TO, se encontró una alta demanda de mano de obra alrededor del mes

de agosto, principalmente por la elaboración y aplicación de abonos orgánicos.

Cuando las oportunidades de empleo en una zona son altas, el tiempo que se emplea en labores domésticas hay que incluirlo como costo de oportunidad (Brown, 1981), en virtud de que esto implica que se renuncia a un ingreso que podría obtenerse si ese

tiempo se empleara en trabajos remunerados a precio de mercado. Es el caso de Puriscal, donde la demanda de mano de obra en la zona para la realización de otros trabajos agrícolas y no agrícolas es considerable. El tamaño reducido de las familias determina que recurran a contratar mano de obra externa para labores de cosecha y mantenimiento de cafetales, además de otras labores agropecuarias, ecoturísticas y de servicios rurales.

Los tres meses del año de la época seca son los menos demandantes de mano de obra, y es allí cuando generalmente se destinan algunas horas diarias (o “ratos”, como se dice localmente) para realizar obras de conservación de suelos (limpieza de acequias, terraceo, etc.). Sin embargo, estas prácticas no son dirigidas exclusivamente al cultivo del café, sino que son compartidas con

otros cultivos y difieren entre fincas, por lo cual fue difícil establecer el tiempo exacto destinado a la plantación de café.

3.3 Análisis de ingresos no descontados

Cuando el análisis de las actividades productivas se realiza en el corto plazo (un año o menos), pueden utilizarse indicadores *no descontados*, en virtud de que los cambios en el dinero no introducen efectos importantes en los resultados, excepto en situaciones de alta inflación (Louman et al., 2001). El análisis de indicadores financieros no descontados para un año (cosecha de 2001-2002) fue hecho en cada uno de los sistemas prototipo. Estos prototipos reflejan los promedios de productividad, costos de producción y precios establecidos para cada modelo (Cuadro 5).

Cuadro 5
Indicadores financieros no descontados para tres tipos de caficultura campesina en Puriscal, Costa Rica

Parámetro	Colones		
	TO	TC	TM
A Egresos totales	474.090,40	387.865,19	397.260,89
B Egresos efectivo	387.290,40	327.945,19	293.660,89
C Egresos no efectivo	86.800,00	59.920,00	103.600,00
D Ingresos brutos	152.622,00	368.974,00	274.320,00
E Ingreso neto	-321.468,40	-18.891,19	-122.940,90
F Ingresos en efectivo	152.622,00	368.974,00	274.320,00
H Relación I/C	0,32	0,95	0,69
I Flujo neto	-234.668,40	41.028,81	-19.340,89
J Mano de obra familiar	86.800,00	59.920,00	103.600,00
K Beneficio familiar	-14.7868,4	100.948,80	84.259,11
E=(D-A); H=(D/A); I=(F-B); K=(I+J)			

TO: tecnología orgánica; TM: tecnología mixta; TC: tecnología convencional.
Fuente: elaboración propia.

Se encontró que, en las condiciones de la cosecha 2001-2002, ninguno de los tres sistemas logró obtener ingresos netos positivos y la relación ingreso-costo fue menor que la unidad (1), situación que denota que ni siquiera se retribuyeron los costos de inversión. Los modelos de TO y TM no cubrieron los costos operativos, razón por la cual algunos productores manifestaron su intención de cambiar de actividad agrícola, al menos momentáneamente, “mientras se supera la crisis” (Díaz, 2002).

Siguiendo a Brown (1981), la mano de obra familiar se considera un costo de oportunidad, por lo cual su valor es incorporado al flujo neto. Brown señala que, cuando el flujo neto de la finca es menor al ingreso de la mano de obra de la familia, esta es remunerada por su trabajo a una tarifa inferior al pago que podría obtener si los miembros de la familia se emplearan como jornaleros en otra finca. Si el valor de la mano de obra familiar se suma al flujo neto, se obtiene el beneficio familiar, el cual corresponde a la familia por el trabajo aportado en las labores productivas (Louman *et al.*, 2001).

En los modelos TC y TM, probablemente, los productores están dispuestos a mantener su caficultura, dado que al menos obtuvieron un beneficio familiar positivo. Sin embargo, en los tres modelos, el flujo neto es menor que el ingreso de la mano de obra. Ante esto surgen interrogantes sobre las razones que mueven a estos productores para persistir en el manejo de la caficultura, a pesar de que su fuerza de trabajo es remunerada a un precio más bajo que el jornal pagado fuera de la finca.

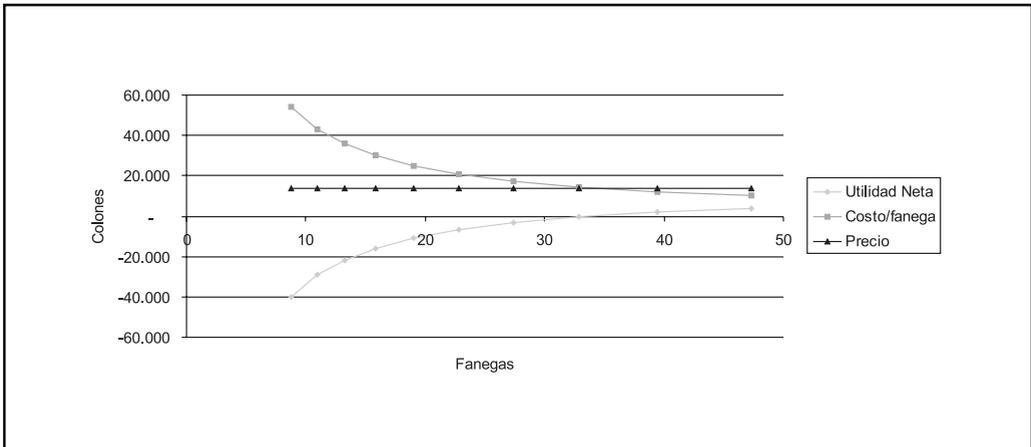
El estudio sugiere que las respuestas superan la racionalidad económica, pues algunas están basadas en una expectativa de un cambio futuro en la actividad cafetalera, que proporcione beneficios económicos. Por otra parte, la aversión al riesgo que representa la decisión de abandono de una actividad para la adopción de otra constituye una razón por la cual estos agricultores persisten en una actividad a pesar de los indicadores financieros negativos. Un análisis detallado sobre los aspectos culturales relacionados con la toma de dediciones puede verse en el capítulo 6 de la tesis doctoral de Mora-Delgado (2004).

3.4 Incremento mínimo en la productividad o en el precio para cubrir los costos totales

Los resultados indican que las fincas TO necesitan elevar la productividad hasta alcanzar un rendimiento mínimo de 34,17 fanegas/ha, lo cual significa un incremento de 3,11 veces la productividad actual. Estas serían las ventas necesarias para no ganar ni perder; de ahí en adelante se obtiene ganancia. Este incremento en la caficultura orgánica sólo puede lograrse después de haber superado el período de transición (Araya, 2000). Los gráficos 2, 3 y 4 muestran el punto de equilibrio para los tres tipos de finca analizados.

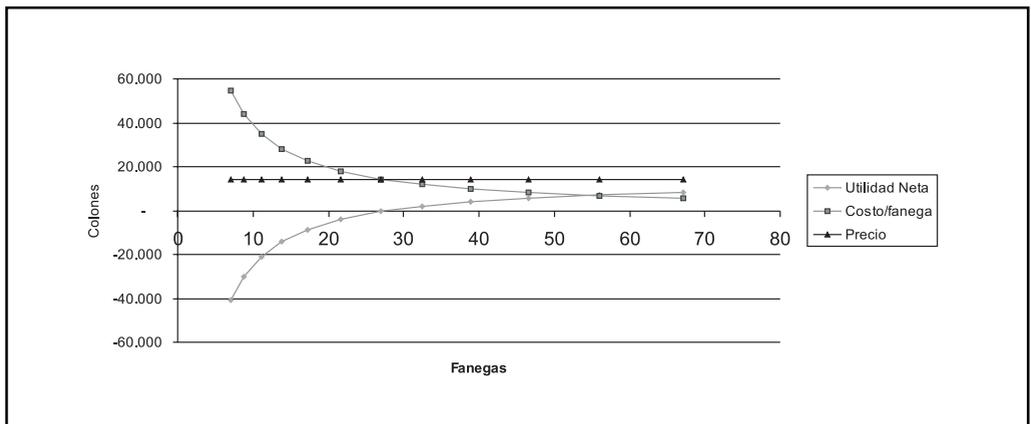
Las fincas TC sólo requieren alcanzar un rendimiento de 28 fanegas/ha (incremento del 3,5%) y las fincas TM deben lograr un incremento del 1,43% (28,63 fanegas/ha) para cubrir los costos totales.

Gráfico 2
Punto de equilibrio de los tipos de finca analizadas en Puriscal, Costa Rica, con tecnología orgánica



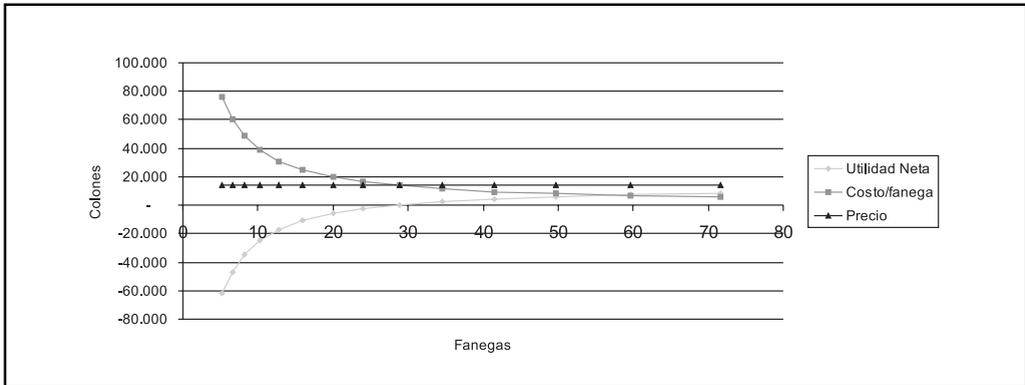
Fuente: elaboración propia.

Gráfico 3
Punto de equilibrio de los tipos de finca analizadas en Puriscal, Costa Rica, con tecnología convencional



Fuente: elaboración propia.

Gráfico 4
Punto de equilibrio de los tipos de finca analizadas en Puriscal, Costa Rica,
con tecnología mixta



Fuente: elaboración propia.

Alternativamente, los productores orgánicos que afrontan una disminución en la producción respecto a la caficultura convencional, muy subsidiada, deben buscar la opción de recibir un precio diferencial que constituya un reconocimiento a la calidad del producto y del proceso. De hecho, las experiencias analizadas por Mora-Delgado (2004) indican que muchos productores han sido beneficiados con precios premio por venta de café ambiental u orgánico en Costa Rica, con una amplia gama de incrementos sobre el precio base de referencia. Estos incrementos estuvieron entre el 16% y el 56% en la cosecha 1997-1998 (Lyngbæk, 2000) y se pagaron incrementos entre el 30% y el 40% a productores certificados en las cosechas del período 2000-2002 (Saborío, 2002; Marín, 2002).

Los resultados indican que un incremento en el precio de 3,11 veces el precio actual (43.099 colones/fanega) al menos alcanza-

ría a cubrir los egresos totales en el tipo de finca TO. Las fincas TC y TM cubrirían sus egresos con incrementos en el precio por el orden del 3,5% y del 43%, respectivamente.

El análisis financiero no descontado en el corto plazo demuestra que el modelo TO está en mayor desventaja frente a los modelos TC y TM. Esto en virtud de las características del mercado local al cual están expuestos, que no reconoce el esfuerzo de los productores mediante precios diferenciados, además de la baja de la productividad que afrontaron los productores orgánicos durante el período de análisis de este estudio.

En virtud de estas características específicas del espacio físico y temporal que contextualizan el objeto de estudio, cabe aclarar que las conclusiones son válidas para este caso analizado. Esto no significa que bajo otras condiciones de mercado y pro-

ductividad del modelo orgánico éste pueda ser exitoso.

Un análisis *ex ante* para el largo plazo de un modelo optimizado del tipo de fincas TO demostró que tendría posibilidades de éxito financiero con una probabilidad del 97%, si los productores fueran retribuidos con un precio mínimo de 43.378,2 colones/fanega (122,19 dólares/fanega) o una productividad de 23,9 fanega/ha (Mora-Delgado, 2004).

Una opción que podrían explorar estos productores es la de insertarse en un sistema de mercado justo (FLO internacional) –sea exportando a Estados Unidos, Japón o Europa–, donde se han reportado pagos de hasta 141 dólares/quintales de café oro (Méndez et al., 2002). Sin embargo, aunque la obtención de la certificación en comercio justo es accesible y los costos de transacción no son altos, la demanda por este café es limitada en virtud de que las listas de compradores están saturadas (Villafuerte, 2003).

3.5 Análisis de la productividad de la energía

Si bien el modelo TC muestra una mayor eficiencia financiera, en términos de la productividad energética no es el mejor. El modelo de caficultura orgánica es el que presenta una mejor eficiencia energética, en la medida en que para producir un kilogramo de café en cereza¹ se invirtieron 0,51 MJ/kg, lo que representa la mitad de la energía requerida para producir el mismo kilogramo en los modelos TC (1,06 MJ/kg) y TM (0,97 MJ/kg). Varios estudios han demostrado la mayor eficiencia energética de los sistemas tradicionales y orgánicos frente a sistemas convencionales de altos insumos (Uhl y Murphy, 1981; Pimentel et al., 1983).

También se puede apreciar una considerable diferencia entre el modelo TO respecto a los modelos TC y TM en cuanto al consumo energético mediante insumos aplicados en el proceso de producción, pues los modelos convencional y mixto están invirtiendo 5 y 3,4 veces más que la cantidad de energía utilizada en el modelo orgánico (Cuadro 6).

Cuadro 6
Energía invertida por concepto de insumos y mano de obra por ha de café en Puriscal, Costa Rica

Rubro	TO		TC		TM	
	MJ/kg	%	MJ/kg	%	MJ/kg	%
Mano de obra	57,2	3,8	45,7	0,6	49,3	1,0
Insumos	1440,5	96,2	7287,0	99,4	4942,2	99,0
Total	1497,8	100,0	7332,7	100,0	4991,5	100,0

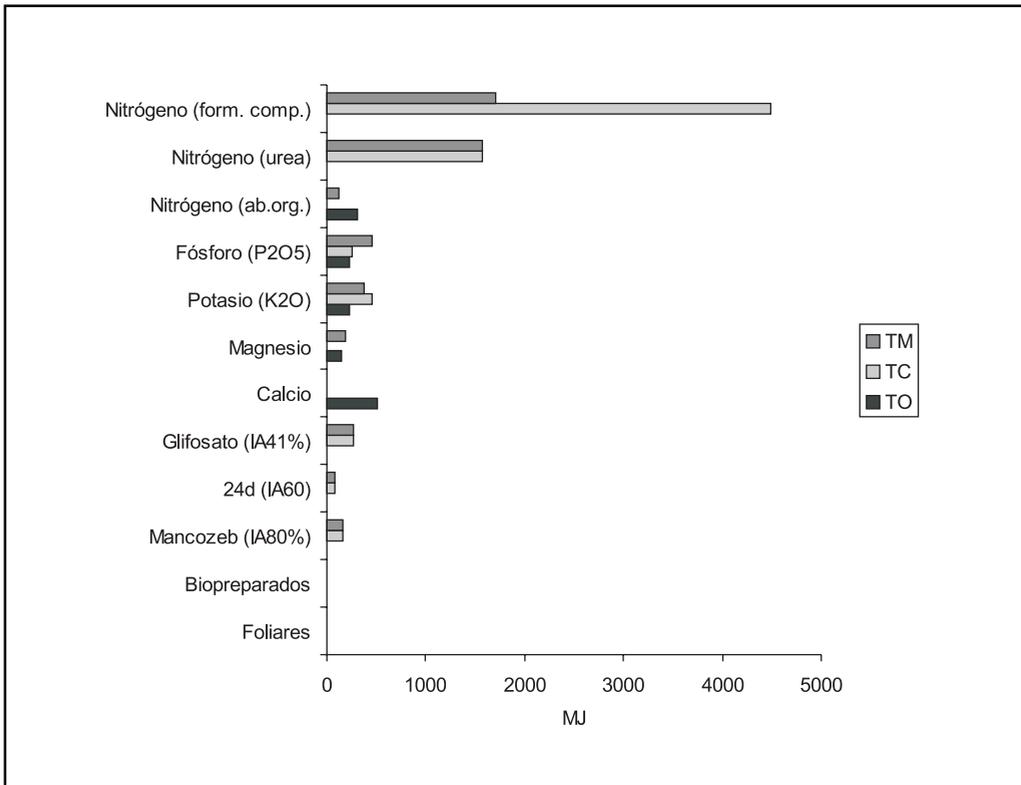
TO: tecnología orgánica; TM: tecnología mixta; TC: tecnología convencional.
Fuente: elaboración propia.

¹ Se asume que, en promedio, una fanega de café cereza equivale a 255 kg.

Llama la atención la sobresaliente participación del nitrógeno en el desglose de la energía invertida por insumos (como parte de un fertilizante compuesto y como urea), principalmente en las fincas con TC. Lo anterior implica una mayor inversión de un

insumo altamente demandante de energía en su proceso de fabricación (IFAS, 1991), lo que hace que en el balance energético sea el que más contribuye al total de la energía invertida (Gráfico 5).

Gráfico 5
Energía invertida por insumos en plantaciones de café en Puriscal, Costa Rica



TO: tecnología orgánica; TM: tecnología mixta; TC: tecnología convencional.

Fuente: elaboración propia.

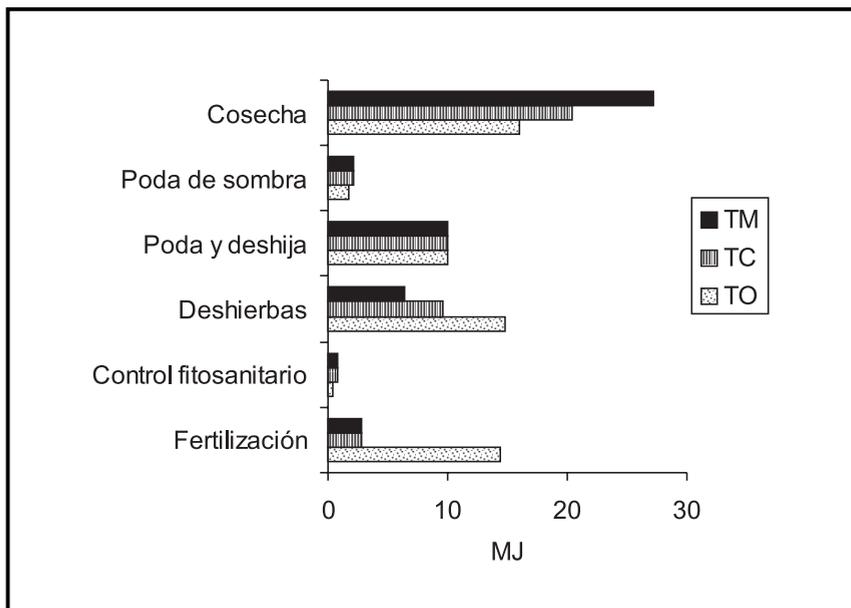
Una situación diferente se presenta en el análisis de energía invertida por concepto de mano de obra, donde claramente puede observarse la mayor proporción de energía por mano de obra invertida en el modelo orgánico (TO), aunque la participación

de ésta en relación con la energía total es baja (3,8%), como se verifica en los tres modelos. Esta reducida participación ya había sido advertida por Zentner et al. (1989), por lo cual muchos estudios no la toman en cuenta.

En el modelo orgánico es notorio que la mayor cantidad de energía invertida por mano de obra en el ciclo productivo se pre-

senta en las chapeas y en la elaboración y aplicación de abonos orgánicos (Gráfico 6).

Gráfico 6
Energía invertida por mano de obra en plantaciones de café en Puriscal, Costa Rica



TO: tecnología orgánica; TM: tecnología mixta; TC: tecnología convencional.
Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

Los análisis financieros demuestran que las posibilidades de éxito del tipo de finca TO son nulas bajo las condiciones coyunturales en las cuales se hizo el análisis. El logro de indicadores positivos de rentabilidad está supeditado a variaciones en la productividad o a cambios que no dependen del productor (por ejemplo, la obtención de precios diferenciales requeridos para que el modelo TO sea rentable).

Los sistemas de caficultura campesina tradicionalmente han constituido un importante aporte a la producción cafetalera de Costa Rica, pero los altibajos del mercado los han afectado de forma considerable, amenazando su permanencia. La búsqueda de estrategias de manejo para disminuir costos de producción y para aumentar la productividad constituye retos inmediatos de los diferentes tipos estudiados, pero sobre todo para las fincas del tipo TO. En este sentido, una reducción de costos en mano de obra e in-

sumos, aunados a una mejora en la productividad, repercutiría en la relación ingreso-costos. Dichas estrategias deben combinar la investigación con el mejoramiento de las prácticas culturales.

En el corto plazo, tal parece que las opciones de la caficultura campesina se reducen a mantener al mínimo las labores, pero evitar al máximo los riesgos fitosanitarios mediante prácticas culturales. La idea es mantener el cafetal, pero sin incurrir en gastos onerosos, al menos mientras se aclaran las tendencias en los mercados internacionales.

Los análisis de energía cumplen un papel importante en la evaluación de la sostenibilidad de los procesos agrícolas. Estos análisis evidencian que la eficiencia energética de los sistemas de producción y la rentabilidad financiera van en vías opuestas. Desde el punto de vista energético, es más productivo el modelo de caficultura orgánica (TO), ya que se requieren menos unidades de energía para generar una unidad de producto respecto al análisis de los modelos TC y TM; sin embargo, desde el punto de vista de la rentabilidad del capital, el tipo de fincas TC presenta los mejores indicadores.

Lo anterior da pie para afirmar que mientras la lógica económica predomine en la sociedad, las decisiones de los productores privilegiarán los modelos productivistas respecto a los ambientalistas. La opción del modelo mixto puede ser atractiva para la toma de decisiones y, si bien este modelo no es el más rentable y tampoco el más productivo en términos energéticos —ocupa un lugar intermedio entre los modelos TO y TC—, bien podría constituir una opción que concilie los intere-

ses de rentabilidad con los de productividad energética y salud ambiental.

El estudio sugiere que las respuestas superan la racionalidad económica, pues algunas están basadas en una expectativa de un cambio futuro en la actividad cafetalera, que proporcione beneficios económicos. Por otra parte, la aversión al riesgo que representa la decisión de abandono de una actividad para la adopción de otra constituye una razón por la cual estos agricultores persisten en una actividad, a pesar de los indicadores financieros negativos.

En síntesis, el artículo trata de sustentar la necesidad de las medidas de estímulo directo o indirecto para promover sistemas de producción alternativos que satisfagan las expectativas financieras de los productores, así como los requerimientos de la sociedad por una producción limpia y amigable con el ambiente. De no darse estas condiciones y bajo las leyes del mercado capitalista, las familias altruistas que emprenden caminos alternativos de producción agropecuaria posiblemente serán vulnerables al ser tratados como iguales, cuando en realidad son diferentes.

Agradecimientos

A la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica y al programa Sinecología y Restauración de Ecosistemas Terrestres (Sireco), instancias facilitadoras del trabajo de campo para el presente estudio. A José Gobbi, por sus comentarios en materia de análisis económicos y financieros. A mi esposa, Vilma, por su apoyo y paciencia.

Lista de referencias

- Audsley, E. (1997). *Harmonization of environmental life cycle analysis for agriculture* (Rapport final), 140 p.
- Araya, F. (2000). *Costos para la producción de café bajo la tecnología orgánica*. Tesis de Licenciatura no publicada. Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Bath, M. G., English, B. C., Turhollow, A. F. and Nyangito, H. (1994). *Energy and synthetic agricultural inputs: Revisited* (Oak Ridge National Laboratory Report ORNL/sub/90-99732/2). Oak Ride, TN: Oak Ride National Laboratory.
- Brown, M. (1981). *Presupuesto de fincas*. Madrid: Tecnos-Banco Mundial.
- Castillo, E. (2002, 21 de mayo). Solicitud de información del Censo de Caficultores, correo enviado a Mora, L.
- Coble, C. G. and LePori, W.A. (1974). *Energy consumption, conservation and projected needs for Texas agriculture* (Report S/D-12, Agric. Eng. Dep.). Houston: Texas A&M., College Station.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), (2002). *Centroamérica: el impacto de la caída de los precios del café en 2001*. México: CEPAL.
- Díaz, G. (2002, 6 de agosto). Entrevista en la finca de la familia Díaz en la localidad El Junquillo, Puriscal, realizada por Mora-Delgado, J. (comunicación personal).
- Flores, M., Bratescu, A., Martínez, J.O., Oviedo, J.A. y Acosta, A. 2002. *Centroamérica: el impacto de la caída de los precios del café*. México: CEPAL.
- Fluck, R. C. (1995). *The hidden input*. Southern Regional Workshop Evaluating Sustainability. Gainesville: University of Florida.
- and Baird, C. D. (1980). *Agricultural energetics*. Gainesville: Avi Publishing Company-University of Florida.
- Gobbi, J. A. (2000). Is biodiversity-friendly coffee financially viable?: An analysis of five different coffee production systems in western El Salvador. *Ecological Economics*, 33, 267-281.
- Green, M. B. (1978). *Eaten oil*. Boulder, Colorado: Westview Press.
- (1987). Energy in pesticide manufacture, distribution and use. In Z. R. Hessel (Ed.), *Energy in world agriculture* (vol. 2: 165-177). Amsterdam: The Netherlands: Elsevier.
- Hall, C. A. S. and Hall, M. H. P. (1993). The efficiency of land and energy use in tropical economies and agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 46, 1-30.
- Hessel, Z. R. (1992). Energy and alternatives for fertilizer and pesticide use. In R. C. Fluck (Ed.), *Energy in farm production* (vol. 6, pp. 177-201). New York: Elsevier.
- Herrera, A. (1995). *Balance del impacto ambiental del cultivo y procesamiento del café en El Salvador*. San Salvador: Unión de Cooperativas de Cafetaleros en El Salvador.

- Hoefl, R. G. and Siemmens, J. C. (1975). Energy consumption and return from adding nitrogen to corn. *Ill. Res.* 17 (1), 10-11.
- Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS), (1991). *The energy and economics of fertilizers*. Gainesville: University of Florida. Recuperado el 18 de noviembre de 2002, de <http://www.p2pays.org/ref/13/12141.pdf>
- Karlen, D. L., Duffy, M. D. and Colvin, T. S. (1995). Nutrient, labor, energy and economic evaluations of two farming systems in Iowa. *Journal of Production Agriculture*, 8 (4), 540-546.
- Languë, C. and Khelifi, M. (2000). Energy use and time requirements for different weeding strategies in grain corn. *Canadian Biosystems Engineering*, 43 (2), 13-2.21.
- Lockeretz, W., Shearer, G., Kohl, D. H. and Klepper, R. W. (1984). Comparison of organic and conventional Farming in the corn belt. In *Organic farming: Current technology and its role in a sustainable agriculture* (pp. 37-48). Madison, WI: American Society of Agronomy.
- Louman, B., Quiros, D. and Nilson M. (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Lyngbæk, A. (2000). *Organic coffee production: A comparative study of organic and conventional smallholdings in Costa Rica*. Tesis de maestría no publicada, University of Wales, Bangor, UK.
- Marín, G (2002, 4 de noviembre). Entrevista a un miembro de la Asociación de Productores Orgánicos de Turrialba (APOT) en Turrialba, Costa Rica; realizada por Mora-Delgado, J. (comunicación personal).
- McLaughlin, N. B., Hiba, A., Wall, G. J. and King, D. J. (2000). Comparison for the inputs for inorganic fertilizer and manure based corn production. *Canadian Agricultural Engineering*, 42 (1), 2.1-2.14.
- Mejía, M. (1994). *Agriculturas para la vida: movimientos alternativos frente a la agricultura química*. Cali, Colombia: LED-CEPROID-Corporación para la Educación Especial “Mi Nuevo Mundo”.
- Méndez, E., Herrador, D., Dimas, L., Escalante, M., Díaz, O., and García, M. (2002). *Estudio del caso: café con sombra y pago por servicios ambientales. Riesgos y oportunidades para impulsar mecanismos con pequeños productores en El Salvador*. PRISMA. Recuperado el 18 de agosto de 2003 de <http://www.prisma.org.sv/pubs/estcaso.pdf>.
- Moguel, P. and Toledo. V. (1999). Biodiversity conservation in traditional coffee systems of México. *Conservation Biology*, 13, 11-21.
- Mora-Delgado, J. (2004). *Tecnología, conocimiento local y evaluación de escenarios en sistemas de caficultura campesina en Puriscal, Costa Rica*. Tesis de PhD no publicada, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Patyk, A. (1996). Balance of energy consumption and emissions of fertilizer production and supply. In *CEUTERIC, International Conference on Application of Life Cycle Assessment in Agriculture, Food and non Food agro-industry and Forestry: Achievement and Prospects* (pp. 44-67). Preprints, 4-5 April, Bruxelles.
- Perfecto, I., Rice, R. A., Greensberg, R. and Van der Voort, M. E. (1996). Shade coffee: A disap-

- pearing refuge for diversity. *BioScience*, 46, 598-608.
- Pimentel, D., Beradi, G. and Fast, S. (1983). Energy efficient of farming systems: Organic and conventional agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 9, 359-372.
- Restrepo, J. (2000). *Material didáctico del X curso-taller latinoamericano sobre agricultura orgánica con énfasis en la preparación de biofertilizantes y caldos minerales para café, frutales y hortalizas*. San José de Costa Rica: UNED-CEDECO-Fundación AMBIÓ.
- Risoud, B. and Chopinet, B. (1999). Efficacité énergétique et diversité des systèmes de production agricole: Application à des exploitation bourguignonnes. *Ingénieries* (20), 17-25.
- Saborío, G. (2002, 8 de noviembre). Entrevista al coordinador nacional de certificación de ECOLÓGICA en San José, Costa Rica, realizada por Mora-Delgado, J. (comunicación personal).
- Salas, E. y Ramírez, C. (2001). Bioensayo microbiano para estimar los nutrientes disponibles en los abonos orgánicos: calibración en el campo. *Agro-nomía Costarricense*, 25 (2), 11-23.
- Somarriba, E. (1995). *Esquema de trabajo para la cuantificación y evaluación de asociaciones pas-to/ganado/guayaba* (Psidium guajava). Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Stout, B. A. (1984). *Energy use and management in agriculture*. North Scituate, MA: Breton Publishers.
- Szott, L. (1998). *Energía en la agricultura: guía del curso agricultura tropical sostenible del Programa de Doctorado SPATS*. San José de Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Uhl, C. and Murphy, P. (1981). A comparison of productivities and energy values between slash and burn agriculture and secondary succession in the upper Rio Negro region on the Amazon Basin. *Agroecosystems*, 7, 63-83.
- Villafuerte, L. (2003, 12 de septiembre). Investigador en sistemas agroforestales y comercio justo en el Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A. C. Chiapas, México. Entrevista realizada por Mora-Delgado, J. en Tuxtla-Gutiérrez, México (comunicación personal)
- Yin, R. K. (1994). *Case study research: Design and methods* (2nd ed.). London: Sage.
- Zentner, R. P., Stumborg, M. A. and Cambell, C. A. (1989). Effect of crops rotations and fertilization on energy balance in typical production systems on the Canadian prairies. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 25, 217-232.