

ANÁLISIS COMPARATIVO DE DOS FINCAS PRODUCTORAS DE CAFÉ ORGÁNICO UTILIZANDO LOS MÉTODOS DEL BALANCE ENERGÉTICO Y AGROECONÓMICO.

Marino Marozzi
Guido Bellavita
Ingrid Varela

I. Introducción

En todos los procesos en que se transforma materia existe un flujo de energía, los sistemas productivos no se excluyen de esta regla, todo proceso productivo tiene una entrada (input) de energía y una salida (output).

La energía necesaria para la producción proviene de fuentes muy diversas, que podemos clasificar, de acuerdo con el tiempo que tarda el ciclo de formación de la materia prima, en: fuentes renovables a corto y mediano plazo, y fuentes renovables a largo plazo.

Desde el descubrimiento del petróleo, la producción de energía se ha basado en fuentes renovables a muy largo plazo, de modo que el sistema no es sostenible. Las fuentes de combustibles fósiles se están agotando y los desechos producidos se acumulan porque su asimilación es más lenta que su formación.

El problema actual es agravado porque nuestra sociedad se ha convertido en una gran consumidora de energía proveniente de combustibles fósiles. En estas sociedades, y de manera creciente en el mundo desarrollado, se consume más energía para transportar, empaquetar, vender, guisar, almacenar y conservar las materias que sirven como alimentos, que la que se gasta en producirlas (Leach, 1976). Además, con el fin de aumentar los rendimientos y reducir el trabajo humano aumenta el consumo energético (Simón *et al*, 1995).

En estos tiempos en que la principal materia prima para la obtención de energía ha empezado a escasear, y la demanda de energía es cada vez

mayor, la energía ha empezado a verse como un recurso escaso y caro, y la producción con fuentes alternativas al petróleo ha empezado a investigarse. La energía que utilizemos en el futuro está condicionada a la sostenibilidad del recurso energético.

Una forma de medir la eficiencia de los procesos en cuanto a la utilización de energía es la técnica del balance energético. Tradicionalmente los economistas ignoraron el papel preponderante que juegan los recursos naturales en la historia de la humanidad (Simón *et al*, 1995). Con el fin de cambiar esta deficiencia, actualmente se utiliza la técnica del balance energético, principalmente en países Europeos. La técnica se basa en el cálculo de todas las entradas de energía aportadas por el ser humano, y las salidas del proceso productivo.

Los resultados de los balances energéticos realizados hasta ahora, demuestran que gran cantidad de energía introducida en los procesos productivos por medio de los inputs es notablemente superior en contenido energético que los productos obtenidos (Simón *et al*, 1995).

Los balances energéticos realizados por Leach (1976) durante la crisis energética de los setenta, demuestran que los sistemas más modernos son los menos eficientes energéticamente y los que presentan más incompatibilidades con el medio. En el caso de sistemas totalmente industriales, el trabajo humano y animal normalmente contribuyen con mucho menos del 1% del total.

En la actualidad, los procesos productivos que sean más eficientes en cuanto al aprovechamiento

de la energía, serán los más rentables y sostenibles, además serán más aceptados por su producción menos contaminadora. La producción agrícola orgánica es uno de los procesos que mejor cumple con estas características.

II. Marco Referencia

1. Justificación.

La actividad cafetalera convencional en Costa Rica es altamente dependiente del empleo de insumos externos para obtener producciones altas, esto ocasiona que los sistemas incrementen sus costos de producción, y que la actividad sea muy afectada por el aumento de los precios del petróleo. Además con la caída de los precios del café, los productores costarricenses han reducido mucho sus utilidades.

La agricultura orgánica ha resultado ser una alternativa más rentable para los productores de café, este tipo de sistema utiliza pocos insumos externos y se basa más bien en el reciclaje de los recursos naturales de la finca. Otra ventaja es el sobreprecio pagado por el café orgánico certificado.

El problema básico del sistema de café orgánico son las bajas productividades, se ha estimado que los productores orgánicos necesitan el doble de sobreprecio para obtener las mismas utilidades que los productores convencionales, esto con los precios actuales. Es necesario investigar la forma de aumentar el rendimiento de los cafetales orgánicos sin afectar su condición.

La utilización del balance energético para comparar diferentes sistemas de producción orgánica de café permite determinar cuales son los inputs más importantes relacionados con el rendimiento de las plantas, y cómo mejorar la relación outputs/inputs.

El balance energético es complementario al análisis económico, con la aplicación de estas dos técnicas se puede lograr información sobre el mejoramiento de los rendimientos en cuanto a energía y utilidades.

2. Hipótesis.

Los sistemas de producción orgánica tienen índices de eficiencia energética similares.

3. Objetivo general.

Comparar la eficiencia de dos agroecosistemas de producción cafecola orgánica, con diferentes niveles de producción, por medio de un balance energético y un análisis económico.

4. Objetivos específicos.

- Determinar y cuantificar las principales entradas y salidas de los agroecosistemas en energía, materiales y dinero.
- Determinar la eficiencia a través de índices energéticos y financieros de los sistemas de producción estudiados.
- Analizar y discutir en términos de disponibilidad y aprovechamiento de recursos energéticos y financieros la sostenibilidad de los sistemas relacionados con el entorno de la inversión y productividad energética.

5. Metodología.

La metodología desarrollada se basa en las experiencias del trabajo con pequeños agricultores; su conformación y conceptualización es una síntesis del trabajo en fincas. Es un conjunto de pasos muy flexible y dinámico. A continuación se indica el orden de pasos dados para llegar a la caracterización y análisis técnico-económico del AgroECOsistema Productivo (AECOP).

- La información requerida para la elaboración de este estudio se obtuvo mediante entrevista participativa. La cual permitió conocer aspectos sobre el núcleo Familiar, la evolución del sistema de producción, condiciones agroecológicas y socioeconómicas de la zona, datos sobre los sistemas de producción del (os) cultivo(s), interrelaciones entre las actividades propias del sistema, evaluación ambiental, fortalezas y debilidades del sistema.
 - Selección del área. En este caso los AECOP's fueron elegidos tomando como referencia sistemas certificados de productores orgánicos y que permitieran contribuir al logro de los objetivos del estudio.
 - Visitas a los AECOP's, entrevista "in situ" con informantes clave formal y observación general de los alrededores. (Estudio agroecológico y energético-económico cualitativo).
 - Revisión bibliográfica que permitiera caracterizar la zona climatológica y
-

edafológicamente para determinar su capacidad de uso y además confeccionar los balances energéticos-financieros para cada uno de los AECOP's

- Análisis energético-económicos (cuantitativos) de los AECOP's.
- Diagnóstico de los AECOP's.
- Presentación de informe (resultados).

III. Antecedentes

1. Los balances energéticos.

Los balances energéticos son los instrumentos por medio de los cuales se trata de analizar como los sistemas agrarios captan, degradan y convierten la energía. A través de un recuento minucioso de la energía que entra o se emplea en la actividad productiva agraria junto con los productos cosechados, la eficiencia de conversión se obtiene analizando la relación existente entre ambos flujos. En palabras simples un balance energético de una explotación agraria implica la valoración de las entradas y salidas en unidades energéticas (Simón *et al*, 1995; Fernández, 1981).

El fin principal del análisis energético es calcular la cantidad total de energía necesaria, directa e indirectamente, para suministrar un producto o un servicio a un consumidor final. A esto se le llama demanda bruta de energía (GER) o input energético (Leach, 1976). Además existe la posibilidad de comparar situaciones diferentes y aportar datos que sirvan para complementar los de origen económico que van a influir en al toma de decisiones respecto a las modificaciones posibles de un proceso de producción (Fernández, 1981).

Se entiende por input energético aquellas entradas de energía que tienen un costo de oportunidad en el sentido económico, y por lo tanto implican un costo monetario o imputado. Por otra parte el valor energético de los inputs agrarios incorpora, para cálculos de los balances, la energía gastada en la transformación de los inputs hasta que son utilizados por los agricultores además de la energía bruta contenida en los propios inputs. Toda la energía de los inputs se expresa en términos de energía primaria. (Simón *et al*, 1995; Leach, 1976).

En cuanto a los outputs se considera únicamente el producto alimenticio aprovechado por el consumidor. Es decir el output comestible neto. Puede expresarse en tres formas:

1. Peso o volumen de alimento completo.
2. Un contenido nutritivo energético.
3. Una cantidad de proteína bruta (Nx6,25).

En el caso de subproductos que no pueden producirse sin un importante input energético, entonces el input energético total se divide entre el producto principal y los subproductos (Leach, 1976).

Una de las ventajas que presenta un análisis energético frente a un análisis económico que tome como unidad de medida un sistema monetario es la invariabilidad de los datos energéticos en el tiempo frente a las fluctuaciones del valor de la moneda, incluso en periodos relativamente cortos (Fernández, 1981).

El análisis de energía no intenta reemplazar a la economía si no complementarla. Al hacer esto puede revelar varias importantes posibilidades de las cuales tres merecen especial mención (Leach, 1976).

Las consecuencias de las restricciones de materias primas energéticas o su subida de precios, no se comprenden, ni la política es capaz de planificarlas, sin un conocimiento de flujo total energético dentro de las sociedades, cuando se considera todo el consumo tanto indirecto como directo de materias primas energéticas y energía.

La energía es un recurso único. En el análisis final, todos los costos de producción de cualquier cantidad o servicio se pueden reducir a un juego de unidades monetarias, que uno puede etiquetar entre rentas, beneficios o impuestos, y tres recursos físicos fundamentales. Son estas materias primas energéticas o energía técnicamente útil (finita y no renovable), tierra y trabajo. La producción de alimentos es única en el gasto que hace de estos recursos.

La economía y todas las actividades que dependen de ella, no disponen de ningún mecanismo para tomar en cuenta el agotamiento de los recursos.

2. El balance energético aplicado a la agricultura.

La evolución histórica de la agricultura se caracteriza por la introducción paulatina de nuevos inputs que acrecientan la eficiencia del trabajo humano pero reducen la eficiencia energética (Simón *et al*, 1995). La energía que se

utiliza en los procesos productivos proviene ahora de fuentes diferentes, renovables a muy largo plazo.

Tradicionalmente la energía utilizada en la agricultura provenía mayormente del trabajo humano y animal, la energía de los productos era más alta que la invertida para obtenerlos. Sin embargo en los últimos cincuenta años, se acrecentó el uso de combustibles fósiles e inputs con un alto contenido energético, y se redujo el saldo positivo de los balances energéticos en la agricultura (Simón *et al*, 1995).

Durante el proceso de plena industrialización, el consumo de energía en la agricultura se elevó en un 70% aproximadamente, mientras que la fuerza del trabajo descendió en un 50%, el input energético por hombre se elevó hasta tres veces. La energía requerida para producir una cantidad nutricional dada de alimentos aumentó (Leach, 1976).

El ciclo natural de los combustibles fósiles es muy largo, la tasa de extracción de petróleo supera en mucho a la de su formación, la consecuencia lógica es que la cantidad de materia prima para producir combustibles fósiles es cada día menos y se produce gran cantidad de desechos de asimilación muy lenta y de difícil aprovechamiento.

Con la llegada de los combustibles fósiles se produce un déficit crónico de energía, se está convirtiendo los recursos energéticos de baja entropía en productos finales de alta entropía. Así la energía aprovechable o libre que se puede convertir en trabajo, es transformada continuamente en energía no aprovechable (Simón *et al*, 1995).

Los balances energéticos realizados por Leach (1976) durante la crisis energética de los setenta demuestran que los sistemas más modernos son los menos eficientes energéticamente y los que presentan más incompatibilidades con el medio. En el caso de sistemas totalmente industriales, el trabajo humano y animal normalmente contribuyen con mucho menos del 1% del total.

En la relación inputs-outputs, los cultivos pre-industriales son los más eficientes, luego se encuentran los cultivos semi-industriales y por último los productos ganaderos y las explotaciones totalmente industrializadas (Leach, 1976).

Con respecto al sector agrícola, Leach (1976) demuestra que tomando juntos los valores energéticos, biológicos e industriales, hay un bajo rendimiento biológico de producción energética alimentaria y un uso despilfarrador de materias primas energéticas fósiles. En su trabajo calcula un índice energético global de 0,20 es decir se necesitan cinco unidades de carburante para suministrar cada unidad energética de la dieta, sin incluir ningún input una vez puesto el alimento en manos del consumidor.

3. La producción de café en Costa Rica.

El café costarricense representa un 15% del producto interno bruto del país, y un 3% del grano que se comercializa en el mundo (Amador *et al*, 2000). Este cultivo, de gran importancia para Costa Rica, se manejaba con un sistema de bajos insumos, sin embargo, con la revolución verde los productores empezaron a cambiar las plantaciones a un sistema más intensivo, con altas producciones sustentadas en una gran cantidad de inputs externos.

En este momento el café presenta gran inestabilidad en los precios, por ejemplo, el café cotizado en agosto del 2000 alcanzó un precio de US\$94,62 por saco en la bolsa de Nueva York. Mientras que el costo de una fanega de café se estima en US\$110 en Costa Rica, en Brasil en US\$74 y en Asia en US\$35. Estos costos de producción reflejan el sistema costarricense de producción con altos insumos (Amador *et al*, 2000).

La producción orgánica de café, con bajos insumos, ha resultado una alternativa para los productores, la agricultura orgánica se basa en el manejo sostenible de los recursos, el sistema de café orgánico es diferente al convencional porque utiliza pocos insumos externos, recicla los recursos de la finca y se apoya en procesos naturales para producir, por ejemplo: abonos verdes, coberturas, incorporación de árboles y control biológico de plagas.

Un cultivo orgánico es similar a un ecosistema, por eso los procesos requieren de menos entradas de materia y energía aportadas por el productor porque los recursos se reciclan naturalmente; el problema en una producción orgánica es que no se alcanzan los niveles de producción obtenidos en una plantación convencional.

En comparación con las fincas convencionales, las fincas orgánicas, tienen mayor diversidad a nivel de plantación, incluyen más actividades agrícolas. El suelo contiene más materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, mejor saturación de bases y pH (Lyngbaek, 2000).

La producción de café orgánico requiere de más mano de obra ya que se realizan más labores, muchas de las cuales son completamente manuales, por ejemplo: deshierbas, poda de sombra, y preparación de caldos y abonos orgánicos. Además el café orgánico necesita mucha observación por parte del productor.

Costa Rica tiene el octavo lugar entre los productores de café orgánico, según la corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense (CEDECO) existen más de 800 ha de café orgánico, con una producción de alrededor de 37 000 fanegas (Amador *et al*, 2000).

4. El balance energético en Costa Rica.

En Costa Rica, y en general en Latinoamérica, el balance energético se ha utilizado muy poco, y nunca en café. Existen algunos trabajos de estudiantes de Licenciatura en Agronomía con énfasis en Agricultura Ecológica, de la Universidad Nacional (Umaña *et al*, 1998; Chaves *et al*, 1998). Estos trabajos se hicieron en sistemas agropecuarios principalmente, en ellos se demuestra la utilidad de la técnica para determinar la eficiencia de los procesos productivos y para complementar los análisis económicos.

Estos balances determinaron, que los sistemas más eficientes recuperan en sus outputs menos del 25% de la energía invertida, también en el aspecto económico se observa mucha ineficiencia, los resultados se atribuyen a la utilización de muchos insumos externos sintéticos que requieren materia prima importada y grandes cantidades de energía para su fabricación.

IV: Resultados y Discusión.

1. Condición de los entornos.

Localización Geográfica.

El AECOP de la Familia Rojas estudiado, pertenece según la división territorial administrativa a la provincia de San José (1),

cantón de Aserri (VI). Se ubica en el distrito Legua (5to) que comprende los poblados de La Legua, Alto Buenavista, Altos del Aguacate, Bajo Bijagual, Bajo Máquinas, Bajo Venegas, Carmen, Loma Calvario y Parrita. La Legua dista de la Ciudad de San José, aproximadamente 35,0 Km

El AECOP de la Familia Chinchilla pertenece a la provincia de San José (1), cantón de Acosta (XII), distrito Guaitil (2do), el poblado de La Cruz se encuentra a 36,0 Km de San José (Anexo 1).

Geográficamente ambas zonas se encuentran localizadas en la hoja cartográfica Caraigres (3345 II) del Instituto Geográfico Nacional, publicado a escala 1:50.000. Las coordenadas de la proyección Lamber para el caso del SP de la Familia Rojas son: 524 – 525 y 190 – 191 y para el SP de la Familia Chinchilla son: 513 – 514 y 198 – 197 (Anexo 2).

Relieve.

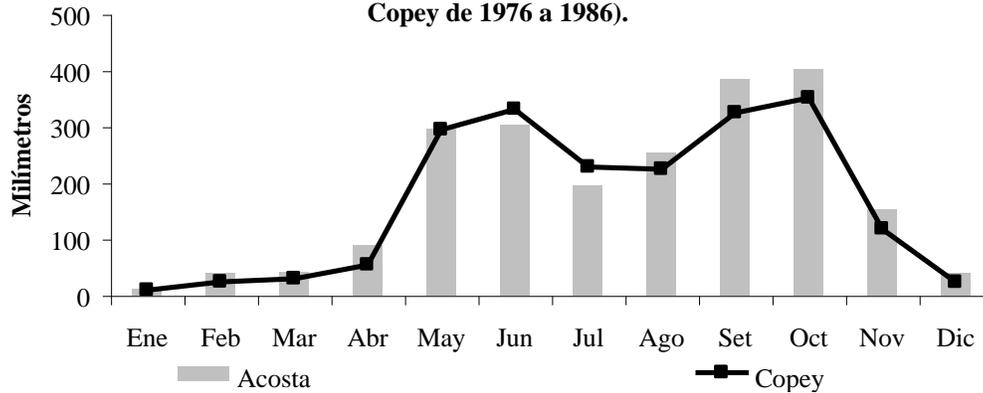
El relieve de la zona presenta pendientes variables, que van desde ligeramente ondulado (3 – 8%) a escarpado (60 – 75%), predominando estas últimas. Cabe destacar que las áreas con menos pendientes fueron utilizadas para ubicar la infraestructura (casas, iglesia, plaza, etc.) presentes en la zona.

Los AECOP'S de las Familias Rojas y Chinchilla se encuentran a una elevación de 1.700 m.s.n.m. y 1.100 m.s.n.m. respectivamente.

Clima.

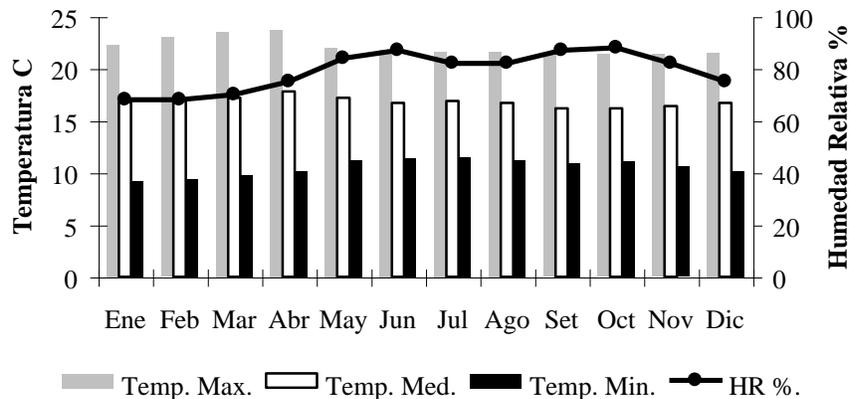
Las informaciones que se presentan corresponden a la estación pluviométrica ubicada en Copey de Acosta (Lat. 09° 39' N, Long. 83° 55' O, Elev. 1.880 m.s.n.m.), distante aproximadamente 25,0 km. es la que registró más datos (lluvia, temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media y humedad relativa). La estación meteorológica de San Ignacio de Acosta recolectó únicamente datos de precipitación hasta el año de 1980 (Lat. 09° 48' N, Long. 84° 10' O, Elev. 1.095 m.s.n.m.) distante 9,0 km. En ambas estaciones, el mes más lluvioso es octubre y el de menor precipitación enero, con una precipitación promedio anual entre los 2.010 y 2.211mm. El mes de menor temperatura mínima es enero (9,2 °C) y el de mayor temperatura máxima abril (23,7 °C).

Figura 1. Promedios mensuales de precipitación. (Acosta 1950 a 1980 y Copey de 1976 a 1986).



Fuente: Instituto Meteorológico Nacional

Figura 2. Promedios mensuales de temperatura y humedad relativa. (Acosta de 1950 a 1980 y Copey de 1976 a 1986).



Fuente: Instituto Meteorológico Nacional.

Vegetación y Zonas de Vida.

Las vegetaciones predominantes son el pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y café (*Coffea arabica*). En la zona el cultivo de mayor extensión es el café, cultivo sobre el cual se basa toda la economía de la zona.

No es posible observar partes de bosque primario en la zona, ya que fue arrasado. De acuerdo a las zonas de vida según Tosi se clasifica como Bosque húmedo tropical, transición a premontano (bh-TA) para el SP ubicado en La Legua y Bosque húmedo tropical (bh-T) para el SP ubicado en La Cruz.

Infraestructura, Servicios y características Socioeconómicas.

La Legua tiene comunicación vía terrestre por medio de camino lastrado, transitable todo el año, con el pueblo de Monterrey. Este dista de La Legua 4,0 km. A partir de este sitio se cuenta con una vía pavimentada que facilita la comunicación con el Valle Central.

El pueblo de La Legua cuenta con servicios públicos como: suministro de agua, alumbrado, escuela, teléfono e Iglesia católica. No se encuentran instituciones estatales como el Ministerio de Agricultura y Ganadería o Bancos que faciliten la transferencia de tecnología o aspectos crediticios. Ciertas instituciones no gubernamentales ayudan a la comunidad en aspectos administrativos y tecnológicos (CEDECO). La atención de la salud pública se

obtiene a través de los EBAIS. Se cuenta con transporte público (bus o taxis).

Existe la Asociación de Familias Orgánicas de Caraiques (AFAORCA) que procesa y comercializa el café orgánico con excepción de esta asociación no existen centros de acopio, ni organizaciones campesinas y/o cooperativas que comercialicen los productos.

El pueblo de La Cruz se comunica con San Ignacio de Acosta por carretera lastreada transitable todo al año. La vía terrestre que comunica a San Ignacio de Acosta con San José es pavimentada.

La Cruz cuenta con servicios públicos como: suministro de agua, alumbrado, escuela, teléfono e Iglesia católica. Instituciones estatales como el Ministerio de Agricultura y Ganadería o Bancos que faciliten la transferencia de tecnología o aspectos crediticios se encuentran localizadas en San Ignacio de Acosta. La atención de la salud pública se obtiene a través de los EBAIS.

2. Caracterización y análisis técnico de las AECOPS.

Características de los suelos y Capacidad de uso.

Los suelos del AECOP de la Familia Rojas se originaron de materiales derivados de la meteorización de las rocas "in situ". Su composición guarda una estrecha relación con la naturaleza de la roca original. Taxonómicamente estos suelos se clasifican como Paralithic

Ustropepts. El área del SPAO se divide en dos sectores desde el punto de vista de capacidad de uso. Para efectos de evaluación se dividió en dos áreas: Ligeramente Ondulada (LO) y Escarpada (E). Área LO son suelos de textura fina (arcillosa), bien drenados, profundidad efectiva 0,9 m., erosión leve, ligeramente pedregoso, riesgo de inundación nulo. El área E son suelos de textura fina (arcillosa), drenaje bueno a moderadamente excesivo, ligeramente pedregoso, profundidad efectiva 0,6 m., erosión moderada, riesgo de inundación nulo.

No se ven evidencias de que los vientos sean constantes y superen los 15,0 km./hr. En este sector, según comentarios la presencia de neblina es poco frecuente.

Presentan valores medios de potasio, calcio y magnesio, acidez extractable baja, contenidos de fósforo altos, de hierro y manganeso medios y bajos en zinc y cobre. El valor de la saturación de acidez es baja y la suma de cationes y la capacidad de intercambio catiónico efectivo son medias. En cuanto a la interpretación de las relaciones tenemos que se presentan carencias de magnesio con respecto a calcio, hay carencia de potasio respecto al calcio, la relación magnesio potasio se encuentra en equilibrio. La relación calcio más magnesio sobre potasio, confirma la carencia de potasio.

Se siguió la metodología para determinar la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica elaborado por la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial (SEPSA, 1991).

Cuadro 1. Distribución de las áreas por uso actual y recomendado.

| Actividad | Área Has. | Capacidad de uso | |
|-----------------|--------------|------------------|--------------------------|
| | | Actual | Recomendado |
| Café y Frutales | 4,00 | VIe1 | Bosque o café y frutales |
| Pastos | 2,55 | VIe1 | Bosque o café y frutales |
| Hortalizas | 0,20 | IIIs 1s2s3 | Cultivos anuales |
| Miscelánea | 0,25 | * | |

Total 7,00

* Corresponde caminos e infraestructura.

Los suelos del AECOP de la Familia Chinchilla se originaron de materiales piroclásticos (cenizas volcánicas). Taxonómicamente estos suelos se clasifican como Humic Haplustands. El área del AECOP desde el punto de vista de capacidad de uso se clasifica como VIe1, apta para bosque o cultivos perennes (café o frutales) con labores de conservación de suelos.

Son suelos de textura media (franca), drenaje bueno a moderadamente excesivo, sin piedras, profundos, erosión moderada, riesgo de inundación nulo.

No hay evidencias de que los vientos sean constantes y superen los 15,0 km./hr. La presencia de neblina es poco frecuente en esta zona.

Presentan valores medios de potasio y cobre, acidez extractable baja, contenidos de fósforo, zinc y manganeso bajos. Los valores de magnesio, hierro y materia orgánica son altos. La suma de cationes y la capacidad de intercambio catiónico efectivo son altas. En cuanto a la interpretación de las relaciones tenemos que se presentan carencias de potasio con respecto a calcio, hay carencia de potasio respecto al magnesio, la relación calcio / magnesio se encuentra en equilibrio. La relación calcio más magnesio sobre potasio es alta, confirmándose la carencia de potasio con respecto a los contenidos de calcio y de magnesio.

Descripción de los AECOPS.

El AECOP Familia Rojas se puede dividir en siete sectores de acuerdo a su uso actual y composición:

- 1,00 ha de café en producción en la cual se utiliza como sombra aguacate, poró y guineo. El área cuenta con terrazas para conservación de los suelos.
- 0,50 ha. de café en desarrollo y manzanos “abandonados” y con sombra de *Erythrina* spp. en estados iniciales desarrollo. Es necesario hacer notar que en este sector el café presenta un mal desarrollo por la falta de sombra y fertilización. En el caso de los manzanos, éstos no cuenta con la atención correspondiente por lo que su productividad es muy baja. Toda el área cuenta con labores de conservación de terrazas.
- 0,50 ha. de café en desarrollo con sombra de guineo. Al igual que el anterior

- el café muestra un pobre desarrollo por falta de sombra y fertilización. Toda el área cuenta con labores de conservación de terrazas.
- 2,00 ha. de café sin asistencia con sombra de duraznos y anonas. Este sector se encuentra un poco retirado del resto del área.
- 2,55 ha. de pastos. El pasto empleado es natural, kikuyo y king grass. Este último empleado como pasto de corte.
- 0,20 ha. dedicadas al cultivo de hortalizas. De esta área aproximadamente un 50% esta en barbecho.
- 0,25 ha. que corresponden al área utilizada por caminos e instalaciones. En dichas instalaciones se encuentran los corrales para el ganado, los cerdos, la picadora de pastos, invernadero y el área para la preparación del compost y vermicompost.

El AECOP cuenta con un sistema de irrigación por gravedad que le permite atender las necesidades hídricas de las hortalizas, de los animales y el pasto de corte.

El AECOP de la Familia Chinchilla se compone de una hectárea y media de las cuales una hectárea se encuentra sembrada de café y la media hectárea en sucesión.

Manejo de los sistemas.

Manejo del sistema de la Familia Rojas.

El café (*Coffea arabica*) se encuentra en asocio con árboles frutales como anonas (*Annona cherimola*), duraznos (*Prunus persica*), poró (*Erythrina* sp.), y guineo negro (*Musa* sp.). La fertilización aplicada es dirigida al café, los frutales no son aplicados, aprovechan la proximidad. El cafetal es aplicado con gallinaza cada tres años con aproximadamente 150 sacos de gallinaza por manzana. Las chapeas se realizan en los meses de junio y octubre con terceros.

La poda del café se realiza una vez al año, durante los meses de marzo y abril, el método empleado es el selectivo. El inconveniente de este sistema es que no permite tener control sobre el área total a podar, para evitar superar el 30% del área y no sufrir una caída fuerte en la producción. La deshija (selección de los hijos) se realiza simultáneamente con la poda.

La cosecha se lleva a cabo en los meses de diciembre a marzo, para la cual emplean adicionalmente mano de obra externa.

El arreglo de la sombra se practica una vez por año durante los meses de julio y agosto. La resiembra se practica anualmente.

La productividad es de siete fanegas para el área que recibe mantenimiento y de tres fanegas en el sector este que se encuentra abandonado. Este sector sufrió un ataque severo de ojo de gallo (*Mycena citricolor*) y fue podado como medida sanitaria de control, lo que pone en evidencia que no hay aplicaciones de funguicidas autorizados para el control.

Al parecer en este sector la presencia de neblina es más frecuente, factor al que le achacan el problema de mayor incidencia, sin embargo en vista realizada al sitio, no se observó alta incidencia de la enfermedad. Algunas plantas presentan ligeros síntomas de chasparria (*Cercospora coffeicola*), siendo más frecuente la presencia de antracnosis (*Colletotrichum* sp). El Biofertilizante tipo té de boñiga son aplicados en los meses de junio y diciembre.

Las variedades de café sembradas son caturra y catuaí amarillo. Los frutales no reciben atención alguna, sólo cosecha. Los árboles de aguacate son injertados, la variedad utilizada es Hass y algunos criollos, ninguno de los árboles injertados produce, solo los criollos en muy poca cantidad. Las causas de la no producción se deben a problemas de polinización ya que solo hay árboles con flor tipo A y a deficiencias en zinc. Problemas con insectos no fueron detectados.

El arreglo espacial de los frutales no sigue patrón definido. El café está sembrado a una densidad de 5000 plantas por hectárea. No se efectúa control de plagas en los frutales y guineo.

Las anonas y duraznos son cosechados manualmente, simple torsión del pedúnculo, y transportados en canastas plásticas desde el campo hasta la feria. Estos sufren daños por aplastamiento lo cual acorta su vida.

Los guineos son cosechados con machete en estado verde y acarreados en hombro hasta el sitio más cercano accesible al vehículo que los transporta a la feria. Sufren cierto daño por manejo que afecta su calidad.

La productividad anual para la totalidad de los frutales es de 200 kg en el caso de los duraznos, 150 kg para las anonas y unos 100 racimos por

año de guineo. Realizan podas de las ramas agotadas una vez al año en el caso de los duraznos.

El guineo presenta infección de sigatoka negra (*Mycospharella fijiensis*), la cual no presenta graves problemas porque su desarrollo se ve afectado por las bajas temperaturas.

En el caso de la anona se presume que la plaga presente es el perforador de la semilla (*Bephratelloides cubensis*) por la presencia de frutos momificados en el árbol con pequeñas perforaciones aunque perfectamente puede ser el hongo *Colletotrichum gloesporioides* que presenta síntomas similares y además por la muerte descendente observada en los brotes.

Manejo del sistema de la Familia Chinchilla.

El café se encuentra en asocio con: lagartillo (*Xanthoxylum* sp.), guachipelín (*Diphysa americana*), candelillo (*Cassia* sp.), laurel (*Cordia alliodora*), guácimo (*Luehea* sp), poró (*Erithryna* sp.), targuá (*Croton* sp.), leucaena (*Leucaena leucocephala*), madero negro (*Gliricidia sepium*), guabas (*Ingas* spp.), banano (*Musa* sp), plátano (*Musa* sp) y cas (*Psidium* sp.); muchas de estas plantas son maderables, otras son frutales o sirven como sombra y fijadores de nitrógeno.

La fertilización aplicada es dirigida al café, se realiza con bokashi en agosto, además de la brosa que se produce en el cafetal y un biofertilizante de frutas (mango, banano, manzana rosa y melaza) en mayo y agosto. El bokashi se prepara en la finca con gallinaza, semolina y melaza.

Las chapeas se realizan en los meses de junio y octubre. El arreglo de la sombra se practica una vez por año durante los meses de julio y agosto. La resiembra se practica anualmente en junio.

La poda del café se realiza una vez al año, en el mes de febrero, el método empleado es el selectivo. La deshija (selección de los hijos) se realiza en el mes de julio, después del arreglo de sombra, seleccionando los dos mejores hijos que quedan después de la poda. Ninguno alcanza niveles altos de infección de significancia económica

La cosecha se lleva a cabo en los meses de octubre a enero, para la cual emplean adicionalmente mano de obra externa. La variedad de café sembrada es

catuái rojo. La productividad es de 17 fanegas por hectárea.

Las plagas más importantes presentes en el sistema son: chasparria (*Cercospora coffeicola*) en los meses de julio y agosto, roya (*Hemileia vastratrix*) al final de la cosecha, y muy poco de ojo de gallo (*Mycena citricolor*). No se realiza ninguna práctica relacionada con el control de plagas.

Las plantas de sombra no reciben atención alguna, sólo cosecha.

El arreglo espacial de las plantas de sombra no sigue patrón definido. La densidad de café es de 500 plantas por hectárea.

Los guineos y bananos son cosechados con machete en estado verde y acarreados en hombro hasta el sitio más cercano accesible al vehículo. Sufren cierto daño por manejo que afecta su calidad.

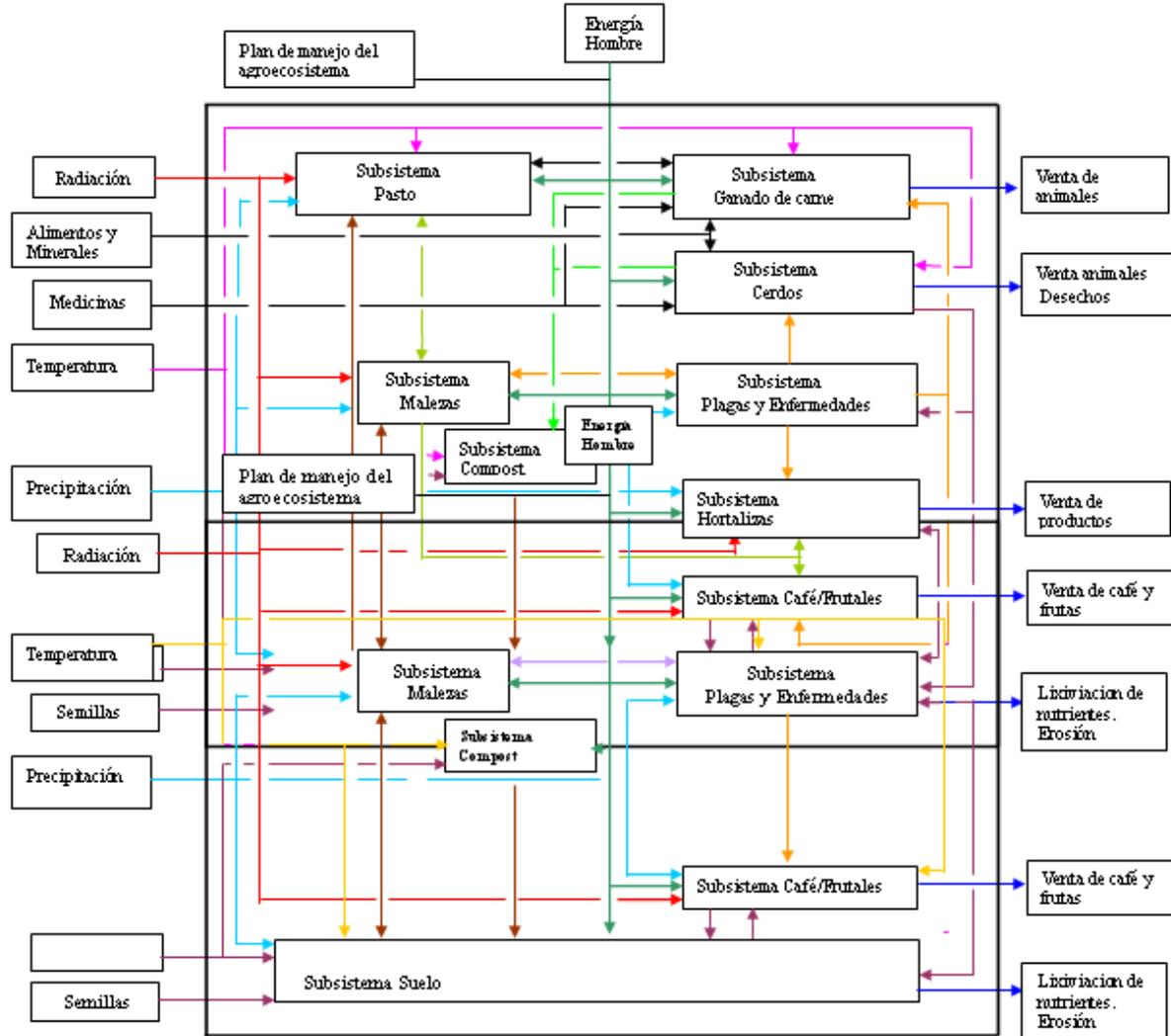
La productividad anual para la totalidad de los frutales es de 15 racimos de banano y 20 racimos de plátano.

Flujos de materiales y energía.

Las entradas, salidas y las interrelaciones determinadas en los AECOPS pueden ser observadas en las figuras 3 y 4.

Para el AECOP de la Familia Rojas se presenta en forma integral con el objeto de visualizar mejor su funcionamiento.

Figura 4. Flujo de materiales y energía para el agroecosistema de la Familia Chinchilla.



5. Análisis económico de los sistemas.

El producto bruto obtenido por la Familia Chinchilla es mayor aunque su sistema cuenta con un área más pequeña. Este factor hace que su valor agregado bruto obtenido por hectárea supere al de la Familia Rojas, aunque los costos intermedios sean mayores en ¢2.800/ha. Al sustraer la amortización, y la mano de obra contratada el sistema de la Familia Chinchilla, supera en ¢732.695 los indicadores económicos de la Familia Rojas. Lo mismo se puede decir de

la remuneración por trabajo Familiar, en el sistema de la Familia Chinchilla la remuneración por hora Familiar laborada es de ¢3.959, mientras el sistema de la Familia Rojas es de ¢255, tomando en consideración los frutales que están asociados con el café, de lo contrario ésta sería negativa (-¢42). Tomando en consideración únicamente el café en el sistema de la Familia Chinchilla ésta se incrementa (¢4.109), por lo tanto los frutales disminuyen los ingresos por hectárea.

Cuadro 2. Balance económico del sistema Familia Rojas.

| Indicadores Área 4 has. | Subsistema Café | Subsistema Frutales | Total |
|----------------------------|--------------------|------------------------|---------|
| Producto Bruto | 481.600 | 160.000 | 641.600 |
| Costos Intermedios | 60.000 | - | 60.000 |
| Valor Agregado Bruto | 421.600 | 160.000 | 581.600 |
| Amortización | - | - | - |
| Valor Agregado Neto | 421.600 | 160.000 | 581.600 |
| Renta de la Tierra | - | - | - |
| Intereses | - | - | - |
| Impuestos | - | - | - |
| Parte del Valor Agregado | 421.600 | 160.000 | 581.600 |
| Mano de Obra Contratado | 440.300 | - | 440.300 |
| Ingreso Agrícola Neto | (18.700) | 160.000 | 141.300 |
| Ingreso Agríc. Neto/Ha | (4.675) | 40.000 | 35.325 |
| Horas M. de O. Familiar | 442 | 112 | 554 |
| Remuneración Trab. Familia | (42) | 1.429 | 255 |

Según estos datos el sistema de producción de la Familia Chinchilla produce mayor retribución económica que el de la Familia Rojas, y esto se

debe a una mayor producción de café y a menos costos por mano de obra contratada.

Cuadro 3. Balance económico del sistema Familia Chinchilla.

| Indicadores Área 1 ha. | Subsistema Café | Subsistema Frutales | Total |
|----------------------------|--------------------|------------------------|----------|
| Producto Bruto | ¢818.720 | ¢12.000 | ¢830.720 |
| Costos Intermedios | ¢17.800 | ¢0 | ¢17.800 |
| Valor Agregado Bruto | ¢800.920 | ¢12.000 | ¢812.920 |
| Amortización | ¢23.300 | | ¢23.300 |
| Valor Agregado Neto | ¢777.620 | ¢12.000 | ¢789.620 |
| Renta de la Tierra | ¢0 | ¢0 | ¢0 |
| Intereses | ¢0 | ¢0 | ¢0 |
| Impuestos | ¢0 | ¢0 | ¢0 |
| Parte del Valor Agregado | ¢777.620 | ¢12.000 | ¢789.620 |
| Mano de Obra Contratado | ¢21.600 | ¢0 | ¢21.600 |
| Ingreso Agrícola Neto | ¢756.020 | ¢12.000 | ¢768.020 |
| Ingreso Agríc. Neto/Ha | ¢756.020 | ¢12.000 | ¢768.020 |
| Horas M. de O. Familiar | 184 | 10 | 194 |
| Remuneración Trab. Familia | ¢4.109 | ¢1.200 | ¢3.959 |

Balances energéticos.

Los sistemas de café orgánico están asociados con árboles para sombra, en los casos analizados estos árboles son frutales de los que se aprovecha la cosecha para aumentar el ingreso Familiar. El análisis energético se realizó tomando en consideración el aprovechamiento o no de los frutos, con la finalidad de conocer su grado de importancia sobre el agroecosistema. Para el caso del sistema de la Familia Chinchilla no se tomó en consideración los árboles maderables asociados al café, los cuales evidentemente cuando sean talados se convertirán en un output del sistema.

Con frutales.

Los índices presentados en el cuadro 6 indican que al analizar los inputs de mano de obra/ hectárea la diferencia es de 27 KJ, más para el sistema de la Familia Chinchilla. Sin embargo, en cuanto a inputs de materiales/ hectárea la cantidad de energía aportada es mucho mayor para el sistema de los Rojas, 43.270 KJ/ ha más que el sistema de los Chinchilla. El principal aporte energético al sistema de los Rojas es la fertilización con gallinaza, este es un input que aporta bastantes nutrientes, sin embargo tiene un alto valor energético, la eficiencia del sistema mejoraría mucho si se utilizara otro fertilizante orgánico como el compost o el bokashi, de menor valor energético, pero de mayor aprovechamiento, ya que estudios indican que hasta un 85% del amonio se pierde por volatilización.

Los outputs de la Familia Chinchilla son mayores en 10.621 KJ/ hectárea, debido a su mayor productividad de café. La brosa del café no se

consideró como output en ninguno de los sistemas, porque en ambos es devuelta al sistema como fertilizante

La producción energética neta del sistema de la Familia Rojas, presenta valores negativos de energía mientras que el de la Familia Chinchilla es positivo.

La eficiencia energética es mucho mayor en el sistema de los Chinchilla, por cada KJ aportado al sistema se obtienen 2,44 KJ, mientras que en el sistema de los Rojas se obtienen 0,05 KJ.

Los inputs totales/ kg son mayores en el sistema de la Familia Rojas, superando en 116 KJ al sistema de la Familia Chinchilla. Sin embargo los outputs totales/ kg son mayores por 2 KJ en el sistema de la Familia Chinchilla.

El valor del input/ KJ es mayor en el sistema de los Chinchilla en ¢35,96, y el valor de la diferencia de los outputs/ KJ es de ¢1,20, diferencia que se debe a la mayor producción de frutales en el sistema de la Familia Rojas, los cuales tienen un menor valor energético.

Sin frutales.

Al excluir los frutales de los balances energéticos, los inputs de mano de obra/ hectárea muestran diferencias de 129 KJ, esto indica que en el sistema de la Familia Rojas se emplean menos horas en la atención del café. En ambos sistemas los inputs de materiales/ hectárea no varían con respecto al sistema cuando no se consideran los frutales, esto debido a que no se utilizan inputs en ellos.

Cuadro 4. Balance energético Familia Rojas

| | Época | Producto | Cantidad | Mano de obra -Horas | | Energía Kcal | Total Kcal | KJ 4,187J/kcal |
|--------------------------------|----------------|-----------|----------|---------------------|----------|-----------------|---------------|-------------------|
| | | | | Contrato | Familiar | | | |
| Inputs | | | | | | 46.463.514 | 194.543 | |
| Control de malezas | Jn-Oc | Mo | | 1168 | | 240 | 280.320 | 1.174 |
| Fertilización | | Mo | | 48 | | 240 | 11.520 | 48 |
| | | compost | | | | | | - |
| | Oc | gallinaza | 10.000 | | | 4.600 | 46.000.000 | 192.602 |
| Aplicación de biofertilizantes | Ab-Jn-Ag-Oc-En | Mo | | 48 | | 240 | 11.520 | 48 |
| | | producto | 10 | | | 4.600 | 46.000 | 193 |
| Regulación de sombra | Jl-Ag | Mo | | 32 | | 240 | 7.680 | 32 |
| Poda del café | Mr-Ab | Mo | | 48 | | 240 | 11.520 | 48 |
| Deshija | Mr-Ab | Mo | | 48 | | 240 | 11.520 | 48 |
| Resiembra | | Mo | | 40 | | 240 | 9.600 | 40 |
| Cosecha de café | Dc-En-Fb-Mr | Mo | | 96 | 96 | 240 | 46.080 | 193 |
| Poda de durazno | Jl-Ag | Mo | | 24 | | 240 | 5.760 | 24 |
| Cosecha de durazno | Ab-My | Mo | | 32 | | 240 | 7.680 | 32 |
| Cosecha de anono | St-Nv | Mo | | 24 | | 240 | 5.760 | 24 |
| Raleo y deshija guineo | mensual | Mo | | 16 | | 240 | 3.840 | 16 |
| Cosecha de guineo | mensual | Mo | | 16 | | 240 | 3.840 | 16 |
| Otros materiales | | | | | | | | - |
| Herramientas | | | 15 | | | 21 | 314 | 1 |
| Estañones plásticos | | | 40 | | | 14 | 560 | 2 |
| Outputs | | | | | | 2.414.380 | 10.109 | |
| Café | | | 688 | | | 2.260 | 1.554.880 | 6.510 |
| Durazno | | | 200 | | | 570 | 114.000 | 477 |
| Anona | | | 150 | | | 970 | 145.500 | 609 |
| Guineo | | | 600 | | | 1.000 | 600.000 | 2.512 |
| Total | | | | 1638 | | | | |

Cuadro 5: Balance energético Familia Chinchilla

| | | | | Manodeobra-Horas | | Energía | Total | KJ |
|-----------------------------|-------------|----------|----------|------------------|----------|---------|-----------|-------------|
| | Época | Producto | Cantidad | Contrato | Familiar | Kcal | Kcal | 4,187J/kcal |
| Inputs | | | | | | | 1.288.207 | 5.394 |
| Control de malezas | Jn-Oc | Mo | | | 96 | 240 | 23.040 | 96 |
| Fertilización con ceniza | Jn | Mo | | | 18 | 240 | 4.320 | 18 |
| | | Ceniza | 828 | | | 2 | 1.987 | 8 |
| Fertilización con Bocashi | Ag | Mo | | | | 240 | - | - |
| | | Bokashi | 920 | | | | 1.255 | 1.154.600 |
| Fertilización con broza | | Mo | | | 6 | 240 | 1.440 | 6 |
| | | Broza | | | | | | - |
| Biofertilizante | My-Ag | Mo | | | 24 | 240 | 5.760 | 24 |
| | | Frutas | 18 | | | | 1.166 | 20.980 |
| Regulación de sombra | Jl-Ag | Mo | | | 36 | 240 | 8.640 | 36 |
| Poda del café | Mr-Ab | Mo | | | 18 | 240 | 4.320 | 18 |
| Deshija | Mr-Ab | Mo | | | 18 | 240 | 4.320 | 18 |
| Resiembra | | Mo | | | 6 | 240 | 1.440 | 6 |
| Cosecha de café | Dc-En-Fb-Mr | Mo | | 72 | 132 | 240 | 48.960 | 205 |
| Cosecha de cas | | Mo | | | 4 | 240 | 960 | 4 |
| Cosecha de banano y plátano | mensual | Mo | | | 6 | 240 | 1.440 | 6 |
| Proceso de chancado | | Mo | | | 25 | 240 | 6.000 | 25 |
| Otros materiales | | | | | | | | - |
| Herramientas | | | | | | 21 | - | - |
| Estañones plásticos | | | | | | 14 | - | - |
| Outputs | | | | | | | 3.140.200 | 13.148 |
| Café | | | 1170 | | | 2.260 | 2.644.200 | 11.071 |
| Banano | | | 180 | | | 1.000 | 180.000 | 754 |
| Plátano | | | 200 | | | 1.300 | 260.000 | 1.089 |
| Cas | | | 80 | | | 700 | 56.000 | 234 |
| Total | | | 1630 | | | | | |

todas las cantidades son en Kg, el café es oro

En cuanto a los outputs/ hectárea el sistema de la Familia Chinchilla, supera al de la Familia Rojas en 9.443 KJ, comparando con los inputs para cada caso se obtiene una mayor eficiencia energética para el sistema de los Chinchilla, afirmación que confirman los índices de producción energética neta y eficiencia energética, los cuales indican que el sistema de la Familia Chinchilla tiene una producción neta de energía mayor en 54.584 KJ con respecto al sistema de la Familia Rojas, y una eficiencia de 2,06 KJ

obtenidos por input aportado al ecosistema. El sistema de la Familia Rojas tiene una eficiencia mucho menor, con 0,03 KJ obtenidos por input aportado. La cantidad de inputs totales/ kg del sistema de la Familia Rojas es 283 KJ mayor que el de la Familia Chinchilla, mientras que los outputs totales/ kg son iguales en ambos sistemas. El valor del input/ KJ es mayor para el sistema de la Familia Chinchilla en ¢35,96/ KJ (cuadro 6).

Cuadro 6. Índices energéticos de los sistemas.

| | Familia Rojas | Familia Chinchilla | |
|----------------------------|---------------|--------------------|--------|
| Con frutales | KJ | KJ | |
| Inputs MO/ha | 436 | 463 | |
| Inputs Mat/ha | 48.200 | 4.930 | |
| Inputs/ha | 48.636 | 5.394 | |
| Outputs/ha | 2.527 | 13.148 | |
| Prod.Energéticaneta (O-I) | (46.108) | 7.754 | |
| Eficienciaenergética (O/I) | | 0,05 | 2,44 |
| Inputtotales/kg | 119 | 3 | |
| Outputtotales/kg | 6 | 8 | |
| ValorKJ(input) | | ¢3,59 | ¢39,55 |
| ValorKJ(output) | | ¢63,47 | ¢62,27 |

| | Familia Rojas | Familia Chinchilla | |
|---------------------------|---------------|--------------------|--------|
| Sin frutales | KJ | KJ | |
| InputsMO/ha | 324 | 453 | |
| InputsMat/ha | 48.200 | 4.930 | |
| Inputs/ha | 48.523 | 5.384 | |
| Outputs/ha | 1.628 | 11.071 | |
| Prod.Energéticaneta(O-I) | (46.896) | 5.688 | |
| Eficienciaenergética(O/I) | | 0,03 | 2,06 |
| Inputtotales/kg | 283 | 5 | |
| Outputtotales/kg | 9 | 9 | |
| ValorKJ(input) | | ¢3,59 | ¢39,55 |
| ValorKJ(output) | | ¢73,98 | ¢73,95 |

Se debe aclarar que, los balances energéticos por sí solos no son una medida completa de sostenibilidad ecológica, porque no indican el desgaste de los recursos naturales y la escasez de las fuentes energéticas, si se quiere una medida más exacta de sostenibilidad es necesario anexar un análisis de costo ecológico.

Según Simón y colaboradores (1995) es necesario complementar los balances energéticos con análisis de costo ecológico, entendiéndose por

costo ecológico el consumo del stock de recursos naturales accesibles en un determinado momento.

El costo ecológico total referido a una determinada mercadería o producto es el resultado de considerar el costo ecológico de cada input que interviene en el proceso de elaboración, por lo tanto el costo total es igual a la sumatoria de los costos de los inputs. Además es necesario considerar las características del proceso de trabajo que elabora el producto, por lo que van a existir diferentes procesos con distintos índices de

eficiencia en el uso de la energía introducida (Simón *et al*, 1995).

Los análisis de costo ecológico generalmente indican que el tiempo de reproducción de los inputs utilizados es superior al valor de los outputs. Esto indica que las reservas energéticas o stocks accesibles están siendo explotadas a un ritmo muy elevado, es decir, la naturaleza no es capaz de reponer esa cantidad de recursos utilizado con la misma velocidad (Simón *et al*, 1995).

En este trabajo se realiza un balance nutricional como intento por tener una medida del costo ecológico de los agroecosistemas, con respecto al recurso suelo.

Balance nutricional.

Aunque el sistema de la Familia Chinchilla es muy eficiente desde el punto de vista del balance energético, es necesario hacer un análisis más profundo de las condiciones de ambos sistemas.

Cuadro 7. Contenidos nutricionales del suelo de los sistemas.

| | Kg/ ha | | | | |
|---------------|--------|------|-----|--------|-------|
| | N | P2O5 | K2O | CaO | MgO |
| Familia Rojas | 342 | 58 | 390 | 688 | 782 |
| Familia Chinc | 425 | 8 | 316 | 10.260 | 2.484 |

Comparando los análisis de suelo de ambos sistemas encontramos que la fertilidad del suelo de la parcela de la Familia Chinchilla es más alta que la de la parcela de la Familia Rojas.

Cuadro 8. Balances nutricionales.

| Familia Rojas | | | | | | |
|----------------|-----------|--------|--------|--------|-----------|----------|
| Producción | 2,5 | N | P2O5 | K2O | CaO | MgO |
| Disponible | | 342,00 | 58,00 | 390,00 | 688,00 | 782,00 |
| Aportefertiliz | galiinaza | 72,73 | 54,55 | 57,15 | 88,32 | 15,59 |
| Totaldispo | | 414,73 | 112,55 | 447,15 | 776,32 | 797,59 |
| Extracción | | 3,58 | 0,70 | 4,01 | 0,94 | 0,39 |
| Lixiviación | | 6,02 | 0,70 | 1,40 | 23,39 | 16,54 |
| Totalextraido | | 9,60 | 1,40 | 5,41 | 24,33 | 16,93 |
| Diferencia | | 405,13 | 111,15 | 441,74 | 751,99 | 780,66 |
| FamiliaChinc | | | | | | |
| Producción | 17 | N | P2O5 | K2O | CaO | MgO |
| Disponible | | 425,00 | 8,00 | 316,00 | 10.260,00 | 2.484,00 |
| Aportefertiliz | bocashi | 10,12 | 7,36 | 7,36 | 16,56 | 4,60 |
| | ceniza | - | 16,56 | 41,40 | 269,10 | 28,98 |
| Totaldispo | | 435,12 | 31,92 | 364,76 | 10.545,66 | 2.517,58 |
| Extracción | | 24,37 | 4,74 | 27,26 | 6,37 | 2,65 |
| Lixiviación | | 6,02 | 0,70 | 1,40 | 23,39 | 16,54 |
| Totalextraido | | 30,39 | 5,44 | 28,66 | 29,76 | 19,19 |
| Diferencia | | 404,73 | 26,48 | 336,10 | 10.515,90 | 2.498,39 |

Aunque la teoría actual del balance energético impide considerar los inputs naturales como la energía solar y la fertilidad natural del suelo, en este trabajo se decidió hacer un ensayo para calcular la energía acumulada en el suelo de

ambas fincas considerando hipotéticamente que los valores energéticos de los elementos allí presentes sean los mismos de los contenidos por los fertilizantes inorgánicos, situación que afectaría por igual a ambos sistemas.

El cuadro 9 muestra que la cantidad de energía acumulada en el suelo del sistema agrícola de los Chinchilla es mayor que la de los Rojas.

Cuadro 9. Energía estimada almacenada en los suelos de los sistemas.

| | KJ / ha | | | | | Total |
|---------------|---------|-------|-------|--------|-----|--------|
| | N | P2O5 | K2O | CaO | MgO | |
| Familia Rojas | 5.923 | 1.972 | 8.970 | 3.302 | - | 20.168 |
| Familia Chinc | 7.361 | 272 | 7.268 | 49.248 | - | 64.149 |

Aunque en ambos sistemas los elementos suplidos por la fertilización sobrepasan las necesidades requeridas para sus productividades, y en el caso de la Familia Rojas es más evidente este hecho, la productividad de la Familia Chinchilla es mayor.

La diferencia más sobresaliente entre ambos sistemas es el suelo de la finca, el suelo donde se ubica la Familia Chinchilla es más fértil, contiene más materia orgánica y una mejor textura. Además en el intento por darle un valor energético al recurso suelo (cuadro 9) se puede decir con certeza, que en el suelo del sistema de la Familia Chinchilla hay más energía almacenada, por lo menos en cuanto a nutrientes se refiere, esto es sin incluir otras características importantes, pero difíciles de medir.

Es evidente que la productividad no depende únicamente de la cantidad de fertilizante aportado. Con respecto a los demás factores (mano de obra y otros insumos) no se encuentran grandes diferencias entre los sistemas. Una conclusión lógica que se deriva de estos hechos es que la productividad, y por lo tanto la cantidad de outputs está relacionada, tanto con los inputs como con la calidad de los recursos naturales que utiliza el sistema.

Bibliografía

- AMADOR, M.; VALDEZ, H.; SABORIO, G.; DELGADO, G.; RESTREPO, J. 2000. Curso-Taller Latinoamericano sobre café orgánico con énfasis en biofertilización, nutrición, certificación y situación actual del cultivo. San José, Costa Rica.: EUNED. 106 p.
- BELLA VITA, G. 2001. Manejo integral de los sistemas de producción agropecuaria: Estudio de caso en la Legua, Aserri (Familia Rojas-Camacho). Universidad Nacional, Heredia. 49 p.

V. Conclusiones.

- La Familia Rojas tiene costos intermedios más bajos, y obtiene un producto bruto menor que la Familia Chinchilla, el sistema de la Familia Rojas aún tiene costos marginales decrecientes y se necesita invertir más en su sistema para alcanzar el punto de máxima utilidad.
 - Desde el punto de vista del balance energético, el sistema de la Familia Chinchilla es más eficiente.
 - Desde el punto de vista nutricional, las cantidades de fertilizante orgánico aplicado suplen los elementos necesarios para esas productividades. En el caso de la Familia Rojas para incrementar su producción debe aumentar la cantidad de fertilizante.
 - Es necesario complementar el balance energético con un estudio de costo ecológico, ya que el balance no contempla la calidad ni la degradación de los recursos naturales involucrados en el proceso productivo.
- CHAVES, S.; UMAÑA, D.; GONZÁLEZ, I. 1998. Balance energético y financiero de dos sistemas pecuarios ubicados en la región de San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Universidad Nacional. 58 p.
- FERNÁNDEZ, J. 1981. Balance energético de las explotaciones agrarias. Conferencia internacional de mecanización agraria. Madrid, España.
- FIGUEROA, R.; FISCHERSWORRING, B. AND ROSSKAMP, R. 1998. Guía para la caficultura ecológica: Café

- orgánico. 2 ed. Lima, Perú: Novella Publigráf S.R.L. 176 p.
- LEACH, G. 1976. Energía y producción de alimentos. Publicado por IPC Science and Technology Press para el International Institute for Environment and Development Versión en español. Servicio de publicaciones agrarias, España.
- LYNGBCEK, A. 2000. "Café Orgánico: Un estudio comparativo de la producción de café orgánico y convencional en fincas pequeñas en Costa Rica" [tesis Maestría en Filosofía]. Gales, Reino Unido: Universidad de Gales. 60 p.
- SALGUERO, M. 1993. Cantones de Costa Rica. San José: Ed. Costa Rica. 248 p.
- SIMÓN, X.; COLLAZO, A.; CORRAL, J. 1995. Novas formas para medir a eficiencia: Balances enerxéticos e tempos de reprodución. En: I^{as} Xornadas de Agroecoloxía. Editado por Lugo. Ediciones Fouce, España.
- TOSI, J. 1969. Mapa ecológico de Costa Rica. Centro Científico Tropical, a escala 1:000000. San José, Costa Rica.
- UMAÑA, R.; QUIRÓS, O.; SÁNCHEZ, K. 1998. Análisis de sistemas de producción de leche a través de balances energéticos y económicos, en la Región Huetar Norte. Universidad Nacional. 49 p.
-

ANEXOS

Receta del bokashi, Familia Chinchilla.

184 kilos de gallinaza (400 libras, 5 sacos de 80 libras)
 69 kilos de semolina (150 libras)
 8 litros de melaza

Receta del biofertilizante de frutas, Familia Chinchilla.

3 kilos de mango
 3 kilos de banano
 3 kilos de manzana rosa.
 3 litros de melaza

Análisis de suelo del sistema de los Chinchilla

MAG 3/05/01

Informe 179

Laboratorio 839

| | |
|------|---------------|
| | |
| pH | 5.8 Cml (+)/l |
| Al | 0,2 |
| Ca | 28,5 |
| Mg | 11,5 |
| K | 0,45 |
| P | 4 mg/l |
| Zn | 1,1 |
| Mn | 1,1 |
| Cu | 5 |
| Fe | 52 |
| M.O. | 12,6 |

Extracción de nutrientes por 30 fanegas de café, y pérdidas por lixiviación en una hectárea de café con poró.

| | N | P | K | Ca | Mg | S | Fe | Mn | B |
|---|-------|------|-------|-------|-------|------|-----|------|------|
| Extracción de 30 fanegas de café | 43,00 | 8,36 | 48,10 | 11,24 | 4,67 | 2,33 | 031 | 0,03 | 0,01 |
| Lixiviación en una plantación café/poró Kg/ha/año | 6,02 | 0,70 | 1,84 | 23,39 | 16,54 | | | | |
| Total de extracción | 49,02 | 9,06 | 49,94 | 34,63 | 21,21 | | | | |

Aguilar, R.; Alvarado, M. Año. Manual técnico de buenas prácticas de cultivo en café orgánico. VIFINEX. Proyecto Regional de Fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria en cultivos de exportación no tradicional.

Balance económico del sistema Familia Rojas.

| Indicadores | Producción animal | | | | | Total |
|----------------------------|--------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|-----------|
| | Subsistema Café | Subsistema Frutales | Subsistema Gan. Carne | Subsistema Cerdos | Subsistema Hortalizas | |
| Producto Bruto | 481.600 | 160.000 | 1.250.000 | 1.024.000 | 420.000 | 3.335.600 |
| Costos Intermedios | 60.000 | - | 972.440 | 738.000 | 4.000 | 1.774.440 |
| Valor Agregado Bruto | 421.600 | 160.000 | 277.560 | 286.000 | 416.000 | 1.561.160 |
| Amortización | - | - | 47.840 | 44.160 | - | 92.000 |
| Valor Agregado Neto | 421.600 | 160.000 | 229.720 | 241.840 | 416.000 | 1.469.160 |
| Renta de la Tierra | - | - | - | - | - | - |
| Intereses | - | - | - | - | - | - |
| Impuestos | - | - | - | - | - | - |
| Parte del Valor Agregado | 421.600 | 160.000 | 229.720 | 241.840 | 416.000 | 1.469.160 |
| Mano de Obra Contratado | 440.300 | - | 22.400 | - | - | 462.700 |
| Ingreso Agrícola Neto | (18.700) | 160.000 | 207.320 | 241.840 | 416.000 | 1.006.460 |
| Ingreso Agríc. Neto/Ha | (4.675) | 40.000 | 81.302 | n.e. | 1.664.000 | 143.780 |
| Horas M. de O. Familiar | 442 | 112 | 782 | 551 | 432 | 2.319 |
| Remuneración Trab. Familia | (42) | 1.429 | 265 | 439 | 963 | 434 |

Algunos valores energéticos utilizados:

Bokashi:

| | |
|-----------|---------------|
| Gallinaza | 4600 kcal/kg. |
| Semolina | 4200 kcal/kg |
| Melaza | 3480 kcal/l |

Nutrientes presentes en el suelo:

| | |
|-----------|---------------|
| Nitrógeno | 17,32 Mcal/kg |
| Fósforo | 3,4 Mcal/kg |
| Potasio | 2,3 Mcal/kg |

Biofertilizante, té de boñiga

4600kcal/kg de boñiga.