

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
INSTITUTO DE SOCIOLOGÍA Y ESTUDIOS CAMPESINOS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES**



**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**

## **Tesis Doctoral**

**SOSTENIBILIDAD DE LA CAFICULTURA ARÁBICA EN EL ÁMBITO DE LA  
AGRICULTURA FAMILIAR EN EL ESTADO DE ESPÍRITO SANTO – BRASIL**

**Ing. Agr. Lucio Herzog De Muner**

**DIRECTOR DE TESIS: Prof. Omar Raul Masera Cerutti**

**Córdoba, España, 2011.**

TITULO: *Sostenibilidad de la caficultura arábica en el ámbito de la agricultura familiar en el estado de Espírito Santo-Brasil*

AUTOR: *Lucio Hergoz de Muner*

---

© Edita: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. 2012  
Campus de Rabanales  
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A  
14071 Córdoba

[www.uco.es/publicaciones](http://www.uco.es/publicaciones)  
[publicaciones@uco.es](mailto:publicaciones@uco.es)

---

ISBN-13: 978-84-695-1687-4



**SOSTENIBILIDAD DE LA CAFICULTURA ARÁBICA EN EL ÁMBITO DE LA  
AGRICULTURA FAMILIAR EN EL ESTADO DE ESPÍRITO SANTO – BRASIL**

**Por  
Lucio Herzog De Muner**

**Tesis presentada como parte de los requerimientos para optar al  
grado de Doctor por la Universidad de Córdoba**

**Programa de Doctorado en Recursos Naturales y Sostenibilidad  
Línea de Investigación Agroecología  
Instituto de Sociología y Estudios Campesinos  
Departamento de Ciencias Sociales y Humanidades  
Universidad de Córdoba  
2011**



## **Miembros del Tribunal de Tesis:**

Prof. Eduardo Sevilla Guzman  
Presidente del Tribunal - Universidad de Córdoba - UCO

Prof. Angel Calle Collado  
Vocal - Secretario - Universidad de Córdoba - UCO

Prof. Gloria Isabel Guzman Casado  
Vocal - Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Córdoba – IFAPA, Universidad Pablo de Olavide - UPO

Prof. Marta G. Rivera Ferre  
Vocal - Centre de Recerca en Economia i Desenvolupament Agroalimentari (CREDA-UPC-IRTA), Universidad Politécnica de Cataluña - UPC

Prof. João Luiz Lani  
Vocal - Universidade Federal de Viçosa – UFV



## AGRADECIMIENTOS

Al Señor Dios por la oportunidad de estar aquí y por esta nueva victoria en mi vida.

A mi mujer Maria Leda por su amor y por su necesario apoyo para emprender este camino y a mis hijos Gustavo y Jordana siempre presentes.

A mis padres Varcelino Octavio (in memoriam) y Anna Herzog por las primeras y más importantes enseñanzas de mi vida y demás familiares.

A los hermanos de la Misión Evangélica Maranata de España por las oraciones y por la amistad.

A mi Director Omar Masera por la orientación objetiva, por su confianza y por su amistad.

A la UCO y a la UNIA por la oportunidad brindada, a la Prof. Carmen Galán, Coordinadora del Programa de Doctorado en Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable y al responsable del ISEC, Coordinador de la Línea de Investigación en Agroecología, Prof. Eduardo Sevilla, por el apoyo y a los ilustres profesores que me han proporcionado momentos enriquecedores durante el período de estudios en Córdoba.

Al Instituto Capixaba de Pesquisa Asistencia Técnica y Extensión Rural (INCAPER) a través de su programa de entrenamiento, a los ex directores del INCAPER, Enio Bergoli y Antônio Elias por el incentivo en la liberación para el curso de doctorado. También a los actuales directores, Evair de Melo y Aureliano da Costa por la continuidad del apoyo.

A la Fundación de Apoyo a la Ciencia y Tecnología de Espírito Santo (FAPES) y al FUNCITEC por el apoyo financiero a través de la beca concedida.

Al Prof. Francisco Caporal por sus sugerencias desde la Extensión Rural, a la Prof. Clara Nicholls por sus sugerencias sobre la selección de indicadores para los cafetales. A los Profesores Gloria Guzman, João Luiz Lani, Ángel Calle, Roberto Trujillo y Marta Rivera por sus valiosas sugerencias y aportaciones. A la Prof. Mamén Cuellar por su apoyo y amistad y al Prof. Deusélio Fioresi por su apoyo en los análisis estadísticos.

Al ISEC y a las secretarias Maria Ángeles y Alba por las informaciones y atención dispensada.

Al investigador Mauricio Fornazier del INCAPER, experto en Caficultura Familiar de Montaña, por el gran apoyo y sugerencias aportadas en la realización del trabajo. Al técnico Evaldo de Paula por su trabajo de campo y dedicación, a los colegas de la Extensión, Onofre Rodrigues, Claudio Dops, Aldo Mauri, Geraldo Lima, José Clério Dalmonech, Heraldos dos Santos, Fabiano Tristão, Arildo Woelffel, por el apoyo en el trabajo de campo y a Vanildo Pagio por la clasificación de la calidad del café.

A los investigadores y técnicos, Lucio Fróes, Luiz Bricalli, José S. Salgado, Hélcio Costa, Jacimar Souza, Luiz C. Prezotti, Edegar Formentini, Penha Padovan, Maria A.



Ferrão, Decimar Schultz, Anselmo B. Junior y Helio Menegueli, por su importante colaboración.

A Tomasso Nevado por la revisión ortográfica y por su amistad.

A los directores y organizaciones sociales por su apoyo en la realización del trabajo, en especial a la COOFACI, ACAOFI, COAABRE, PRONOVA y La CHÃO VIVO.

A los agricultores José Côgo Camporez, Admir Rossmann, Paulo Marcio Fernandes y Renan Emerick por su especial colaboración. Igualmente a las familias de los agricultores que me recibieron en sus fincas, relatando sus experiencias y sus expectativas.

A los colegas de la Post-graduación de la UCO que han proporcionado momentos de amistad y de cooperación durante el curso de doctorado, Felix y Luisa, Tavico y Mirian, Eduardo y Marcia.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>Resumen.....</b>	<b>17</b>
<b>Summary.....</b>	<b>19</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>21</b>
<b>2. Objetivos.....</b>	<b>23</b>
2.1- Objetivo general.....	23
2.2- Objetivos específicos.....	23
<b>3. Marco Teórico.....</b>	<b>25</b>
3.1- Elementos teóricos para estudiar la caficultura de la Agricultura Familiar desde en Agroecología.....	25
3.1.1- Agricultura Familiar en el Estado del Espíritu Santo, Brasil.....	25
3.1.2- La sustentabilidad de la caficultura familiar.....	28
3.1.2.1- Resumen histórico.....	36
3.1.3 - La Agroecología como base para la búsqueda de la Sustentabilidad.....	36
3.1.3.1- Enfoque agroecológico y conceptos relacionados.....	36
3.2- Desarrollo sustentable.....	38
3.2.1- Base teórica conceptual.....	38
3.2.2- Sustentabilidad y sus dimensiones.....	41
3.2.3- Corrientes de sustentabilidad.....	43
3.2.4- Productividad, energía y sustentabilidad.....	45
3.3- Agricultura sustentable.....	48
3.3.1- Conceptos y consideraciones.....	48
3.3.2- La evaluación de la sustentabilidad.....	51
3.3.3- Discusión de los atributos generales que permiten hacer operativo el concepto de sustentabilidad para una Agricultura Sostenible.....	55
3.3.4- Esquema operativo del <b>MESMIS</b> .....	56
3.3.4.1- Primer paso: definición del objeto de evaluación.....	57
3.3.4.2- Segundo paso: identificación de los puntos críticos que pueden	

incidir en la sustentabilidad de los sistemas de manejo que se van evaluar.....	58
3.3.4.3- Tercer paso: selección de los criterios e indicadores.....	59
3.3.4.4- Cuarto Paso: medición y monitoreo de los indicadores.....	60
3.3.4.5- Quinto Paso: integración de resultados.....	60
3.3.4.6- Sexto paso: conclusiones y recomendaciones sobre los sistemas de manejo.....	61
3.3.5- Evaluación e indicadores de la sustentabilidad.....	62
<b>4- Caracterización de las zonas cafetaleras y sistemas de producción de café arábica de la Agricultura Familiar en Espírito Santo.....</b>	<b>67</b>
4.1- Introducción.....	67
4.2- Zonificación edafoclimático para el café arábica.....	69
4.2.1- Categorías de aptitud agroclimática en Espírito Santo.....	70
4.2.2- Suelos predominantes en el agro ecosistema.....	72
4.2.3- Sistema de manejo del cafetal.....	73
4.2.4- Sistema de producción y comercialización del café arábica en Espírito Santo.....	74
<b>5. Metodología para evaluar la sustentabilidad de la producción de café arábica de la Agricultura Familiar en el Estado de Espírito Santo.....</b>	<b>79</b>
5.1- Introducción.....	79
5.2- Pasos de evaluación.....	80
5.2.1- Paso 1. Definición del sistema a evaluar.....	80
5.2.1.1- El sistema convencional (CC).....	84
5.2.1.2- El sistema de buenas prácticas agrícolas (BPA).....	84
5.2.1.3- El sistema orgánico (CO).....	86
5.2.1.4- Obtención de las informaciones.....	88
5.2.2- Paso 2. Puntos críticos y atributos de sustentabilidad.....	91
5.2.3- Paso 3. Selección preliminar y inicial de los indicadores.....	94
5.2.4- Paso 4. Métodos de medición y monitoreo de los indicadores.....	97
5.2.5- Paso 5. Presentación e integración de resultados.....	128
5.2.6- Paso 6. Conclusiones y recomendaciones.....	130

<b>6 – Resultados de la evaluación de la Sustentabilidad de los cultivos de café y discusión.....</b>	<b>131</b>
6.1- Rendimiento físico de la productividad.....	131
6.2- Calidad del café.....	133
6.3- Beneficio económico y costes.....	136
6.4- Relación energía saliente /energía entrante (eficiencia energética)...	143
6.5- Diversidad genética del café.....	147
6.6- Número de especies útiles que se manejan.....	148
6.7- Vegetación natural circundante.....	150
6.8- Grado de diversificación de los cultivos.....	152
6.9- Sanidad de cultivo (incidencia de plagas y enfermedades).....	153
6.10- Conservación del suelo y del agua (riesgo de erosión).....	156
6.11- Nivel de aporte y manejo de la materia orgánica en el suelo.....	160
6.12- Disponibilidad de nutrientes y manejo de la fertilidad del suelo.....	165
6.13- Preservación ambiental de la contaminación por pesticidas (riesgo de contaminación por pesticida).....	168
6.14- Diversificación de las rentas agropecuarias.....	172
6.15- Disponibilidad y uso de abonos orgánicos.....	172
6.16- Participación de los agricultores en las organizaciones sociales....	174
6.17- Capacidad de cambio y adopción de innovaciones (tecnologías apropiadas de bajo insumo externo).....	176
6.18- Demanda de fuerza de trabajo.....	178
6.19- Participación e integración familiar en el proceso de decisión.....	179
6.20- Nivel de capacitación de los caficultores familiares.....	180
6.21- Nivel de gestión.....	182
6.22- Grado de uso de recursos Internos (físico-económico).....	182
6.23- Eficiencia del uso del préstamo bancario (relación de los recursos de financiación bancaria y la productividad).....	183
6.24- Fracción del alimento familiar producidos en la propia finca (dependencia alimentación externa).....	185

<b>7- Presentación e integración de resultados con la evaluación global de los sistemas.....</b>	<b>187</b>
<b>8- Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>205</b>
8.1- Para los sistemas de cultivo de café.....	205
8.1.1- Para el sistema orgánico.....	205
8.1.2- Para el sistema convencional.....	206
8.1.3- Para el sistema de manejo que viene utilizando de buenas prácticas agrícolas.....	208
8.2- Conclusión y consideración final.....	209
8.2.1- Sobre los sistemas productivos.....	209
8.2.2- Retos para la transición a sistemas agroecológicos.....	213
8.2.2.1- Hacia la transición agroecológica de los cafetales capixabas....	214
8.2.3- Sugerencias de medidas de Políticas Públicas.....	216
8.3- Sobre las evaluaciones de la sustentabilidad.....	217
<b>9- Bibliografía.....</b>	<b>219</b>
<b>10- Anexos.....</b>	<b>241</b>
Anexo10.1-Diagnóstico socio económico ambiental para caracterización del agroecosistema café y tecnologías de manejo en la Agricultura Familiar del Estado de Espírito Santo – Brasil (procedimiento de entrevista a ser realizada con caficultores familiares en el área de investigación).....	242
Anexo 10.2- Datos básicos para el cálculo económico.....	251
Anexo 10.3- Datos básicos para el cálculo energético.....	256
Anexo 10.4- Fotos sobre las técnicas participativas para la identificación de los puntos críticos y prácticas realizadas en los sistemas de café arábico familiar.....	259

## Índice de cuadros

	Pág.
Cuadro 3.1- Efectos negativos de la agricultura industrializada.....	49
Cuadro 4.1- Descripción somera del manejo cultural del café.....	73
Cuadro 5.1- Características de los sistemas de manejo de los cafetales arábica de la Agricultura Familiar convencional, buenas prácticas y orgánica de ES.....	87
Cuadro 5.2 – Relación entre los atributos, los puntos críticos, los criterios de diagnóstico y los indicadores estratégicos para la evaluación de la sustentabilidad.....	95
Cuadro 5.3- Indicadores de sustentabilidad de los agroecosistemas de la caficultura arábica familiar, unidades, métodos de medición y área de evaluación..	96
Cuadro 5.4- Resumen de los indicadores estratégicos adoptados para la evaluación de la sustentabilidad en sistemas de producción de café.....	129
Cuadro 7.1- Valores resultantes de los indicadores de la evaluación de sustentabilidad en café arábico de la Agricultura Familiar.....	188
Cuadro 7.2- Valores de referencia e indicadores de sustentabilidad en café arábico de la familiar.....	189

## Índice de tablas

Tabla 3.1- Escala de tiempo para la evaluación de diferentes aspectos de la sustentabilidad.....	53
Tabla 4.1- Parámetros técnicos para la zonificación climática de la cultura del café.....	70
Tabla 4.2- Parque cafetero de arábica de la Agricultura Familiar de Espíritu Santo respecto a su edad, área y densidad de cultivo.....	74
Tabla 5.1- Principales debilidades (puntos críticos) que inciden sobre la sustentabilidad del sistema de manejo de referencia, relacionados con los atributos de sustentabilidad.....	94
Tabla 5.2- Escala estandarizada para el indicador “Calidad del Café”.....	99
Tabla 5.3- Diversidad genética del café.....	105
Tabla 5.4- Biodiversidad natural circundante a las áreas del cultivo de café.....	106
Tabla 5.5- Subindicador Incidencia de broca del café ( <i>Hypothenemus hampei</i> ) en granos almacenados.....	108
Tabla 5.6- Subindicador Incidencia del minador de hoja ( <i>Perileucoptera coffeella</i> ).....	108
Tabla 5.7- Subindicador Incidencia de roya del café ( <i>Hemileia vastatrix</i> ).....	108
Tabla 5.8- Subindicador Incidencia de Cercospora ( <i>Cercospora coffeicola</i> ).....	108
Tabla 5.9- Escala para la medición de evidencias de los procesos erosivos en cultivos de café.....	109
Tabla 5.10- Escala del uso de prácticas de manejo de la cobertura vegetal.....	110
Tabla 5.11- Escala de manejo de los caminos internos para evitar erosión en cultivo de café.....	111
Tabla 5.12- Escalas Estandarizadas para los subindicadores y variables del indicador “Aporte de la materia orgánica del suelo”.....	116
Tabla 5.13- Valores de los nutrientes analizados en las muestras de café, después del beneficio.....	117
Tabla 5.14- Clasificación toxicológica de los agrotóxicos en función de DL <sub>50</sub> .....	120
Tabla 5.15- Clasificación de la peligrosidad ambiental de los agrotóxicos.....	120
Tabla 5.16- Escala estandarizada para el subindicador Pesticida aplicado asociado a la clase toxicológica y peligrosidad ambiental.....	121
Tabla 5.17- Escala estandarizada para el indicador “Uso de EPI y acondicionamiento de agrotóxicos.”.....	121

Tabla 5.18- Escala estandarizada para el subindicador “Localización de los cultivos de café en relación a las fuentes de agua”.....	122
Tabla 5.19- Escala estandarizada para el indicador “Integración familiar en la producción y toma de decisiones”.....	125
Tabla 5.20- Escala estandarizada para el indicador “Capacitación de los caficultores”.....	126
Tabla 5.21- Escala estandarizada para el indicador Capacidad de gestión.....	127
Tabla 6. 1- Área de café y producción (kilogramos beneficiados de 60 Kg) en las fincas cafetaleras en el periodo 2006-2009.....	131
Tabla 6.2- Rendimientos del cafetal CC, CO y BPA en kilogramos beneficiados por ha en el periodo 2006-2009.....	132
Tabla 6.3- Tipo y número de defectos encontrados en la clasificación física del café.....	133
Tabla 6.4- Tipos de café arábico en diferentes sistemas de cultivo en la región de las Montañas del Espíritu Santo.....	134
Tabla 6.5- Bebidas de café arábico en diferentes sistemas de cultivo en la región de las Montañas del Espíritu Santo.....	135
Tabla 6.6- Costes medios del sistema de producción convencional, orgánico y BPAs según los factores de producción ( $\pm$ EE).....	137
Tabla 6.7- Relación de la certificación de la producción de la caficultura familiar en Suroeste y Caparaó en Espirito Santo.....	137
Tabla 6.8- Costes medios de las labores en los sistemas de cultivo de café.....	138
Tabla 6.9- Índices de productividad de los sistemas de producción de café CC, CO y BPA.....	139
Tabla 6.10- Cantidad (%) de café de diferentes calidades y precios medios pagos al caficultor en los diferentes sistemas de cultivo.....	141
Tabla 6.11- Balance económico medio de los sistemas de cultivo por hectárea y por unidad de producto (saco de 60 kg).	142
Tabla 6.12- Gasto energético por factores y sistemas de producción ( $\pm$ EE).....	144
Tabla 6.13- Gasto energético por labores .....	144
Tabla 6.14- Valores energéticos (MJ/ha) e índices de eficiencia energética.....	146
Tabla 6.15- Número de cultivos de café arábica encuadrados en las características de la diversidad genética.....	148
Tabla 6.16- Cultivo de leguminosas, especies de sombra y barreras vivas asociado al café. ....	149
Tabla 6.17- Cultivo de especies maderables, nativas y umbelíferas en asociación al café.....	149
Tabla 6.18- Especies útiles manejadas en asociación al cultivo del café arábica familiar.....	149
Tabla 6.19- Especies alimentarias explotadas en asociación al café arábica, área, número y porcentaje de fincas cultivadas.....	150
Tabla 6.20- Características de la biodiversidad natural circundante a los cultivos de café arábica.....	151
Tabla 6.21- Áreas ocupadas por la vegetación natural en los sistemas de producción de café.....	151
Tabla 6.22- Área media cultivada, no asociada (ha) y porcentaje de frecuencia de los tipos de explotaciones agropecuarias en la finca familiar.....	152
Tabla 6.23- Porcentaje de Incidencia del Minador de hojas en las parcelas de los cultivos de café arábico familiar.....	153
Tabla 6.24- Porcentaje de Incidencia de Cercospora en las parcelas de los cultivos de café arábico familiar.....	154
Tabla 6.25- Porcentaje de Incidencia de broca del café en las parcelas de los cultivos de café arábico.....	154
Tabla 6.26- Porcentaje de incidencia de la roya del café ( <i>Hemileia vastratrix</i> ) en las parcelas de los cultivos de café arábico familiar.....	155

Tabla 6.27- Indicador Sanidad de los cultivos.....	155
Tabla 6.28- Signos de los procesos erosivos en las fincas de café en diferentes sistemas de cultivo.....	156
Tabla 6.29- Operaciones anuales de manejo de las hierbas espontáneas en diferentes sistemas de cultivo de café.....	157
Tabla 6.30- Manejo de la hierbas espontáneas, número y porcentaje de agricultores que utilizaron la práctica.....	157
Tabla 6.31- Prácticas de manejo de las hierbas adoptadas por los caficultores para evitar la erosión en los cultivos de café.....	158
Tabla 6.32- Escala de manejo de los caminos internos para evitar erosión en cultivo de café.....	159
Tabla 6.33- Indicador “Conservación del suelo y los subindicadores.”.....	160
Tabla 6.34- Manejo de la vegetación espontánea o cobertura vegetal adoptado por los caficultores.....	161
Tabla 6.35- Frecuencia de aporte de biomasa para cobertura del suelo.....	162
Tabla 6.36- Ciclaje de la biomasa del café y porcentual de retorno.....	163
Tabla 6.37- Manejo de la biomasa del café en las áreas de cultivo.....	163
Tabla 6.38- Contenidos de la materia orgánica en los suelos cultivados.....	164
Tabla 6.39- Resumen de los subindicadores componentes del indicador nivel de aporte y manejo de la materia orgánica al suelo.....	164
Tabla. 6.40- Cantidad de Nutrientes, nitrógeno (N), fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) y potasio (K <sub>2</sub> O), aplicados en los cultivos de café por hectárea.....	165
Tabla 6.41- Características químicas de las muestras y de la fertilidad del suelo en los cafetales.....	166
Tabla 6.42- Dosis de Nitrógeno y potasio para el café arábica en producción en el Estado de Espírito Santo – Brasil.....	166
Tabla 6.43. Recomendación de fertilización de producción de fósforo para el café arábica en el Estado del Espírito Santo.....	167
Tabla 6.44- Balance y cantidad de nutrientes necesaria para la fertilización adecuada de los cafetales para la productividad de referencia.....	167
Tabla 6.45- Indicador Disponibilidad de nutrientes en el suelo para los respectivos sistemas de producción.....	168
Tabla 6.46- Escala estandarizada para el subindicador “Pesticida aplicado asociado a la clase toxicológica y peligrosidad ambiental.”.....	169
Tabla 6.47- Escala estandarizada para el indicador “Uso de EPI y acondicionamiento de agrotóxicos.”.....	170
Tabla 6.48- Localización de los cultivos en relación a las fuentes de agua.....	171
Tabla 6.49- Indicador Preservación de la contaminación por pesticidas. ....	172
Tabla 6.50- Porcentaje de retorno de la biomasa del café (cáscara de café) según la disponibilidad de las explotaciones.....	173
Tabla 6.51- Porcentaje de retorno del estiércol bovino según la disponibilidad de las explotaciones.....	173
Tabla 6.52- Afiliación de los caficultores familiares en las organizaciones sociales.....	174
Tabla 6.53- Frecuencia (%) de los caficultores familiares en las reuniones y las asambleas de las organizaciones sociales.....	175
Tabla 6.54- Participación de los caficultores (%) en los diferentes sectores de comercialización de café arábico en Espírito Santo.....	175
Tabla 6.55- Motivo afirmado por los caficultores para cambio de sistemas o uso de tecnologías más sustentables, en porcentaje.....	176
Tabla 6.56- Porcentaje de uso de tecnologías apropiadas en las fincas.....	177
Tabla 6.57- Número medio de jornales por hectárea generados en las fases de las labores en el cultivo de café arábica y sistemas de producción.....	178
Tabla 6.58- Características en relación a la integración familiar en el proceso de producción y toma de decisiones en las fincas familiares.....	179



Tabla 6.59- Porcentaje de los procesos de capacitación de los caficultores familiares.....	180
Tabla 6.60- Características del proceso de aprendizaje y capacitación de los caficultores familiares de arábica.....	181
Tabla 6.61- Opinión de los caficultores sobre el apoyo de la ATER pública en la transición para estilos de caficultura más sustentables.....	181
Tabla 6.62- Características de la capacidad de gestión de los caficultores.....	182
Tabla 6.63. Recursos externos gastos con insumos, por hectárea, utilizado en los sistemas de producción arábico.....	183
Tabla 6.64- Recursos externos por hectárea utilizado y índices de productividad en los sistemas de cultivo de café arábica.....	183
Tabla 6.65- Porcentaje de caficultores que utilizaron recursos externos de financiamiento para manutención y inversión en las finca y por hectárea.....	184
Tabla 6.66- Valor medio de inversión, relacionado con la productividad.....	185

### Índice de figuras

Figura 4.1- Mapa de la localización geográfica del Espíritu Santo.....	67
Figura 4.2- Mapa de zonificación agroclimatológica para el café arábico.....	71
Figura 5.1- Diagrama del sistema de manejo típico de los caficultores.....	81
Figura 5.2- Localización geográfica de los municipios del ES.....	89
Figura 6.1- Tipo y número de defecto del café según los sistemas de producción.....	134
Figura 6.2- Costes medios de las labores en los sistemas de cultivo de café.....	139
Figura 6.3- Balance económico medio de los sistemas convencionales, orgánico y de buenas prácticas por hectárea y por unidad de producto.....	142
Figura 6.4- Gasto energético por labores y sistemas de producción.....	145
Figura 6.5- Energía no renovable invertida en el cultivo de café arábico familiar.....	145

### Índice de gráficos

Gráfico 4.1- Distribución del área (%) entre las categorías de aptitud para el cultivo del café arábico en el Estado de Espíritu Santo.....	72
Gráfico 7.1- Diagrama de AMIBA para la comparación de indicadores de sustentabilidad para los sistemas de manejo de cafetales en ES.....	190
Gráfico 7.2- Integración gráfica de los indicadores estratégicos de sustentabilidad en los sistemas de manejo de cafetales arábigos relacionados con los atributos de sustentabilidad.....	191

## RESUMEN:

De Muner, Lucio Herzog. *Sostenibilidad de la caficultura arábica en el ámbito de la Agricultura Familiar en el Estado de Espírito Santo – Brasil*. 2011. 262 p. Tesis de doctorado. Universidad de Córdoba, Córdoba – España. Director: Omar Masera.

El objetivo de esta Tesis ha sido evaluar de forma comparativa la sostenibilidad socioeconómica y ambiental en la producción de café arábico del sistema orgánico, convencional y del sistema de buenas prácticas agrícolas en unidades familiares de producción en el Estado de Espírito Santo por medio del uso de indicadores estratégicos. La zona estudiada está en la región montañosa ubicada el Suroeste de ES y Caparaó. Se ha elegido, para la medición de los índices y para la evaluación de la sostenibilidad el método denominado: “Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Mediante Indicadores de Sostenibilidad” – MESMIS. Se obtuvo un total de 25 indicadores agrupados en 7 atributos de sustentabilidad: productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad, equidad y autogestión. Se estudiaron 3 sistemas de café bajo producción familiar: el cultivo convencional (CC), el cultivo orgánico (CO) y el de buenas prácticas agrícolas (BPA) en una muestra de 47 fincas. El área promedio de las fincas es 15,6 hectáreas y el área del cultivo de café de 5,8 hectáreas. La producción media total de las zafras en el periodo comprendido entre el año 2006 y el 2009 fue de 4914, 2706 y 11508 kilogramos por finca respectivamente para los sistemas convencional, orgánico y de buenas prácticas. El mayor rendimiento se encontró en el sistema de BPA (1782 kilogramos por hectárea); por su parte fue semejante en los sistemas CC y CO (rendimiento de 768, 864 kg/ha respectivamente). Se ha encontrado que el sistema de producción familiar en la zona cafetalera comprende cuatro subsistemas principales de producción: el cafetal, la ganadería, el cultivo de eucalipto y el alimentario; y dos secundarios, el huerto y la crianza de pequeños animales. Para el sistema convencional, de forma general los indicadores socioeconómicos y ambientales están situados cerca o por debajo del nivel crítico de sustentabilidad. Esto indica que el sistema necesita de medidas correctivas urgentes. En el sistema orgánico la mayor debilidad está en el indicador productividad física y en los costes de producción elevada por unidad del producto, principalmente debido al factor mano de obra y los costes de la certificación de la producción orgánica. La viabilidad de los cultivos orgánicos de café dependió de los sobrepagos diferenciados pagados por los nichos de mercado, que muchas veces se muestran insuficientes y restrictivos. Sin embargo, para la mayoría de los indicadores, se obtuvieron niveles de sustentabilidad crecientes. En la región están siendo desarrollados técnicas y procesos para enfrentarse a estas debilidades. El sistema de buenas prácticas, considerado alternativo, de mayor aporte tecnológico y de insumos se observó una tendencia de mejora creciente en los indicadores de sustentabilidad, con algunas excepciones que necesitan de cambio por medio de medidas correctivas de la estrategia del manejo. Aún es necesario incrementar la sustitución de agroquímicos, priorizar la matriz energética basada en insumos renovables, el rediseño de los agroecosistemas e integrar las actividades agrícolas y de crianzas. Las fincas familiares presentaron gran dependencia económica del café, principalmente para el sistema convencional y de buenas prácticas agrícolas. La productividad física del sistema de buenas prácticas fue superior al convencional y orgánico, mientras, que estos últimos presentaron productividades similares. Se reconoce que la economía familiar actualmente recibe mejores ingresos con el sistema de buenas prácticas agrícolas seguido por el orgánico. Para todos los sistemas evaluados es necesario primeramente viabilizar la producción de café con

productividades económicamente aceptables, a través de la generación y uso de tecnologías apropiadas y ambientalmente adecuadas para las áreas de elevados pendientes según las características de los agricultores familiares de la región, siguiendo con el rediseño de los agroecosistemas, con el uso de métodos y técnicas adaptadas a su realidad socioeconómica y cultural. Las eficiencias medias de la energía total invertida (salida/entrada) observadas fueron mayores en el sistema CO (3,3), fueron semejantes estadísticamente en el sistema CC (1,8) y en el BPA (0,7). La caficultura orgánica utilizó el 47,4% de energía renovable, el BPAs un 38,1% y el convencional solamente un 17,8%. Los sistemas cooperativos organizados pueden ser enlace para favorecer a los productores, lo que incide en los procesos de certificación y en el precio del café. Los resultados identifican prácticas de sustitución de insumos, utilización de mano de obra familiar y otras estrategias que ubican la caficultura de Espíritu Santo como un ejemplo potencial para la transición agroecológica. Los resultados obtenidos permiten poner de manifiesto algunos aspectos relevantes a la hora de diseñar Políticas Públicas de Desarrollo Rural relacionadas con este sector; especialmente en aquellas regiones de montañas con importante presencia de la caficultura arábica familiar. Los estudios de evaluación de Sustentabilidad a partir de un marco metodológico con enfoque agroecológico, resultaron ser una herramienta eficaz para determinar y evaluar la sustentabilidad ecológica, económica y social de los sistemas de cultivo de café arábico familiar en Espíritu Santo. Finalmente, el éxito del trabajo iniciado se condiciona a la continuidad de estas acciones, con el objetivo de proporcionar la implementación y la evaluación (a largo plazo) de los impactos de las medidas propuestas en los sistemas de cultivo para el Desarrollo Sustentable de la Caficultura arábica de la Agricultura Familiar del Estado de Espíritu Santo.

**Palabras claves:** agroecosistema, café, desarrollo sustentable, productividad, sistema de producción.

## SUMMARY:

De Muner, Lucio Herzog. *Sustainability in Arabica coffee production in the context of Family-based Farms in the State of Espirito Santo, Brazil*. 2011. 262 p. Doctoral thesis. University of Cordoba, Cordoba - Spain. Director: Omar Masera.

The aim of this thesis was to make a comparative assessment of socio-economic and environmental sustainability in the production of Arabica coffee following the systems of organic farming, conventional farming and good agricultural practices on family-based production units in the State of Espirito Santo through the use of strategic indicators. The study area is situated in the mountainous south-west corner of ES and Caparaó. The method chosen to measure the indices and to assess sustainability is known as: "Framework for the Evaluation of Systems for the Management of Natural Resources Using Sustainability Indicators" – (MESMIS, in Spanish). A total of 25 indicators were obtained and grouped into 7 attributes of sustainability: productivity, stability, resilience, reliability, adaptability, equity and self-management. 3 family-based coffee production systems were studied: conventional cultivation (CC), organic cultivation (OC) and Good Agricultural Practices (GAP), from a sample of 47 farms. The average area of the farms is 15.6 hectares and the area of coffee cultivation covers 5.8 hectares. The average total production of the harvests from 2006 to 2009 was 4914, 2706 and 11508 kg per farm, for conventional systems, organic and good practice, respectively. The highest yield was found in the GAP system (1782 kilograms per hectare); this was similar in the CC and OC systems (with yields of 768, 864 kg/ha respectively). It has been found that the system of family-based production in the coffee-producing areas includes four major production sub-systems: coffee, livestock, eucalyptus cultivation and food production; and two secondary systems: vegetable gardens and raising small animals. With the conventional system in general, the socio-economic and environmental indicators are situated near or below the critical level of sustainability, which indicates that the system requires urgent remedial measures. In the organic system, the greatest weaknesses lie in the physical productivity indicator and the high production costs per unit of product, mainly because of the high cost of labour and certification costs for organic production. The viability of organic coffee crops depended on the different premiums paid by the market niches, which often proved insufficient and restrictive. However, for most indicators, rising sustainability levels were recorded. In the region, techniques and processes are being developed to address these weaknesses. With the Good Agricultural Practices system, which is considered an alternative system with greater technological support and input, a trend towards increased improvement in sustainability indicators was observed, with some exceptions where the management strategy needed to be changed through corrective measures. It is still necessary to increase the substitution of agrochemicals, to prioritize the use of renewable inputs in the energy matrix, redesign the agro-ecosystems and integrate the activities of farming and livestock. Family farms showed a high degree of economic dependence on coffee, mainly for the conventional and good agricultural practices systems. The physical productivity of the good practices system was higher than the conventional and organic, while the latter two showed similar productivity. It is known that the family economy currently receives a higher income with the system of good agricultural practices, followed by the organic system. For all the systems tested, it is first necessary to make coffee production viable through economically-acceptable productivity systems via the creation and use of appropriate, environmentally-friendly technologies suited to the areas of steep slopes where the region's family-based farms lie. Next, the agro-

ecosystems must be redesigned, using methods and techniques suited to the real socio-economic and cultural circumstances. The average efficiency of the observed total energy invested (input/output) was higher in the OC system (3.3) and statistically similar in the CC (1.8) and GAP (0.7) systems. Organic coffee production used 47.4% renewable energy, compared to 38.1% in GAPs and to conventional, with only 17.8%. Organized cooperative systems can constitute a link which favours the producers, affecting the certification processes and the price of coffee. The results show practices of input substitution, the use of family labour and other strategies that make coffee production in Espirito Santo a potential example of agro-ecological transition. The results obtained allow us to highlight some important aspects when designing public rural development policies related to this sector, especially in mountain regions with a significant number of families producing Arabica coffee. The sustainability evaluation studies using a methodological framework with an agro-ecological approach proved to be an effective tool to identify and assess the ecological, economic and social sustainability of the family-based Arabica coffee production systems in Espirito Santo. Finally, the success of the work begun is dependent upon the continuation of these measures, in order to provide (long-term) implementation and evaluation of the impact made by the crop system measures proposed for the Sustainable Development of Arabica Coffee Family-based Agriculture in the State of Espirito Santo.

**Keywords:** agro-ecosystem, coffee, sustainable development, productivity, production system.

# SOSTENIBILIDAD DE LA CAFICULTURA ARÁBICA EN EL ÁMBITO DE LA AGRICULTURA FAMILIAR EN EL ESTADO DE ESPÍRITO SANTO – BRASIL

## 1- INTRODUCCIÓN

El Estado de Espírito Santo – Brasil posee 183,4 mil ha de cultivo de café de la especie arábica, *Coffea arabica*, y produce cerca del 10% del total de la cosecha nacional (más de 120 mil toneladas de café beneficiados), siendo uno de los más grandes productores brasileños de café arábico (Espírito Santo, 2008).

La caficultura arábica es responsable del 10% del valor bruto de la producción agropecuaria del Estado involucrando cerca de 20.000 propiedades rurales y 53.000 familias, en mayor parte de agricultores de base familiar, con tamaño medio de los cultivos familiares de 4,84 ha, siendo que 97,3% de las propiedades conducen sus cultivos en sistema convencional. Solamente el 0,5% de las propiedades son orgánicas<sup>1</sup> y certificadas para café (Schmidt, De Muner, Fornazier, 2004).

El café arábico, a partir de 1850, ocupó el primer lugar en la economía y pasó a ser el principal vector de desarrollo del Estado, atravesando por sucesivos ciclos; de progreso, de precios bajos y sus consecuencias. En los últimos años, hubo un avance notable en la caficultura, desde el punto de vista tecnológico, reflejándose en el aumento de la producción. Todavía, la productividad no aumentó proporcionalmente al uso de agroquímicos en los cultivos (Bittencourt, 1987; Schmidt, De Muner, Fornazier, 2004).

Ahora, la “modernización” de la caficultura en el Espírito Santo presenta gran dependencia de productos industrializados, lo que ha traído en un primer momento el aumento de la producción y en menor grado de la productividad, apoyados en el uso de insumos externos y principalmente de la expansión de los monocultivos del café, llevando a la degradación de los recursos ambientales, después de unos cuantos años de explotación, sin una preocupación a largo plazo, de la relación entre productividad y la estabilidad de los agroecosistemas.

En la caficultura familiar el sistema convencional contribuyó decisivamente para que se desarrollase la práctica del monocultivo y muchos agricultores se asocian a una fuerte dependencia a mantener rendimientos económicos en esta actividad con poca agrobiodiversidad, poniendo en riesgo, incluso, la seguridad alimentaria de las familias. Eso se evidencia, principalmente, en los períodos de baja de los precios en el mercado internacional.

La opción para el sistema de monocultivo del café en la región de las Montañas del Espírito Santo, principalmente en la región del Caparaó y Suroeste, ha demandado grandes inversiones en la adquisición de fertilizantes y en el uso de herbicidas y agrotóxicos, favoreciendo la incidencia de plagas y enfermedades, como es el caso de la broca (*Hypothenemus hampei*), el minador de hoja (*Perileucoptera coffeella*) y

---

<sup>1</sup> En Brasil, la **producción ecológica se denomina orgánica**, con marcos legales establecidos por la Ley 10.831/2003 (Brasil, 2003) estableciendo que los procesos puedan ser implantados por medio de certificaciones efectuadas a través de auditorías. En la certificación del café, no solamente los cultivos son inspeccionados, sino también todo el proceso de beneficio (despulpadoras, beneficiadoras, tostadoras, embaladoras).

la roya del cafetero (*Hemileia vastatrix*), que cada día adquieren mayor relevancia en los cultivos (Fornazier et al., 2001). El parque cafetalero arábico del Espíritu Santo está basado en cultivo de variedades que se muestran susceptibles a las plagas y enfermedades, principalmente a la roya del café (*Hemileia vastatrix*), favoreciendo el uso de agroquímicos para el control de las mismas (Ferrão et al., 2004).

Las principales regiones productoras de café del Espíritu Santo, están asociadas a uno de los menores índices de desarrollo humano (IDH) en el Estado, evidenciando que el desarrollo humano pasa por otras dimensiones, que no sean solamente la actividad económica (Anuário Estatístico, 2006; IPES, 2003). Esta constatación es síntoma de un modelo de desarrollo agotado, basado en el monocultivo del café, en la simplificación de los agroecosistemas, utilización intensiva de insumos externos y consecuente concentración de renta, modelo éste que privilegió lo económico en detrimento de las demás dimensiones de la sostenibilidad.

Formas inadecuadas de producción, uso indiscriminado de insumos, incorporación de tecnologías inapropiadas llevan a la degradación de los recursos naturales, y asociados a la baja remuneración del producto, y pueden poner en riesgo la base productiva y de reproducción de la agricultura familiar del Estado del Espírito Santo (Bergamim, 2004).

Esta crisis se manifiesta bajo múltiples dimensiones, y su superación depende de la producción de nuevos conocimientos y tecnologías adaptadas a las circunstancias socioeconómicas y culturales de las poblaciones rurales en especial al agricultor familiar.

Estudios previos demuestran la conveniencia de la construcción del Desarrollo Rural Sostenible, desde la aplicación de los conceptos de la Agroecología, en la búsqueda de contextos de sostenibilidad creciente. Por lo tanto, a pesar de ese avance tecnológico, se hace necesario un análisis de la perspectiva de ciertos indicadores de sostenibilidad social, económica y ambiental.

Por otro lado existen muchas iniciativas de cultivo de café orgánico y de sistemas de cultivos que utilizan Buenas Prácticas Agrícolas - BPAs, como la sustitución de agroquímicos e insumos externos caros, por técnicas y productos alternativos para el control de plagas y enfermedades, la adecuación ambiental de los cultivos en áreas y suelos apropiados, buscando la utilización de un sistema de producción y de comercialización más justo y equitativo, mejorando la conservación ambiental y disminuyendo los riesgos socio- ambientales para el caficultor y la Agricultura Familiar (De Muner et al., 2007).

Las prácticas recomendadas en el sistema de BPA deben servir como referencia para decidir en cada etapa del proceso de producción, cuáles son las más sostenibles ambiental, social y económicamente. La implementación de las BPAs debe, por lo tanto, contribuir al Desarrollo Rural Sustentable; dichas prácticas están basadas en la aplicación de tecnologías apropiadas a la Caficultura Arábica Familiar en Espírito Santo (Incaper, 2009). El trabajo se sustenta en la hipótesis de que el uso de indicadores a partir de un marco metodológico con enfoque agroecológico es una herramienta que permite evaluar la sustentabilidad ecológica, económica y social de los sistemas de café arábico en Espírito Santo.

## **2- OBJETIVOS**

### **2.1- Objetivo general:**

Evaluar de forma comparativa la sostenibilidad socioeconómica y ambiental en la producción de café arábico convencional y orgánico en unidades familiares de producción en el Estado de Espírito Santo.

### **2. 2- Objetivos específicos:**

1- Caracterizar el manejo de los agroecosistemas de producción que serán evaluados en la caficultura de base familiar: sistema de manejo convencional y orgánico en la región Caparaó-Suroeste en el Estado del Espírito Santo.

2- Seleccionar los indicadores estratégicos que permitan evaluar el grado de sustentabilidad de los sistemas de manejo propuestos.

3- Evaluar la sostenibilidad comparativa del café arábico orgánico, convencional y de buenas prácticas agrícolas en sistemas familiares de producción.

4- Identificar los puntos críticos y analizar los cuellos de botella en los eslabones de la cadena productiva del café de estos sistemas de producción familiar con énfasis en la parte productiva.

5- Sugerir alternativas que puedan contribuir a la sostenibilidad de la caficultura practicada por la Agricultura Familiar.





### **3- MARCO TEÓRICO**

#### **3.1- Elementos teóricos para estudiar la caficultura de la Agricultura Familiar desde el enfoque de la Agroecología**

##### **3.1.1- Agricultura Familiar en el Estado del Espírito Santo, Brasil**

La agricultura brasilera está marcada históricamente por su origen colonial, con una estructura de tenencia de tierras basada en el latifundio, en el monocultivo de exportación y en la esclavitud, replicada en los sucesivos ciclos económicos, desde la exploración extensiva de pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), caña de azúcar, caucho hasta el predominio del ciclo económico del café, a partir de 1850.

La ocupación del suelo del Estado de Espírito Santo fue dinamizada con la emigración europea, principalmente la italiana y la alemana, con la donación de “colonias” a los nuevos habitantes (áreas de 25 ha), siendo el café la principal actividad económica inductora, hecho que coincide con la abolición de la esclavitud. Sin embargo, en el Estado de Espírito Santo, la ocupación del espacio ocurrió mediante un proceso inverso al verificado en la mayoría de los estados brasileros: mientras en otros se consolidaba el latifundio, a finales del siglo XIX, en Espírito Santo la formación espacial se caracterizaba por el predominio de una estructura productiva fundada en la pequeña propiedad, en el trabajo familiar y en la ausencia de recursos técnicos (Bergamin, 2004).

Durante más de medio siglo la pequeña propiedad rural, asentada en el trabajo familiar y en el cultivo del café, así como en el uso de recursos técnicos tradicionales, ha tenido un papel predominante en Espírito Santo. A partir de 1958 la reproducción de esa estructura productiva alcanzó sus propios límites, ya que ocurrió la crisis cafetalera internacional y que llevó al gobierno federal a promover la erradicación del 53% de los cafetales que ocupaban principalmente la región norte. Esto coincidió con el inicio de la “Modernización de la Agricultura”, que trajo a Brasil las industrias de tractores y equipamientos agrícolas, abonos químicos, piensos y medicinas de aplicación veterinaria, entre otros.

Este modelo de desarrollo que caracterizó a la agricultura brasilera, generó una gran concentración de tierras y de renta en el medio rural, marginalizando del proceso a más de dos tercios de la población rural, además de ser responsable por el intensivo éxodo de esas poblaciones.

Como resultado de este modelo, a pesar del aumento en la producción global de alimentos, se ha agravado el desempleo (en el campo y en la ciudad), han aumentado los precios de los alimentos y la degradación del medio ambiente y se ha provocado la ocupación desordenada del territorio nacional. Otros problemas están también vinculados al modelo, como la baja calidad biológica de los alimentos y el progresivo desaparecimiento de las tradiciones culturales en el medio rural y de saberes tradicionales de las familias rurales.

La agricultura familiar en el Brasil fue considerada un segmento marginal y de pequeña importancia para los intereses de una sociedad capitalista que priorizó la denominada “gran agricultura,” como actividad económica de destaque y foco de los

beneficios de las políticas gubernamentales, representada por el monocultivo del café, caña-de-azúcar y últimamente el monocultivo de la soja, eucalipto y pastizales.

Los modelos tradicionales de desarrollo atribuían al sector agrícola el papel de proveedor de alimentos, de materias primas agroindustriales a bajo costo, proveedor de mano de obra barata para otros sectores de la economía; mercado para las industrias de insumos, máquinas y equipamientos agrícolas; financiador del desarrollo de otros sectores de la economía, y generador de divisas para el País.

A partir de la década de los 90s el agricultor y la agricultura familiar pasaron a ser considerados como opción económica importante para la generación de empleo y de ocupaciones productivas para el desarrollo de una sociedad en crisis, teniendo en vista la relación costo/beneficio de esas inversiones.

El gobierno brasilero reconoce la superioridad competitiva de la agricultura familiar y propone, en 1996, la creación del Programa Nacional de Fortalecimiento de la Agricultura Familiar (PRONAF), en el marco del cual se diseñaron acciones específicas destinadas a promover la mejoría de las condiciones de vida de la población que vivía bajo este modelo de explotación rural.

A partir de 2003 ocurre la consolidación de las Políticas Públicas específicas para la Agricultura Familiar, por las cuales el Estado reconoce el protagonismo del pequeño agricultor. Las propuestas formuladas pasan a ser el éxito de la Política Nacional de ATER<sup>2</sup>, instituida por el Gobierno Federal (Brasil, 2004). Se reconoce que el medio rural, incluyéndose los pequeños municipios, abriga cerca de un tercio de la población brasilera, y que parte de este contingente tiene su fuente de trabajo e ingresos en la agricultura familiar, conformando un público grande y heterogéneo, que demanda un trato diferenciado.

A pesar de su heterogeneidad, la agricultura familiar posee diversas características comunes en la gestión de la unidad productiva sin distinción de la región del país: utiliza con predominancia la mano de obra familiar, y la propiedad y los medios de producción pertenecen a la familia. Según la FAO/INCRA, (1996), la Agricultura Familiar se divide en tres categorías diferenciadas: la agricultura familiar consolidada, constituida por establecimientos integrados al mercado y con acceso a las innovaciones tecnológicas y las políticas públicas; la agricultura familiar en transición, constituida por establecimientos que tienen acceso apenas parcial a innovación tecnológica y al mercado, sin acceso a los beneficios de la mayor parte de las políticas y programas gubernamentales; y a agricultura familiar periférica, constituida por establecimientos inadecuados en lo referente a la infraestructura y a la integración productiva, cuyo desarrollo económico depende de estructurados programas de reforma agraria, crédito, investigación, asistencia técnica y extensión rural, agro industrialización y comercialización.

De acuerdo con Denardi (2001) y Schneider (2003), el término Agricultura Familiar y las políticas públicas específicas para este segmento son aún bastante recientes en Brasil. El concepto aceptado por la academia y sectores de políticas del gobierno brasileño, usado por la Secretaría de la Agricultura Familiar (SAF), en el Ministerio del Desarrollo Agrario (MDA), sobrepasa cuestiones de la pequeña producción,

---

<sup>2</sup> ATER – Asistencia Técnica y Extensión Rural

pequeño agricultor y campesinado. En líneas generales, los emprendimientos familiares tienen dos características principales: son administrados por la propia familia y en ellos trabajan directamente, con o sin el auxilio de terceros. Se destaca la gestión familiar y el trabajo predominante de sus miembros, todavía con alguna contratación de servicios eventuales de mano de obra. El establecimiento familiar es al mismo tiempo, una unidad de producción y de consumo; una unidad de producción y de reproducción social (BRASIL, 2007).

De acuerdo con el concepto contemporáneo de desarrollo local sostenible, que privilegia el desarrollo humano, cabe a la agricultura y en particular a la agricultura familiar, generar renta de forma desconcentrada; crear ocupaciones productivas; garantizar suficiencia alimentaria, productividad, calidad de los alimentos, diversificación de la producción; contribuir para una mayor competitividad de la economía nacional; usar los factores de producción sin la degradación ambiental y contribuir para la reducción de las desigualdades espaciales y sociales.

En este contexto, la institucionalización del Pronaf (Programa Nacional de Fortalecimiento de la Agricultura Familiar), un programa diseñado para atender los intereses de la agricultura familiar, pasa a ser un gran instrumento de Estado, auxiliar en la capitalización de recursos y en la conquista de la sostenibilidad para estos agricultores y sus familias.

En este sentido, los agricultores familiares brasileños se sitúan en el contexto de rápidas transformaciones del medio rural, donde nuevas actividades económicas están cada vez más presentes; por ejemplo, agroindustrias, agroturismo, ocio y tiempo libre, comercio, artesanías, servicios profesionales especializados, políticas de vivienda, etc. Este enfoque de diversificación de la actividad rural parte de la premisa de que no basta con agregar valor a la producción agrícola y de que es necesario tener siempre presente la visión de la cadena productiva, en la cual la comercialización corresponde a la fase más decisiva. De ahí que además de invertir en producción, siempre que sea posible, se debe estimular actividades no agrícolas.

El impacto socioeconómico de una política rural novedosa y bien coordinada puede ser decisivo si se mira las cifras. Se estima que existen 4,0 millones de establecimientos familiares rurales en el Brasil, lo que representa 85,2% del total de unidades productivas en el campo; ocupan 30,5% del área total y son responsables por 37,9% del valor bruto de la producción agropecuaria nacional, de acuerdo con IBGE – 1995/1996.

En tanto, en el Estado del Espírito Santo el número de establecimientos rurales es de 73.288, con un área geográfica de 46.098,77 Km<sup>2</sup>, segundo datos del IBGE, 1995/1996. El número de establecimientos familiares es de 56.744 establecimientos, ocupando un área geográfica de 14.060 Km<sup>2</sup> y representando 77% del total de las propiedades rurales. La agricultura familiar es responsable por 60% del área plantada y 65% del valor bruto de la producción de los cultivos de temporada, emplea el 70% de la fuerza de trabajo en la agricultura, y el café es la principal actividad agrícola. La caficultura del Estado es diferente de la caficultura nacional, en cuanto que en el Brasil es prácticamente patronal, produciendo solamente 25% en régimen familiar, en el Espírito Santo es básicamente familiar, responsable por más de 60% de la producción del Estado, aunque el porcentaje varía mucho según las regiones del país y el Estado productor (Pedeag, 2003).

En el plano social, el café desempeña un papel importante en la fijación de la población agrícola en la creación de empleo en el medio rural, propiciando mejor distribución de renta entre las familias. La caficultura está presente en 49 municipios involucrando a 53.000 familias en más de 20.000 propiedades que cultivan el café en pequeñas áreas, en régimen familiar. El área en producción está en torno a 185.600 hectáreas. Presenta una producción concentrada, principalmente en las regiones del Caparaó (37,4%), Serrana (36,7%) y Sur (15,3%). A pesar de su importancia para Espírito Santo, la productividad media es baja y lleva estancada los últimos 10 años, entre 10 y 12 sacos beneficiadas por hectárea (Espírito Santo, 2008; Incaper, 2009).

Gran parte de esos agricultores familiares que tienen en el café su principal fuente de renta, todavía enfrentan limitaciones relacionadas al sistema de producción, a la falta de producción en escala, dificultad de acceso a las tecnologías, al mercado y a acción de los intermediarios, a demás de alternativas en la diversificación de la renta, bajo nivel organizativo y acceso a los servicios de asistencia técnica y extensión rural (De Muner, 2003; Schmidt, De Muner, Fornazier, 2004).

### **3.1.2- La sustentabilidad de la caficultura familiar**

#### **3.1.2-1. Resumen histórico**

Para estudiar la sustentabilidad en el contexto de la caficultura de la agricultura familiar en el Estado del Espírito Santo es necesario entender la historia del café en el Brasil y su introducción en el Estado, ya reseñadas anteriormente de forma introductoria.

El café fue introducido en Brasil en 1727 por Francisco de Mello Palheta en misión en Guayana Francesa, quien trajo semillas que fueron plantadas en el estado del Pará. En seguida se extendió a Maranhão y otros Estados vecinos como Bahia y Rio de Janeiro. En Espírito Santo, más precisamente en Vitória, el producto llegó a principios del siglo XIX, por la región Sur, probablemente como una expansión de las áreas de cultivo del norte de Rio de Janeiro.

Hasta entonces, la producción de azúcar era la principal actividad económica del Estado, siendo substituida por la emergencia de la cultura cafetalera, al final de la primera mitad del siglo XIX, imprimiendo transformaciones significativas en la ocupación del territorio y en la demografía capixaba<sup>3</sup>. Así, impulsado por la inmigración europea, el café contribuyó a la colonización del interior y, posteriormente del norte del estado, en áreas con aptitud para el cultivo de la variedad arábica. A partir de 1850, el café ocupó el primer lugar en la economía y pasó a ser el principal vector de desarrollo del Estado, responsable de la fundación de poblados, villas y ciudades. En esa época, las regiones norte y centro-serrana eran un inmenso bosque natural que, con la llegada de los primeros emigrantes italianos e alemanes, fue siendo substituido por el cultivo del café (Bittencourt, 1987).

---

<sup>3</sup> Capixaba es el gentilicio de los habitantes del Estado de Espírito Santo. Capixaba es el gentilicio de los habitantes del Estado de Espírito Santo. Capixaba, de la Lengua indígena Tupí, significa roza tumba y quema para cultivo y plantación de maíz. En extensión en la Lengua Portuguesa, generalmente: tierra de cultivo, pequeño establecimiento agrícola. Tales indios daban el nombre de capixaba a su plantación de maíz, frijol, yuca.

A pesar de la llegada de nuevos inmigrantes europeos que recibían tierras del gobierno para la implantación de los cultivos del café, hasta 1920, solamente 28.6% del territorio estaba ocupado por los establecimientos agrícolas y de estos, solo 17.6% eran cultivados. La región norte, aislada por la barrera natural formada por lo Rio Doce, pasó a ser ocupada a partir de 1928, con la construcción un puente en el municipio de Colatina (Seag, 1988).

Entre los años de 1920 a 1950, era muy común la tala de regiones boscosas para la expansión de los cultivos de café, pero con el estancamiento de los precios, las tierras eran abandonadas o daban lugar a pastizales caracterizando el ciclo bosque-café-pastizales (Vale et al., 1989). Este ciclo fue responsable de la devastación de la cobertura boscosa primitiva de gran parte del territorio del Estado. En la región norte, la práctica de quemas con bajo aprovechamiento de la madera, la implantación de la ganadería extensiva en terrenos de baja fertilidad natural y limitaciones de orden climática promovieron otros impactos sobre el ambiente natural, como la erosión de los suelos, el azolvamiento de los ríos y la contaminación de las aguas (Schettino, 2000).

Entre la década de 1940 y 1960 el parque cafetero alcanzó un crecimiento significativo, estimulado por la mejora en los precios (Rocha; Morandi, 1991). Sin embargo, a partir de 1955 se inicia una nueva crisis en los precios internacionales del café, resultando en el crecimiento y en la exploración de las actividades maderera y pecuaria.

La crisis del café, en la década de 1960, llevó a la erradicación<sup>4</sup> de gran parte de los cafetales del Estado, principalmente las ubicadas en la región Norte. A partir de esta década, y más fuertemente en 1971, con el plan de renovación y restauración de los cafetales, se establecen los primeros cultivos comerciales de café robusta (conilon<sup>5</sup>) en el municipio de São Gabriel da Palha, que se expandieron a toda la región y, posteriormente, hacia el Sur del Estado.

En la década siguiente a la erradicación, la agricultura capixaba comenzó a incorporar tecnología, gracias a la política de créditos del gobierno federal. Como la política crediticia privilegió las culturas con potencial agroindustrial y destinadas al mercado externo, entre las que se incluía el café, los productores además de obtener incentivos crediticios contaron con el desarrollo de políticas específicas para renovación y revitalización del cultivo.

Dos planes para incentivar el desarrollo de la caficultura fueran implementados por el gobierno federal en la década de 1970. El primero, el Plan de Renovación y

---

<sup>4</sup> En virtud de la crisis, el gobierno federal promovió la erradicación de 53% de los cafetales, que ocupaban principalmente la región norte y comprendían 71% del área total cultivada del Estado. La especie más cultivada era la arábica (*Coffea arabica*), substituida a continuación por la especie robusta (*Coffea canephora*), adaptadas a las regiones más cálidas, en el norte del Estado del Espírito Santo (Seag, 1993). Además de ser una especie resistente a la roya, principal enfermedad del café, causada por lo hongo *Hemileia vastratrix*.

<sup>5</sup> El cafeto Conilon (*Coffea canephora*) del grupo Robusta es la especie más cultivada en el Estado de Espírito Santo, adaptado a regiones de menor altitud (hasta 500 metros) y de clima más caliente (22 a 26°C) (Dadalto y Barbosa, 1997). Comparándolo al café arábica, como bebida, el café conilon tiene más cuerpo, es menos aromático y tiene poca acidez, siendo apropiado para la fabricación de los cafés solubles y elaboración de "blends", por ser una bebida neutra (Silva y Leite, 2000).

Revitalización de cafetales, no obtuvo éxito debido a los bajos precios del producto practicados en el mercado internacional, que no estimularon la retomada del cultivo. Pero, el segundo, el Plan Trienal de Renovación y Revitalización de Cafetales, obtuvo amplia aceptación de los agricultores, pues la implementación ocurrió en el contexto de recuperación de los precios del café, de forma que el plantío de nuevos cafetales fue retomado, con aumento sustancial en la producción de café.

La implementación del plan trienal, en 1973, estuvo acompañada de la concesión de subsidios para promover la modernización de las técnicas de cultivo del café. Tanto la gran producción capitalista como la pequeña producción familiar pasaron a utilizar insumos y modernas técnicas, tanto en el cultivo como en lo procesamiento del café.

El resultado se traduce en el aumento de la producción, pues el Estado, que en 1975 era responsable del 5% de la producción nacional, pasó a representar 13%, en 1980, (Souza Filho, 1990) y actualmente responde por más de 20% de la cosecha brasilera de café arábica y café conilon (Espírito Santo, 2008).

Se resalta el café como una cultura agrícola destinada al mercado externo, con derecho a incentivos crediticios del Sistema Nacional de Crédito Rural - SNCR, en conformidad con los mecanismos conservadores de la modernización de la agricultura brasilera. Sin embargo, también las pequeñas propiedades rurales, que concentran la mayor parte de la producción de café, estuvieron en aquellos momentos parcialmente incluidas en las políticas de modernización conservadora.

Históricamente, la producción de café en Espírito Santo ha sido cultivada en pequeñas fincas. De acuerdo con el último Censo del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística-IBGE, en 1995, el 82% de la producción de café se realizaba en propiedades de área inferiores a 50 ha. Además, la caficultura es una actividad estrechamente relacionada con la Agricultura Familiar, pues alrededor de 53.000 familias dependen principalmente del cultivo del café de la especie arábica, y el 74% de las propiedades cafetaleras de arábica poseen un área inferior a 50 ha, siendo un 28% conformada por propiedades con área inferior a 10 ha, en extensiones medias explotadas de 9,4 ha de café, por propiedad. Aproximadamente el 50% de la mano de obra empleada en esa cultura se ha basado en sistemas de arrendamiento (Teixeira, 1998).

Hasta la década de 1960, la utilización de recursos técnicos se presentaba bastante incipiente en la agropecuaria capixaba. Menos de 1% de los establecimientos poseían tractores y solo 5,3% utilizaban algún tipo de fertilizante (químico o orgánico), mientras la media nacional era 13,2% (Graciano da Silva, 1981). Aunque esos indicadores aislados no son suficientes para hacer un análisis más detallado de la incorporación de avances técnico en la agricultura, sirven como parámetro para comprender, en dicho período, el reducido grado de modernización, tanto del estado, como del país.

Destaca también el papel de la Revolución Verde como un instrumento dinamizador de la modernización. La difusión de un paquete tecnológico, basado en innovaciones biológicas en el campo del mejoramiento genético de semillas agrícolas, asociado al uso intensivo de agroquímicos y de modernas técnicas que posibilitan el aumento de la producción y de la productividad agrícola, se convirtió en un mecanismo de propaganda para la propuesta de la revolución verde. Por detrás del supuesto

objetivo humanitario de acabar con el hambre mundial estaban intereses económicos y políticos relacionados a transnacionalización del capital. La “Revolución Verde” sirvió para ampliar en el mundo la venta de insumos agrícolas modernos: máquinas, equipamientos, implementos, abonos, pesticidas, etc. (Brum, 1987, p. 40).

Actualmente el estado del Espírito Santo – Brasil posee 183,4 mil ha de cultivo de café de la especie arábica, *Coffea arabica*, y produce cerca del 10% del total de la cosecha nacional (más de 2,0 millones de sacos<sup>6</sup> beneficiados), siendo uno de los más grandes productores brasileños de café arábico cultivado en regiones de altitud superior a 400 metros y en climas más amenos, en cerca de 20 mil propiedades, la mayoría de base familiar (Espírito Santo, 2008).

Entretanto, las principales regiones productoras de café de Espírito Santo, están asociadas a uno de los menores índices de desarrollo humano (IDH) en el Estado, evidenciando que el desarrollo humano pasa por otras dimensiones, que no sean solamente la actividad económica (Anuário Estatístico, 2006; IPES, 2003). Esta constatación es síntoma de un modelo de desarrollo agotado, basado en el monocultivo del café, en la simplificación de los agroecosistemas, utilización intensiva de insumos externos y consecuente concentración de renta, modelo éste que privilegió lo económico en detrimento de las demás dimensiones de la sostenibilidad<sup>7</sup>.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) publicó, en 1990, las primeras estadísticas del Índice de Desarrollo Humano (IDH), indicador que combina la tasa de alfabetización, el porcentaje de escolarización y la mortalidad infantil, la esperanza de vida y la renta per capita. Este indicador se convirtió en un importante instrumento de comparación de las condiciones de vida de países, estados y de unidades menores como regiones y municipios (Besserman, 2003).

En épocas de precios elevados, la frontera del café, en las fincas, se expande hacia áreas marginales, sin vocación para la caficultura y ecológicamente sensible. La ocupación de esas áreas no aptas para el cultivo causa la degradación de los recursos naturales. Al contrario, esas áreas deberían ser ocupadas por los fragmentos boscosos de la selva atlántica, sirviendo como zona de recarga del acuífero y corredor ecológico, refugio de la vida salvaje. Cuando los precios retornan a los patrones normales o en períodos de precios bajos, estos cultivos son prácticamente abandonados, sirviendo de foco de plagas y enfermedades, reflejo de la insustentabilidad económica.

Se suele decir en el interior del Espírito Santo: “si el café va bien, el agricultor y el ayuntamiento municipal también”. Entretanto, cuando ocurren las crisis de los precios “el empobrecimiento es general y los servicios sociales de los ayuntamientos se ven saturados”.

---

<sup>6</sup> Cada saco de café corresponde a 60 Kg de café limpio, seco y beneficiado.

<sup>7</sup> Conway (1985) considera la sustentabilidad de la agricultura como “la capacidad de un agroecosistema para mantener su producción a través del tiempo superando, por un lado, las tensiones ecológicas y, por otro, las presiones de carácter socioeconómico”, lo que no se observa en la realidad que va a ser estudiada.



Más que crisis periódicas de los precios de las “commodities” y relaciones con el mercado, la sociedad se enfrenta a algo peor: los efectos perniciosos de un estilo de desarrollo ecológicamente depredador, socialmente injusto y políticamente incorrecto, que lleva al agotamiento de los recursos naturales y a la marginación del ser humano. Este modelo de apropiación de la naturaleza aceleró de forma alarmante la degradación ambiental y social del espacio rural a punto de tornarse insostenible. Según Sevilla Guzmán (2000), este modelo industrial del uso de los recursos fue substituyendo los modelos de producción vinculados a las culturas locales, donde los valores de uso siempre prevalecieron sobre los valores de cambio.

El estilo de desarrollo de la agricultura brasileña presentó un alto grado de industrialización, y trajo en un primer momento el aumento de la producción y de la productividad, principalmente en los productos de exportación, así como un incremento de la mecanización y del uso de insumos externos y la expansión de los monocultivos.

En el Espírito Santo se percibió notablemente una expansión del monocultivo del café. Esto llevó en muchas ocasiones, en el pasado, a la degradación de grandes superficies, muchas de ellas abandonadas después de pocos años de explotación, sin una visión de largo plazo acerca de la relación entre productividad y estabilidad de los agroecosistemas.

El agravamiento de ese cuadro se dio con la intensificación de la producción en áreas no aptas, por encima de su capacidad de aguante, provocando erosión, contaminación del suelo y del agua con agroquímicos, resultando sistemas productivos insustentables a lo largo de los años, cada vez más dependientes del aporte de energía externa.

Formas inadecuadas de producción, uso indiscriminado de insumos, incorporación de tecnologías inapropiadas llevaron a la degradación de los recursos naturales, que asociados a la baja remuneración del producto, pueden poner en riesgo la base productiva y de reproducción de la agricultura familiar del Estado de Espírito Santo (Bergamim, 2004).

El sistema de “aparcería” es tradicional, y normalmente es una solución cuando el propietario no tiene condiciones de gestionar los cultivos con la mano de obra de la propia familia. Son efectuados contratos, en los que el propietario asume los costes con los insumos y el aparcerero actúa con su mano de obra, en la realización de las labores, cuidado del cultivo y cosecha. El resultado final de la producción es compartido. Cuando hay condiciones de reproducción socioeconómica, es común que los hijos casados continúen trabajando en la misma propiedad. Además, las pequeñas unidades de producción son cultivadas no solamente por los propietarios, sino también por los “aparceros” y arrendatarios.

En períodos de precios bajos, el agricultor familiar y más específicamente el aparcerero de café, que tiene en el café, prácticamente, su única fuente de renta anual, se descapitaliza drásticamente, siendo obligado a vender su mano de obra, como jornalero, a otros propietarios, cuando hay oferta de servicios en zonas cercanas.

En época de campañas en que la producción mundial es superior a la demanda, los precios internacionales se deprecian. En estas ocasiones, muchos cafetales no son cosechados, debido a la inviabilidad económica del proceso, pues el precio del producto, generalmente se queda inferior al costo de producción.

En esos períodos, que son cíclicos, los caficultores despiden a los empleados y venden bienes para pagar préstamos bancarios. Los “aparceros” y arrendatarios desisten del campo y engordan las estadísticas de migrantes que van para las periferias de las ciudades. Dejan de ser agricultores familiares periféricos para ser habitantes de las urbes. La pregunta entonces es ¿Cuales son las dimensiones sociales y de sustentabilidad de este modelo? El sistema convencional poco considera las diversas dimensiones de la sustentabilidad como la social, la ambiental, la política, la cultura y la ética. Cuando se privilegia solamente una dimensión, el desarrollo difícilmente será sustentable.

La agricultura familiar, los aparceros y asalariados rurales conforman los seguimientos más vulnerables de la cadena productiva del café en el Estado del Espíritu Santo, donde el impacto social y económico, de las crisis cíclicas puede ser percibido de forma más dramática. Mientras las transnacionales del café aumentan sus ganancias con el producto, los agricultores familiares abandonan sus cultivos y los trabajadores rurales del sector cafetalero pierden sus empleos, pasando a una condición de precariedad (Coelho, 2002).

El panorama descrito es el resultado de la crisis del actual modelo tecnológico y de organización de la producción dominante en la agricultura, causados por este estilo de desarrollo industrial. Esta crisis se manifiesta bajo múltiples dimensiones, y su superación depende de la producción de nuevos conocimientos y tecnologías adaptados a las condiciones socioeconómicas y culturales de los pequeños agricultores.

El desarrollo de la caficultura en el Estado de Espirito Santo siguió al tendencia nacional, con el uso de “paquete tecnológico” históricamente dirigido para el aumento de la productividad y con una dependencia de agroquímicos, lo que conllevó en un primer momento un aumento de la producción, apoyado en el uso de insumos externos y principalmente de la expansión de los monocultivos, lo que ha llevado a la degradación de los recursos naturales, con un aumento de los riesgos socioambientales en los agroecosistemas.

También uno gran porcentaje de caficultores familiares exploran la actividad al nivel de subsistencia, debido al tamaño reducido de las fincas, cultivan en áreas que presentan restricciones ambientales, con baja utilización de recursos tecnológicos y financieros; presentan una degradación progresiva de los recursos naturales, teniendo como resultado un abandono de las tierras altamente empobrecidas y generando el aumento del éxodo rural.

La preocupación por el impacto causado por la agricultura convencional movió a los agricultores familiares a cambiar el estilo de agricultura desarrollado en sus fincas, incentivados por la Iglesia Luterana, por los movimientos sociales y por las ONGs y técnicos. Empezaba la discusión sobre la producción de alimentos em um proceso que se llamó “Agricultura Alternativa” (Espírito Santo, 2008).

Muchos agricultores víctimas de este “paquete tecnológico” de producción fueron los pioneros de la agricultura alternativa y orgánica en Espírito Santo, como es el caso del Sr. Admir Rossmann que vive con su familia en el municipio de Santa Maria de Jetibá (ES) que, donde desde el año de 1986, tuvieron problemas de intoxicación por el uso de agrotóxicos. En ese período empezaron un proceso de transición agroecológico, reduciendo la utilización de agrotóxicos. En 1999 inició la producción de café arábico orgánico, pero necesitaba de un determinado volumen de producción y una mejor calidad del producto, caso similar de muchos agricultores. En mayo de 2002 obtuvo la certificación orgánica por la Certificadora Chão Vivo; en el año 2006 obtuvo la certificación internacional a través del convenio entre la Chão Vivo y la Certificadora BCS Oko - Garantie GmbH (Relato personal, 2010). Este es un ejemplo pionero, pero existen muchos agricultores sin certificación que practican una agricultura con mejor nivel de sustentabilidad.

En un contexto marcado por la alta dependencia de insumos y por la ineficiencia energética de la agricultura, la agricultura ecológica (certificada o sin certificar) es vista como una alternativa viable en el arco general de la Sostenibilidad (Guzman Casado, et al. 2000). La concienciación de los agricultores y la práctica de un estilo de agricultura más sustentable ha sido objeto de preocupaciones del Gobierno del Estado, ya enmarcado en diversos diagnósticos y planes estratégicos de la agricultura (PEDEAG, 2003; Espírito Santo, 2008).

El Gobierno estadual junto con diversos segmentos de la sociedad, está buscando el desarrollo y la aplicación del concepto de adecuación ambiental en la agricultura, particularmente a través del Plan Estratégico de Desarrollo de la Agricultura Capixaba – PEDEAG. En este Plan se contempla un horizonte programático hasta el año de 2025. Asimismo en dicho plan está prevista la adopción de las Buenas Prácticas Agrícolas (con metas para 2010 y 2025). Estas prácticas se basan en la tendencia al aumento de las exigencias de mercado para adopción de sellos verdes y socioambientales, como el Orgánico, Fair Trade, Rainforest Alliance, Globalgap, Producción Integrada (Espírito Santo, 2008).

Esta nueva forma de actuación del Estado, con relación a las acciones de asistencia técnica y extensión rural, son claramente expuestas en los principios y directrices que orientan a Política Nacional de ATER – PNATER (BRASIL, 2004). Sin embargo, solamente el 0,5% de las propiedades cafetaleras son orgánicas y certificadas para café (Schmidt, De Muner, Fornazier, 2004). En Brasil, la producción ecológica se denomina orgánica con marcos legales establecidos por la Ley 10.831/2003 (Brasil, 2003). Se establece que los procesos puedan ser implantados por medio de certificaciones efectuadas a través de auditorías.

En la certificación del café, no solamente los cultivos son inspeccionados, sino también todo el proceso de beneficio (despulpadoras, beneficiadoras, tostadoras, embaladoras). La certificación del producto orgánico garantiza su origen y calidad, encuadrando el producto en un segmento diferenciado, a través del rótulo, que lo valora y protege de eventual fraude que pueda ser practicado en el mercado.

Las iniciativas de cultivo del café orgánico y de los sistemas de buenas prácticas agrícolas, que utilizan racionalmente o sustituyen agroquímicos e insumos externos caros, adecuan ambientalmente los cultivos, utilizando un sistema de producción y de comercialización más justo y equitativo y disminuyendo los riesgos socio

ambientales en la Agricultura Familiar (Schmidt, De Muner, Fornazier, 2004; De Muner et al., 2007).

Las Buenas Prácticas Agrícolas son un conjunto de prácticas y procesos que posibilitan la obtención de productos de origen vegetal y animal, inocuos a los aspectos químicos, físicos y biológicos. Las BPAs no forman parte de ningún itinerario técnico de padrones y de producción o beneficio específico: sea el orgánico, el socioambiental o en el sistema biodinámico. Por otro lado, están presentes en prácticamente todos ellos.

El origen del termino deriva de los Principios Generales de Higiene de Alimentos creado a través del “Codex Alimentarius” (OMS-FAO), que estableció los sistemas APPCC (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) y BP (Programa de Buenas Prácticas). En Brasil, las principales iniciativas están en el ámbito del Programa Alimento Seguro (PAS), conducido por una articulación de expresivas Instituciones Gubernamentales y de la iniciativa privada, que viene difundiendo las Buenas Prácticas de Fabricación (BPF), Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), Buenas Prácticas de Transporte (BPT) y el Sistema APPCC (Neves, 2005).

De esta forma se conceptúa oficialmente las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) como prácticas orientadas a la sustentabilidad ambiental, económica y social de los procesos productivos de exploración agrícola que garantizan la calidad y inocuidad de los alimentos y de los productos no alimenticios (FAO, 2003)<sup>8</sup>.

El proceso de implantación de este concepto es reciente e innovador, sujeto a la adecuación y a los ajustes necesarios, para que pueda ser implementado con mayor eficiencia y eficacia y consecuentemente pueda contribuir a una mejor calidad de vida de los productores, de los comerciantes y de los consumidores. Algunos beneficios directos relacionados a las BPAs, son descritos por la FAO (2003) y contribuyen a la mejoría de la inocuidad y de la calidad de los alimentos y de los demás productos agrícolas, ayudando a reducir el riesgo en el cumplimiento de reglamentos, normas y directrices nacionales y internacionales, y contribuyendo a la promoción de la agricultura sustentable, con la reducción de barrera aduanera y con el cumplimiento de los objetivos del desarrollo.

Tan grande ha sido la importancia ha sido dada a estos procesos que ha llegado a involucrarse a la seguridad nacional, como en el caso de la normativa CEE 178/2002 y la Ley del Bioterrorismo (2002), que colocan la rastreabilidad como aspecto a ser asegurado en todas las fases de producción, transformación y distribución de los géneros alimenticios, del producto final y de los insumos utilizados en el proceso (Zambololim, 2007). El mercado se convierte poco a poco más selectivo y exigente, haciendo que las buenas prácticas se transformen, no solo en un factor de competitividad, sino también en una condición obligatoria. La lógica del control de calidad viene cambiando su enfoque tradicional hacia un sistema preventivo, dinámico y seguro (Neves, 2005).

---

<sup>8</sup> Buenas Prácticas Agrícolas – BPAs, consiste en un conjunto de prácticas y procesos elaborados para sistemas de producción específicos enfocando opciones tecnológicas existentes y alternativas para obtener productos agrícolas inocuos y sanos. Se aplican en un conjunto de sistemas agrícolas pudiendo ser un instrumento de políticas públicas que incorporen aspectos relacionados a la sustentabilidad agrícola. COMITÉ DE AGRICULTURA/FAO. 2003. Marco para las buenas prácticas agrícolas. Disponible em [http://www.fao.org/prods/gap/index\\_es.htm](http://www.fao.org/prods/gap/index_es.htm). Acceso en 23 de enero de 2010.

La norma técnica específica brasileña para la Producción Integrada del Café (PIC), es un conjunto de directrices técnicas de utilización de BPAs que están siendo elaboradas (Van Raij; 2003, Zambolim, 2007).

En este trabajo se consideraron las Buenas Prácticas Agrícolas – BPA, las tecnologías apropiadas recomendadas a la Agricultura Familiar de acuerdo con el Programa desarrollado por el INCAPER (Incaper, 2009).

Las prácticas recomendadas en los sistemas de BPAs deben servir como referencia para decidir, en cada etapa del proceso de producción, cuales son las más sostenibles ambiental, socialmente aceptables y económicamente viables. La implementación de las BPAs debe, por lo tanto, contribuir al desarrollo rural sustentable.

En este sentido, es necesario que se viabilice la producción de café con productividades económicamente viables, además, de tomar en consideración las dimensiones ecológicas, sociales de la sostenibilidad para el desarrollo sustentable de la caficultura arábica de base familiar en el Estado de Espírito Santo, promover la mejoría de la calidad de vida en el medio rural.

Por lo tanto, sería conveniente estudiar de forma más detallada los diversos sistemas de producción de café y los eslabones de la cadena productiva del café arábica de base familiar y sus principales cuellos de botella, para que se puedan construir alternativas sustentables que hagan viable el cultivo del café como un producto de sustentación y fortalecimiento de los agricultores y sus familias. Asimismo se debe proponer acciones para la intervención del Gobierno por medio de Políticas Públicas.

### **3.1.3- La Agroecología como base para la búsqueda de la sustentabilidad**

#### **3.1.3-1- Enfoque agroecológico y conceptos relacionados**

La Agroecología es entendida como “un enfoque científico destinado a apoyar la transición de los actuales modelos de desarrollo rural y de agricultura convencionales para estilos de desarrollo rural y de agriculturas sostenibles” (Caporal y Costabeber, 2000; 2002).

La agricultura sostenible se refiere a la búsqueda de rendimientos duraderos, a largo plazo, a través del uso de tecnologías de manejo ecológicamente adecuadas, lo que requiere la optimización del sistema como un todo y no sólo el rendimiento máximo de un producto específico (Altieri, 2002).

Un concepto más amplio es proporcionado por Sevilla Guzmán (1997), para quienes la Agroecología propone el manejo ecológico de los recursos naturales “a través de una acción social colectiva de carácter participativo, realizándose a través de un enfoque holístico y de una estrategia sistémica, que busque reconducir el curso alterado de la coevolución social y ecológica, mediante el establecimiento del control de las fuerzas productivas para frenar las formas de producción degradantes y expoliadoras de la naturaleza y de la sociedad”. Según los autores, la dimensión local desempeña el papel central como portadora de un potencial endógeno que, a través de la articulación de los saberes, permite la implantación de sistemas y estilos

de agricultura potencializadores de la biodiversidad ecológica y sociocultural, proyectando métodos de desarrollo sostenible.

A los conceptos citados se agrega el presentado por la EMBRAPA (2006), en el documento “Marco Referencial en Agroecología” que tiene como objetivo contribuir a la construcción colectiva de un programa institucional con enfoque agroecológico en esa institución. En este documento la relación Agroecología y Sustentabilidad es referida de la siguiente manera: “La Agroecología solamente puede ser entendida en su plenitud cuando se relaciona directamente al concepto de sustentabilidad y justicia social. En ese sentido, la Agroecología se concreta cuando, simultáneamente, cumple con los dictámenes de la sustentabilidad económica (potencial de renta y trabajo, acceso al mercado), ecológica (manutención o mejoría de la calidad de los recursos naturales), social (inclusión de las poblaciones más pobres y seguridad alimentaria), cultural (respecto a las culturas tradicionales), política (movimiento organizado para el cambio) y ética (cambio dirigido a los valores morales trascendentes)” (EMBRAPA, 2006, p. 2).

La Agroecología, a partir de un enfoque sistémico, adopta el agroecosistema<sup>9</sup> como una unidad de análisis, teniendo como propósito proporcionar las bases científicas (principios, conceptos y metodologías) para apoyar el proceso de transición del actual modelo de agricultura convencional para estilos de agriculturas sostenibles. La agroecología se sirve del concepto de agro-ecosistema como unidad de estudio y considera el análisis del mismo desde una perspectiva sistémica, teniendo en cuenta los recursos humanos y naturales que definen su estructura, tanto los factores sociales como naturales (Guzmán Casado et al., 2000).

Los sistemas ecológicos son modificados por el hombre para producir alimento, fibra y otros productos agrícolas a través de una serie de procesos de producción o artificialización, siempre generando un cierto grado de modificación de los sistemas naturales. Los aspectos claves que se modifican en un agroecosistema con relación a los ecosistemas naturales son el flujo de energía, el ciclo de los nutrientes y los mecanismos de regulación de poblaciones (Gliessman, 2002).

Según el autor, los flujos de energía se modifican, disminuyendo la eficiencia en la captación de luz, al simplificar la diversidad de estratos vegetales y de cantidad de especies, requiriendo la inversión de energía para regular el sistema. El ciclo de los nutrientes en los agroecosistemas presenta menor eficiencia interna, a medida que en la cosecha los mismos son exportados, además de ocurrir mayor pérdida de nutrientes por lixiviación o por erosión. Debido a la simplificación del ambiente y la reducción de niveles tróficos las poblaciones de plantas o de animales en los agroecosistemas raramente se autorregulan. Ocurren, por tanto, modificaciones en la estabilidad de los agroecosistemas, debido a la menor diversidad en estructura y función.

---

<sup>9</sup> El agroecosistema es la unidad de análisis, en el cual los ciclos minerales, las transformaciones energéticas, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas son vistas y analizadas en su conjunto. Son el punto de vista de la investigación agroecológica, sus objetivos no son la maximización de la producción de una actividad particular, sino la optimización del agroecosistema como un todo, lo que implica la necesidad de un mayor énfasis en el conocimiento, en el análisis y en la interpretación de las complejas relaciones existentes entre las personas, los cultivos, el suelo, el agua y los animales (Altieri, 1989).

El enfoque agroecológico puede ser definido como la “aplicación de los principios y conceptos de la Ecología en el manejo y diseño de agroecosistemas sostenibles” (Gliessman, 2002) que, partiendo del conocimiento local, e integrado al conocimiento científico, dará lugar a la construcción de nuevos saberes socio-ambientales, alimentando así, permanentemente el proceso de transición agroecológica (Costabeber, 2007).

Según Guzmán Casado y Alonso Mielgo (2000), la transición agroecológica a nivel de finca, implica la sustitución de tecnologías contaminantes y altamente dependientes de capital y de técnicas de manejo degradantes del medio físico, por otras menos dependientes de capital y de mayor sensibilidad local, que permiten el mantenimiento de la diversidad biológica y de la capacidad productiva del sustrato natural a largo plazo.

Según Gliessman, (2002), la transición para agroecosistemas sostenibles comprende por lo menos tres niveles fundamentales: el primer nivel prevé la mejora de la eficiencia de las prácticas convencionales para reducir el uso de insumos externos dañinos al medio ambiente. El segundo nivel de la transición, se refiere a la sustitución de insumos convencionales por insumos alternativos. El tercer nivel de la transición está representado por el rediseño de los agroecosistemas con la incorporación de un conjunto de prácticas y principios agroecológicos y principalmente, la biodiversidad dentro del agroecosistema.

En este trabajo se ha utilizado la noción de transición agroecológica como un proceso en el que se van incorporando nuevas técnicas apropiadas, más agrobiodiversidad y se van fortaleciendo los procesos que permiten el aumento de la estabilidad y de la resiliencia de los Agroecosistemas a medio-largo plazo.

## **3.2- Desarrollo sustentable**

### **3.2.1- Base teórica conceptual**

La discusión sobre desarrollo sustentable es muy amplia y compleja (Masera et al., 2000, Astier et al., 2008). El desarrollo sustentable se cuentan entre los conceptos más ambiguos y controvertidos de la literatura (Gallopín, 2003). Una de las principales dificultades es que este concepto se ha convertido en cliché y tiende a ser usado y definido de manera inconsistente. La diversidad de intereses, problemas, perspectivas y escalas en juego es simplemente demasiado amplia para llegar a un consenso.

Por lo tanto, más que intentar obtener definiciones universales, es más importante buscar los elementos centrales comunes de la discusión, derivar definiciones útiles al problema concreto bajo estudio y utilizarlas de manera consciente (Masera et al., 2000). Así pues, cada vez es más evidente que la búsqueda de la sustentabilidad y el desarrollo sustentable exige integrar factores económicos, sociales, culturales, políticos y ecológicos (CNUMAD, 1992; Gallopín et al., 2001).

Al principio de la década del setenta, el Primer Informe del Club de Roma sobre los límites del crecimiento, junto con otras publicaciones y acontecimientos, pusieron en tela de juicio la viabilidad del crecimiento como objetivo económico planetario,

Ignacy Sachs (consultor de Naciones Unidas para temas de medioambiente y desarrollo).

El concepto de Ecodesarrollo<sup>10</sup> propuesto como un nuevo paradigma para la sociedad moderna por Sachs, en la década de 60, fue enfatizado en la Declaración de Estocolmo, que resultó de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, en 1972. El concepto evolucionó hacia el de Desarrollo Sostenible, preconizado por la Comisión Brundtland (ONU) en el Informe “Nuestro Futuro Común”, en 1987, y fue pauta principal de la Conferencia de Río, en 1992, y de las demás conferencias mundiales sobre desarrollo que se sucedieron.

Fue definido el Desarrollo Sustentable como “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades” (WCED, 1987). Esta definición transmite una orientación a largo plazo en el futuro (Smith, 1993) y la admisión de la obligación intergeneracional de la satisfacción de las necesidades humanas.

Para Gutman (1994), aunque la mayoría de los autores se refieren al desarrollo sustentable como la necesidad de una equidad intergeneracional (preservar el ambiente para las futuras generaciones), para los países periféricos, la sostenibilidad crítica es la Sostenibilidad intrageneracional, o sea, cómo hacer un uso equitativo del ambiente ahora, cómo enfrentar el problema de la pobreza y desigualdad en el presente. Esta preocupación es pertinente y debe estar presente al definirse y desarrollar indicadores para evaluar la sustentabilidad.

Los objetivos operacionales del concepto de desarrollo sustentable definido por la “World Comisión on Environment and Development” son los siguientes: reactivar el crecimiento; cambiar el modo de crecimiento; satisfacer las necesidades básicas de trabajo, alimentación, energía, agua y salud; asegurar un nivel sustentable de población; conservar y aumentar los recursos básicos; reorientar la tecnología y controlar el riesgo; combinar el medio ambiente con la economía en la toma de decisiones; reorientar las relaciones económicas internacionales; y hacer el desarrollo más participativo (WCED, 1987; Lelé, 1991).

El desarrollo sustentable no es aún un concepto acabado, sino una idea que transita entre el *desarrollo*, entendido como un estadio socioeconómico y político de una comunidad, y la *sustentabilidad*. Ésta se refiere a la capacidad de soporte de la biosfera, un fin a ser perseguido con el objetivo de garantizar su preservación en una visión de futuro.

Para situar nuestra posición en esta tesis, entendemos como desarrollo el crecimiento alométrico (variación de las relaciones entre las partes) de las ya citadas dimensiones de la sustentabilidad, según Guzmán Casado, González de Molina y Sevilla Guzmán (2000). En una acepción más amplia el concepto de desarrollo está relacionado con el despliegue de las potencialidades de una identidad, sea biológica

---

<sup>10</sup> Ecodesarrollo es un estilo de desarrollo que en cada ecorregión insiste en las soluciones específicas de sus problemas particulares, teniendo en cuenta tanto los datos ecológicos como los culturales; las necesidades inmediatas así como las de largo plazo, sin negar la importancia de los intercambios (Sachs, 1986).



o sociocultural. Se trata de alcanzar un estado superior, o más pleno que el preexistente, tanto cuantitativa como cualitativamente. Estos autores citan como concepto pionero del uso del término desarrollo aquel presentado en el siglo XVIII, en el ámbito de las Ciencias Naturales, cuando Caspar Friedrich Wolf definió el desarrollo embrionario como sendo crecimiento alométrico de las partes de forma apropiada en el ser humano. Esta definición puede contribuir para pensar en la idea de desarrollo desde una perspectiva agroecológica

Dentro de la gran diversidad de aproximaciones al término de desarrollo sustentable, existen algunos elementos recurrentes que proveen un cierto grado de consistencia interna a toda la literatura, los cuales se exponen a continuación:

Los fundamentos éticos del desarrollo sustentable: uno de los aspectos éticos a los que se hace referencia en la literatura sobre desarrollo sustentable es la justicia intergeneracional (Costanza, 1991; Verecelli, 1998). Esta preocupación aparece expresamente en la definición general de desarrollo sustentable elaborada por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, y se refiere a la idea de que habría que compensar a las generaciones futuras por la merma de la dotación de recursos provocada por la acción de las actuales generaciones (Gallopín & Christianson, 2000). Esta idea suele contraponerse a la *equidad intergeneracional*, la cual hace referencia a la reducción de desigualdades entre los presentes en el momento. Otra preocupación ética está relacionada la preservación de la diversidad biológica. Representa la apreciación del valor intrínseco de la naturaleza y cuyo objetivo es conservar la diversidad, desde la de las especies a la de los ecosistemas (Bergh & Jeroen, 1996).

El dinamismo: el desarrollo sustentable no puede existir como un estado de equilibrio estable, que pueda ser regulado mediante límites y algunas nociones de balance entre las dimensiones (Gallopín, 2001). La innovación tecnológica permanente y las modificaciones que experimenta la organización social hacen que el desarrollo sustentable sea un proceso dinámico (Gallopín & Christianson, 2000). Así pues, el desarrollo sustentable no es una propiedad sino un proceso de cambio direccional, mediante el cual el sistema mejora de manera sustentable a través del tiempo (Gallopín, 2003).

La implementación: el comportamiento de un sistema está determinado tanto por las vinculaciones causales entre sus variables como por las variaciones en los valores de las variables mismas. Conviene, pues, usar un enfoque sistémico en la observación de los fenómenos de nuestro mundo. El proceso de puesta en práctica del desarrollo sustentable exige complementar la aplicación de un enfoque sistémico con la integración de perspectivas múltiples (Gallopín, 2003).

Para lograr el desarrollo sustentable tiene especial importancia entender las relaciones entre las dimensiones ecológicas, sociales y económicas (Gallopín, 2001). Además, la puesta en práctica del concepto requiere evaluar el progreso hacia el desarrollo sustentable mediante indicadores de sustentabilidad. Para lograr el desarrollo sustentable en el plano mundial, lo mejor es que las distintas regiones caractericen el desarrollo sustentable de acuerdo con sus intereses y situación concreta (Gallopín, 2003), y así hacer justicia a la diversidad cultural, social, económica y ecológica del mundo, y fomentar las múltiples maneras de interpretar el desarrollo sustentable (Gallopín, 2001).

Los tres aspectos centrales que hay que tener en cuenta en la discusión sobre el desarrollo sustentable son que: a) las necesidades humanas se satisfacen dinámicamente y se tendrán que redefinir continuamente en el mismo curso del desarrollo debido a que estamos hablando de un proceso y, por lo tanto, de un concepto dinámico; b) no es posible maximizar todos los objetivos deseados simultáneamente en relación a que se necesita establecer prioridades; c) el desarrollo sustentable es un concepto genérico, por lo que su especificidad y concreción debe determinarse a escala local y regional (Maserá et al., 2000).

De esta manera se puede considerar el desarrollo sustentable como un proceso de cambio dirigido, donde tan importantes son las metas trazadas como el camino para lograrlas. Asimismo, las metas no son estáticas, se redefinen continuamente como producto mismo del devenir social y de su interacción con el medio ambiente (Maserá et al., 2000).

### **3.2.2- Sustentabilidad y sus dimensiones**

La base conceptual de la sustentabilidad está en el reconocimiento de que los recursos naturales del mundo son finitos y que las limitaciones biofísicas del planeta limitan el crecimiento económico. El alcance de la sustentabilidad tiene como principal desafío el cambio en los patrones de consumo, no pudiendo prevalecer la lógica del mercado sobre la lógica de las necesidades (Ferraz, 2003).

El ambiente proporciona recursos en forma de materia y energía que son transformados en el proceso de producción y que generan desechos en forma de energía degradada. La misma fuente proveedora de recursos es la que recibe todos los residuos provenientes de la actividad humana, por lo tanto la disponibilidad de recursos como la capacidad de asimilación es limitada. El crecimiento económico, por veces confundido con desarrollo, se presenta, actualmente, en el contexto de un sistema de producción disociado de los condicionamientos ecosistémicos.

Históricamente, las teorías sobre el desarrollo no incorporaron los costes ambientales en las relaciones hombre-naturaleza, y, de esta forma, los recursos naturales siempre fueron considerados como un subsistema de la economía. El alcance de la sustentabilidad presupone, por tanto, que la economía considera los aspectos biofísicos de la producción de bienes y servicios, siendo necesario un proceso de internalización de una visión ecocéntrica en substitución al antropocentrismo (Martins, 2002).

La construcción de procesos sustentables pasa por un abordaje holístico y por la necesidad de construcción colectiva de una red de interacciones, en que la ciencia académica se presenta con serias limitaciones para responder a los grandes desafíos de la sociedad moderna. Capra (1997) sugiere imitar la naturaleza para el entendimiento del funcionamiento de los sistemas y para comprender la interdependencia de los diversos factores que forman esta red compleja.

La sustentabilidad es un concepto dinámico que cambia con el tiempo, con la escala espacial, con las preocupaciones de la época, con el nivel tecnológico y el conocimiento de cómo funcionan los ecosistemas (Dixon y Fallon, 1989).

No se puede responder adecuadamente a los interrogantes que plantea la sustentabilidad sin responder también a tres cuestiones básicas, ¿Sustentabilidad

para quién? ¿Cómo? En otras palabras, ¿Quién decide, a través de qué proceso sociopolítico, quién lleva a la práctica el concepto y de qué manera? (Astier y Masera, 1996). Con la sustentabilidad se plantea una complejidad en cuanto a su multidimensión, a la escala temporal y espacial que se pretenda abarcar, y a la necesidad de un abordaje interdisciplinario de la misma.

La búsqueda de una mayor sustentabilidad objetiva los cambios por medio de la mejoría del potencial de renta y trabajo (económico), mejoría de la calidad de recursos naturales (ecológico), inclusión de las poblaciones más pobres y seguridad alimentaria (social).

Pueden haber disonancias en relación al conjunto de atributos básicos que debe poseer un sistema de manejo para ser considerado sustentable; éste debe considerar, de forma holística y sistémica, las dimensiones ecológica, económica y social. Caporal y Costabeber (2002) abordan la construcción del desarrollo rural sustentable a partir de la aplicación de los conceptos de la Agroecología, enlazados en seis dimensiones básicas relacionadas entre sí: la ecológica, la económica y la social (primer nivel), la cultural y la política (segundo nivel) y la ética (tercero nivel).

En la dimensión ecológica, se considera que la conservación y mejoría de las condiciones químicas, físicas y biológicas del suelo, de la biodiversidad, de los manantiales hídricos y de los recursos naturales en general constituyen la base para el alcance de la sustentabilidad. Es importante tener en mente el abordaje holístico y el enfoque sistémico, dando tratamiento integral a todos los elementos del agroecosistema, aliado a las estrategias de reutilización de materiales y energía y la eliminación de insumos tóxicos.

La dimensión social representa otro de los pilares básicos de la sustentabilidad e incluye la búsqueda continuada de mejores niveles de calidad de vida a través de la producción y del consumo de alimentos con calidad biológica superior, y de la perspectiva de la distribución con equidad de la producción. Implica una menor desigualdad en la distribución de activos, capacidades y oportunidades.

La sustentabilidad en la dimensión económica presupone la obtención de balances agroenergéticos positivos a partir de la compatibilización de la relación entre producción y consumo de energías no-renovables. No se trata solamente de aumento de producción y productividad agropecuaria a cualquier costo, pues la manutención de la base de recursos naturales es fundamental para las generaciones futuras. La lógica de la sustentabilidad económica no siempre se manifiesta a través de la obtención del beneficio, sino también en otros aspectos, como la subsistencia y producción de bienes de consumo en general, que no suelen aparecer en las mediciones monetarias convencionales.

En un segundo nivel, la dimensión cultural considera que los saberes, conocimientos y valores de las poblaciones locales deben ser el punto de partida para los procesos de desarrollo rural. La agricultura debe ser entendida como producto de la relación histórica, implicando el sistema social y el sistema ecológico, y debe reflejar la identidad cultural de las personas que viven y trabajan en el agroecosistema. La agricultura no puede, por lo tanto, ser homogeneizada con independencia de las especificidades biofísicas y culturales de cada agroecosistema.

La dimensión política engloba las redes de organizaciones sociales y de representaciones de los diversos segmentos de la población rural y los procesos participativos y democráticos que se desarrollan en el contexto del medio rural. En el desarrollo rural sustentable, se considera que los agricultores deben ser los protagonistas y quienes tomen las decisiones de los procesos de cambio social.

La noción de sustentabilidad ha dado lugar al surgimiento de una serie de corrientes del desarrollo rural sustentable, entre las cuales se destaca la corriente agroecológica, que sugiere la masificación de los procesos de manejo y diseño de agroecosistemas sustentables, en una perspectiva de análisis sistémica y multidimensional. Otras corrientes, en tanto, se orientan por la busca de mercados de nicho y por la expectativa de un “premio” o estímulo económico, centrando su atención en la reducción del uso de insumos químicos o su substitución por insumos orgánicos o ecológicos (Caporal y Costabeber, 2002).

En el enfoque agroecológico, los primeros objetivos son la optimización del equilibrio del agroecosistema como un todo, entendiendo las complejas relaciones existentes entre las personas, los cultivos, el suelo, la agua y los animales, que alimentan la moderna noción de sustentabilidad, y no la maximización de la producción de una actividad en particular (Caporal; Costabeber, 2002).

La sustentabilidad de un agroecosistema está directamente relacionada con la potenciación de los procesos ecológicos, con la optimización de los procesos de disponibilidad y equilibrio de los flujos de nutrientes, de la protección y conservación del suelo, de la preservación y integración de la biodiversidad, y a la exploración de la adaptabilidad y complementariedad en el uso de recursos genéticos animales y vegetales.

En el aspecto socioeconómico, se deben optimizar las sinergias entre las distintas actividades en los procesos productivos, fortalecer los mecanismos de cooperación y solidaridad y potenciar las capacidades y habilidades locales, favoreciendo, sobre todo, la autogestión de las propiedades rurales.

Por último, la dimensión ética de la sustentabilidad está directamente relacionada con la solidaridad intra e intergeneracional y con nuevas responsabilidades de los individuos con relación a la preservación del medio ambiente. Presenta una elevada jerarquía respecto a las dimensiones de primer y segundo nivel, ya que condiciona los resultados de todas ellas.

### **3.2.3- Corrientes de sustentabilidad**

En el debate sobre la sustentabilidad se pueden reconocer distintas corrientes o pensamientos. Las expresiones de estas corrientes se pueden caracterizar en los llamados grados de sustentabilidad. El énfasis puesto sea en la sustentabilidad ecológica, económica o sociocultural, es una característica que permite diferenciar estas corrientes.

Caporal (1998) afirma que es de gran importancia adoptar la clasificación y diferenciación de los discursos sobre sustentabilidad, en la medida que el uso del concepto de desarrollo sustentable ha dado cabida a todo tipo de intereses ideológicos, escondiendo las discrepancias de fondo existentes entre las diferentes

escuelas de pensamiento. El autor clasifica como corriente ecosocial aquella identificada con el discurso culturista y ecosocialista; la ecotecnocrática se identificada con el discurso liberal, por su estrecha vinculación con la tecnocracia mundial.

El ambientalismo moderado - sustentabilidad débil - y el ecologismo conservacionista - o sustentabilidad fuerte - privilegian el eje sustentabilidad económico-ecológico, mientras que la corriente humanista crítica se centra en la sustentabilidad social (Pierre, 2001).

En los distintos discursos donde aparece la palabra sustentabilidad, de alguna manera se está adhiriendo por alguno de los grados de sustentabilidad. Esto ha permitido encontrar definiciones antagónicas bajo el paraguas de la sustentabilidad (Gallopín, 2003).

Los llamados grados de sustentabilidad corresponden a las corrientes con eje en la sustentabilidad ecológica-económica, y se diferencian de acuerdo al nivel de tolerancia frente a distintos tipos de capitales. Las clases de capitales considerados a tal fin son: natural, manufacturado, humano y social.

Por capital natural se entiende al ambiente natural, es decir, el “stock” que proviene de servicios y bienes ambientales (suelo, atmósfera, biodiversidad, bosques, agua). El capital manufacturado está constituido por las casas, caminos, factorías, barcos. Éste incorpora lo que usualmente se considera en las cuentas económicas y financieras. Capital humano, por su parte, es la inversión en educación, salud, y nutrición de los individuos. En el capital social se incluyen las bases institucionales y culturales para que una sociedad funcione (Goodland, 1996).

El grado de sustitución que se acepte entre los distintos capitales determinará el grado de sustentabilidad.

Sustentabilidad débil: considera que se debe mantener el stock total, pero se debe prestar atención a la composición de los distintos tipos de capitales (natural, humano, manufacturado). Es decir, acepta la sustitución entre capitales, pero hasta ciertos niveles críticos. Se asume que el capital natural y el manufacturado son sustituibles dentro de ciertos límites y complementarios más allá de esos límites. El problema de este grado de sustentabilidad radica en la dificultad de definir los niveles críticos para cada capital. Sin embargo, reconoce que para el funcionamiento del sistema se requiere de cada uno de los tipos de capital.

Sustentabilidad fuerte: considera que se debe mantener el nivel inicial de cada capital por separado. Asume que el capital natural y el manufacturado no son sustitutos sino complementos para la mayoría de las funciones productivas. Acepta el uso de energía renovable, pero sólo si la ganancia que ésta genera se invierte en el desarrollo de tecnologías que permitan a las futuras generaciones disponer de energía en igualdad de condiciones con la generación actual.

La sustentabilidad débil encuentra su justificación teórica en la economía ambiental, mientras que la sustentabilidad fuerte lo hace en la economía ecológica.

### 3.2.4- Productividad, energía y sustentabilidad

En las últimas décadas, la agricultura tiene priorizado la aplicación de cantidades cada vez mayores de energía en los sistemas productivos para aumentar la productividad. En el modelo de producción más usual actualmente, la cantidad de energía investida en la producción muchas veces tiene sido mayor que el retorno conseguido en valor energético de los productos, proporcionando baja eficiencia y balance negativo (Gliessman, 2002, Pimentel, 1990 y 2006). El dispendio energético impone seria preocupación, comprometiendo la sustentabilidad (Souza, 2008).

El dispendio energético impone seria preocupación, ya que la cantidad de energía investida en la producción de alimentos muchas veces ha sido mayor que el retorno conseguido en valor energético de los productos, resultando en un balance negativo, comprometiendo la sustentabilidad (Souza, 2008).

Energía y producción de alimentos están de tal forma relacionada que cualquier impacto en el costo del petróleo es transferido y ampliado a lo largo de la cadena alimentar. Eso porque actualmente la energía de origen fósil desempeña un papel vital en los sistemas de producción agrícola, y su precio influye en todos los costes de la cadena productiva. (Campos y Campos, 2004).

En tanto, la sustentabilidad presupone enfatizar el uso de energías renovables visando garantizar la producción a largo plazo. La agricultura sustentable es un estilo de agricultura que intenta proporcionar rendimientos sustentables mediante el uso de tecnologías y prácticas de manejo que mejoren la eficiencia del sistema (Altieri, 1987; 1994).

El uso más sostenible de la energía en la agricultura depende de la expansión del empleo de fuentes de energía biológica, como la biomasa, residuos agroindustriales, estiércol de animales, largamente utilizados en la agricultura más ecológica. Esta fuentes no solamente so renovables, pero también son localmente disponibles, pueden ser controladas ser controladas por la población local y contribuir para minimizar la polución de los agroecosistemas (Gliessman, 2002).

La productividad se define como el producto obtenido por unidad de recurso empleado y puede ser valorada en función de la naturaleza del producto y de los recursos utilizados. Según Conway (1985) los tres recursos básicos son la tierra, el trabajo y el capital. Estrictamente hablando de energía, ésta estaría subsumida bajo la tierra (energía solar), el trabajo (energía humana) y el capital (energía fósil). Igualmente los insumos tecnológicos (fertilizantes y productos fitosanitarios) son componentes del capital. Sin embargo, pueden ser tratados como insumos separados. Cada posible combinación de productos y recursos puede utilizarse como una medida comparativa de la eficiencia de la producción entre dos o más agroecosistemas o establecer comparaciones en el tiempo (Masera et al., 1999).

Así, pueden emplearse indicadores muy específicos para la productividad: producción por unidad de agua, de nutriente mineral, de suelo erosionado, etc. Actualmente la medida de la productividad agraria ha dejado de referirse únicamente al producto físico por unidad de superficie y ha pasado a ser considerada como un atributo multidimensional, refiriéndose a los diversos recursos naturales relacionados con la agricultura, para intentar maximizar la eficiencia del uso de los recursos.

Actualmente, se emplean para comparar la productividad de la agricultura convencional y orgánica o con otra forma de agricultura más sostenible: el rendimiento físico por hectárea, el rendimiento monetario por hectárea y el rendimiento energético con relación a la cantidad de kilocalorías invertidas en su producción, tales como el trabajo de Gusmán et al. (2002) sobre productividad del olivar ecológico y convencional de la zona Granadina, Mora-Delgado et al., (2006) en Costa Rica con caficultura campesina y Souza (2008) Balance y análisis de la sustentabilidad energética en la producción orgánica de hortalizas, en la región serrana del Espíritu Santo.

La eficiencia energética de la agricultura referida al consumo de energía fósil es hoy evaluada con especial interés, no sólo por el carácter no renovable de estas fuentes de energía, sino principalmente por el papel que desempeñan en la generación del efecto invernadero y el subsiguiente cambio climático a nivel planetario, que de forma dramática puede alterar la vida en la Tierra.

Carmo et al. (1988) clasificaron las energías en tres grupos según su origen: "biológica", "fósil" e "industrial". Las energías: humana, animal, residuos de animales y de la agroindustria, material genético de propagación, alimento para los animales, abono verde y cobertura muerta pertenecen a la categoría "biológica". En el grupo de energía "fósil" se incluyen los productos y subproductos del petróleo, como combustibles, lubricantes, grasa, abonos químicos y agrotóxicos. Tractores y equipamientos agrícolas (tracción mecánica y animal) y energía eléctrica pertenecen a la categoría "industrial".

Campos (2001) describe que los combustibles fósiles, electricidad, gas, o sea, formas de energía directamente consumidas en el agrosistema pueden ser englobadas como del tipo directa; y formas manufacturadas de energía que entran en el proceso productivo, como máquinas, agroquímicos, fertilizantes y servicios se encuadran como indirectas.

Brasil gasta 2,6 kcal para producir 1,0 kcal de alimentos (balance energético = 0,38). Los países desarrollados ya están gastando más de 5,0 kcal; los EEUU gastan 9,0 kcal y el Japón 12,0 kcal. Es interesante notar que la demanda energética aumenta por el uso de agroquímicos (Almeida, 2005).

La situación descrita anteriormente implica la utilización abundante de insumos productivos de origen industrial, en los cultivos y en el ganado, donde los métodos de producción y alimentación suponen un incremento muy importante en el consumo de recursos energéticos de origen fósil y externos a los sistemas. Al mismo tiempo, se abandonan los recursos internos, de subproductos y residuos agrícolas, así como se desaprovechan las potencialidades presentes de recursos biológicos renovables. Es decir, cada vez que aumenta el intercambio entre la agricultura y la industria (consumos intermedios de origen industrial), se empobrece la relación entre actividad agraria y los ecosistemas (intercambios intragrarios y consumos intermedios de origen agrícola). Las relaciones de precios, favorables a los productos industriales, han facilitado la sustitución de recursos naturales renovables por los no renovables (Reselló, 2000).

Los sistemas de monocultivo del modelo convencional de producción, basado en la agroquímica, causan reducción en la eficiencia energética, debido a la gran

dependencia de insumos externos como abonos minerales y agrotóxicos, ambos de alto coste energético o sistemas de riego. En este sentido, el empleo de prácticas que reduzcan los problemas delineados puede ser la alternativa para el aumento de eficiencia de los sistemas productivos, especialmente por el empleo de rotación de cultura y manejo de especies propias para abono verde, para cobertura del suelo y fijación de carbono y nitrógeno (Li *et al.*, 2002).

La implementación de la agricultura con principios ecológicos invierte la matriz energética de la dependencia prioritaria de energía fósil no renovable, para una producción y productividad basada principalmente en recursos naturales renovables, especialmente en biomasa, estiércol y fuentes alternativas de energía.

Se puede expresar el rendimiento de la transformación de la energía implicada en el sistema agrario, relacionando la producción bruta del sistema, expresada en una unidad común como pueden ser las kilocalorías, con el conjunto de entradas o insumos energéticos necesarios al sistema para conseguir esta producción bruta:

**Eficiencia total o rendimiento energético total:** conocido por *Er* (*Energy ratio*), como la relación entre salidas y entradas al sistema, como el cociente entre *exportaciones/insumos*. Con este valor se pueden comparar las distintas eficacias de los sistemas. Desde el punto de vista de la ecología esta relación mide la eficacia en la conversión de una forma de energía en otra para un ecosistema determinado, lo que supone la contabilidad de todos los flujos de entrada y salida en términos energéticos. En una segunda aproximación y bajo un punto de vista a la vez económico, el numerador se puede separar en *Producción utilizada*<sup>11</sup> *por el hombre*, más *Producción inutilizada*, o fracción que quedaría como residuo y que puede retornar al agroecosistema; por su parte, el denominador es la suma de los *Insumos renovables*, entendiendo por tales aquellos que se reponen de forma natural en un tiempo inferior al ritmo de extracción o de uso, más los *Insumos no renovables*:

$$\text{Coeficiente energético} = \frac{\text{Producción utilizada} + \text{Producción no utilizada}}{\text{Insumos renovables} + \text{Insumos no renovables}}$$

Muchas de las referencias bibliográficas de trabajos realizados alrededor de estos análisis de rendimiento, realizados en España, Francia, Estados Unidos e Inglaterra, dan como resultado que desde principios de los años sesenta ha bajado considerablemente el rendimiento de estas agriculturas, (Lezh, 1981; Naredo y Campos, 1980). El progreso técnico de la agricultura convencional conduce a la rápida degradación de su rendimiento energético.

Esta degradación del coeficiente de rendimiento energético se produce por una doble sustitución en los elementos del rendimiento. En el numerador, la parte de productos inutilizados aumenta, debido a la especialización en la actividad agraria y la evolución del modelo social de consumo (disminución de las complementariedades y los intercambios de subproductos dentro y entre explotaciones); esta producción no utilizada simplemente se pierde, creando residuos. Paralelamente el denominador aumenta la proporción de insumos no

<sup>11</sup> Para un nivel dado de producción utilizada y una relación constante entre producción utilizada y no utilizada, un sistema de producción será más eficaz que otro si utiliza menos insumos energéticos no renovables.



renovables (productos químicos o mecánicos, carburantes, alimentos preparados), disminuyendo los insumos gratuitos disponibles (energía solar, actividad biológica, reciclado de nutrientes, etc.).

Sin embargo, puede haber situaciones en que el subproducto considerado como residuo, pasa a ser un insumo renovable por medio del reciclaje del material orgánico, como es el caso de las vinazas de la caña de azúcar, que se utiliza para fabricación de abono y el bagazo para producir energía eléctrica en muchas ocasiones, dependiendo más específicamente del manejo de las explotaciones.

Con base en la discusión anterior, queda claro que el análisis de la sustentabilidad debe tomar por base el balance y la eficiencia energética de los sistemas.

El cálculo del coeficiente de rendimiento energético se complicaría más si tuviésemos en cuenta todo el proceso alimentario moderno, y no tan sólo la producción, es decir, los costos de transporte del campo hasta el almacén, industrias, puertos, el envasado y elaboración, el transporte y los costos de la venta en lugares generalmente apartados de las zonas productoras, en otros continentes por los países consumidores.

### **3.3- Agricultura sustentable**

#### **3.3.1- Conceptos y consideraciones**

El concepto de agricultura sustentable es una respuesta relativamente reciente a la declinación en la calidad de la base de los recursos naturales, asociada a una agricultura moderna (Altieri, 2002). La noción de agricultura sustentable surge con posterioridad al concepto de desarrollo sostenible, y como consecuencia del mismo. Al reconocerse la necesidad de una agricultura distinta al modelo predominante hasta el momento, implícitamente se reconoce que el modelo de “agricultura industrializado” no es sustentable.

Aunque se reconoce el papel crucial de la agricultura en el desarrollo humano, se considera que los procesos agrícolas son las actividades antrópicas que más utilizan recursos naturales fundamentales, como tierra y agua. La agricultura convencional, considerada como altamente degradadora del ambiente, es la principal causa de la devastación de los bosques, de la sobreexplotación de los suelos, de la contaminación de los ríos, de la contaminación de las aguas por agrotóxicos y del empobrecimiento de la biodiversidad (Van Raij, 2003).

En la bibliografía frecuentemente se reporta que la agricultura industrial provoca gran cantidad de externalidades negativas (efecto no contabilizado en los costes monetarios de producción) ocasionadas por actividades productivas que se basan en la utilización de tecnologías modernas y altamente contaminantes, como se indica en el cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1- Efectos negativos de la agricultura industrializada.**

Recurso	Externalidad	Acciones
Suelo	Erosión hídrica y eólica	-Eliminación de flora en terreno baldío -Laboreo excesivo y profundo -No reposición de materia orgánica -Quema de residuos de cosechas
	Degradación química y exceso de sales	-Sobrepastoreo -Riego con agua salobre -Intrusión salina por sobreexplotación de acuíferos -Aplicación de plaguicidas y abonos industriales
	Degradación biológica y física	-Laboreo excesivo y profundo -No reposición de materia orgánica -Quema de residuos de cosechas -Aplicación de plaguicidas y abonos industriales
Atmósfera	-Efecto invernadero y cambio climático -Reducción de la capa de ozono -Lluvia ácida -Polución	-Combustión de motores de maquinaria agrícola -Aplicación de plaguicidas y abonos industriales -Quema de residuos de cosechas -Sobreacumulación de estiércol
Agua	Contaminación de los recursos marinos y pluviales	-Aplicación de plaguicidas y abonos industriales -Sobreacumulación de estiércol
Recursos genéticos	Pérdida de diversidad genética y conocimiento agropecuario	-Siembra de híbridos y variedades exógenos y explotación de razas de ganado con base genética reducida e inadaptada a ecosistemas locales
Vida salvaje	-Disfuncionalidades fisiológicas -Muerte	-Aplicaciones de plaguicidas y abonos industriales -Quema de residuos de cosechas
Seres humanos	-Disfuncionalidades fisiológicas y muerte	-Aplicación de plaguicidas y abonos industriales

Fuente: (Guzmán Casado *et al.*, 2000).

Agricultura sustentable han sido utilizados como un "términos paraguas" abarcando varias aproximaciones ideológicas de la agricultura, incluyendo: agricultura orgánica, agricultura biológica, agricultura alternativa, agricultura ecológica, agricultura de bajos insumos, agricultura biodinámica, agricultura regenerativa, permacultura y agro ecología (Hansen, 1996).

Todas estas concepciones tienen en común ser diferentes de la agricultura convencional y pueden ser englobadas en el paraguas conceptual de sustentable", que presenta como objetivos generales y básicos: mejorar la salud de los productores y los consumidores; mantener la estabilidad del medio ambiente (métodos biológicos de fertilización y control de plagas); asegurar lucros a largo plazo de los agricultores; producir considerando las necesidades de las generaciones actuales y futuras (Tommasino, 2006).

El concepto de agricultura sustentable, al igual que el de desarrollo sustentable, no posee un consenso respecto a su alcance. Por lo cual, su interpretación queda sujeta a quien lo utilice (Maserà *et al.*, 2000). Bajo el paraguas de la agricultura

sustentable, en algunos casos, quedan incluidos modelos o estilos de agricultura antagónicos.

Algunas consideraciones y definiciones sobre agricultura sustentable:

Conway (1985) considera la sustentabilidad de la agricultura como “la capacidad de un agroecosistema para mantener su producción a través del tiempo superando, por un lado, las tensiones y forzamientos ecológicos y, por otro, las presiones de carácter socioeconómico”.

Para la American Society of Agronomy (1989): “Una agricultura sustentable es aquella que, a largo plazo, promueve la calidad del medio ambiente y los recursos bases sobre los cuales depende la agricultura; provee las fibras y alimentos necesarios para el ser humano; es económicamente viable y mejora la calidad de vida de los agricultores y la sociedad en su conjunto”.

FAO (1991) define la agricultura sustentable como el “manejo y la conservación de la base de los recursos naturales y la orientación de cambio tecnológico e institucional, de manera a asegurar la obtención y la satisfacción continua de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras. Tal desarrollo sustentable en la agricultura resulta en la conservación del suelo, del agua y de los recursos genéticos animales y vegetales; además de no degradar el ambiente, ser técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable”.

Altieri (1994) la define como “un modo de agricultura que intenta proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo, mediante el uso de tecnologías y prácticas de manejo que mejoren la eficiencia biológica del sistema”.

Más allá de las definiciones, se pueden enunciar requisitos que debe cumplir una agricultura sustentable. Según Sarandón (2002) ésta debe ser: suficientemente productiva, económicamente viable, ecológicamente adecuada (que conserve la base de recursos naturales y que preserve la integridad del ambiente en el ámbito local, regional y global), cultural y socialmente aceptable y técnicamente posible.

Además de promover una producción acorde a la conservación de los recursos naturales, debe ser compatible con los intereses económicos de los agricultores; más aún, el análisis económico no debe basarse solamente en el análisis costo/beneficio de la economía convencional, sino que debe incorporar la depreciación del capital natural.

Es cultural y socialmente aceptable, en la medida que propone conducir a la mejoría de la calidad de vida de los agricultores y a tecnologías aceptadas y apropiadas por ellos.

La agricultura es una actividad que tiene al hombre como principal sujeto en la toma de decisiones sobre el manejo de los agroecosistemas y sus cambios, por lo tanto, es el agricultor, con su cultura, conocimiento y escala de valores quien toma las decisiones permanentemente, mismas que repercuten en los aspectos socioeconómicos y ecológicos del sistema.

Una agricultura sustentable, a la vez, persigue una distribución justa y equitativa de los costes y beneficios asociados a la producción agrícola; se preocupa por el rescate crítico de prácticas de manejo utilizadas por diferentes etnias y culturas, y

busca reducir las desigualdades en el acceso a recursos productivos. Asimismo, intenta desarrollar tecnologías y sistemas de manejo adaptado a la diversidad de condiciones ecológicas, sociales y económicas locales. Trata de ser rentable económicamente, sin dejarse llevar por una lógica de corto plazo (Masera *et al.*, 2000).

### **3.3.2- La Evaluación de la Sustentabilidad**

La forma de hacer operativos los principios de la Agricultura sustentable es a través de marcos de evaluación que incluyen indicadores de sustentabilidad. En la actualidad existe una creciente necesidad de desarrollar métodos para evaluar el desempeño de los sistemas socioambientales, y guiar las acciones y las políticas para el Manejo Sustentable de Recursos Naturales- MSRN.

Los marcos de evaluación constituyen un vínculo entre el desarrollo teórico del concepto y su aplicación práctica (von Wirén-Lehr, 2001). Comúnmente presentan una estructura jerárquica que va de lo general (principios o atributos) a lo particular (indicadores).

En los últimos años, diversos autores han desarrollado y aplicado métodos para la evaluación de la sustentabilidad. Algunos de ellos han puesto el acento en la definición de indicadores ambientales, sociales y económicos (CIAT, 1998; UNDS, 2001). Otros en el establecimiento metodologías de evaluación basadas en la determinación de índices de sustentabilidad, en las cuales se agrega o sintetiza la información de los indicadores en un solo valor numérico (Taylor *et al* 1993; Sutton, 2003). Estos enfoques no ofrecen un marco analítico sólido para la derivación de indicadores. Su construcción requiere decisiones arbitrarias en cuanto a la selección, la ponderación y la agregación de los indicadores (Morse y Fraser, 2005).

El último grupo de métodos son los marcos de evaluación. Estos son propuestas metodológicas que permiten guiar el proceso de evaluación mediante diferentes etapas o pasos. Parten de atributos de objetivos generales que son aplicables en diferentes situaciones y sistemas de manejo, y que sirven de guía para derivar criterios e indicadores más específicos (De Camino e Muller, 1993; FAO, 1994; GIDSA, 1996; Masera *et al.*, 2000; Galván-Miyoshi, Masera, López-Ridaura, 2008).

Se pueden identificar tres ventajas principales del desarrollo de los marcos de evaluación: ofrecen un marco analítico para el estudio y la comparación de sistemas de manejo alternativos sobre una base multidimensional; permiten priorizar y seleccionar un conjunto de indicadores para el monitoreo de un sistema de manejo; permiten guiar procesos de planificación y toma de decisiones (Galván-Miyoshi, Masera, López-Ridaura, 2008).

Astier, *et. al.*, 2008, analizaron un total de trece marcos de evaluación observando un amplia gama de aproximaciones teóricas y metodológicas para la derivación de indicadores de sustentabilidad. El análisis no se centró en determinar cual es mejor para aplicarse en una situación determinada, sino en analizar un conjunto de características generales que se debe poseer un marco robusto independiente de su orientación. Concluyeron que los marcos contrastan cuanto su orientación y por esto no so comparables. Los autores considera más relevante estudiar un conjunto

representativo de la diversidad de enfoques sobre la evaluación de sustentabilidad que han surgido en la literatura.

Según Yankuic Galván-miyoshi, et al., 2008, los marcos incluyen: el Marco para Evaluación del Manejo Sustentable de Tierras (FESLM) (Smyty y Dumanski, 1994); el Marco Presión Estado Respuesta (OECD, 1993); el marco del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) (De Camino y Muller, 1993); dos propuestas académicas para la evaluación de sistemas agrícolas (Stockle et al., 1994; Lewandowski et al., 1999); el marco PICABUE, (Mitchell, et al., 1995); el Mapeo Analítico Reflexivo y Participativo de la Sustentabilidad (MARPS) (IUCN, IDRC, 1997); el Marco del Centro Internacional de Investigación Forestal (CIFOR) (Prabhu et. al., 1999); el Marco para Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS); (Masera et. al., 1999); la Evaluación de satisfactores (Bossel, 1999); el marco para el Manejo de resiliencia (walker, et. al., 2002); el marco para el Análisis Ambiental Estratégico (SEAN) (Kessler, 1997) y la Metodología Adaptativa para la Evaluación de la Salud y da Sustentabilidad Ecosistémica (AMESH) (Waltner-Toews y Kay, 2005).

Los objetivos usualmente incluidos en los marcos de evaluación pueden clasificar en tres áreas principales: social, económica y ambiental. Algunos marcos se enfocan más en los aspectos económicos y ambientales, por ejemplo el marco PER, el FESLM, el de STOCKLE y colaboradores, y el de LEWANDOWSKI y colaboradores. Otros parten de una perspectiva esencialmente social, como el marco PICABUE. Como contraparte, hay otros marcos que tratan de incorporar las propiedades emergentes de los sistemas de manejo a partir de atributos de sustentabilidad, y poner atención en las interacciones dinámicas entre factores socioeconómicos y ambientales. El marco MESMIS se basa en el enfoque conceptual y teórico de la sustentabilidad.

En el proceso de evaluación de la sustentabilidad de los agroecosistemas, además de la contextualización local y temporal, sería necesario apuntar el nivel de desarrollo deseado por la comunidad, donde el agricultor forma parte de una red de relaciones entre proveedores, consumidores, vecinos, entre otros. A medida que se avanza en la discusión de la sustentabilidad de los agroecosistemas, el consumidor también pasa a ser uno de los agentes importantes para promover cambios, al ejercer su ciudadanía y buscar un posicionamiento más consciente en el acto del consumo.

Las evaluaciones hechas por productores y técnicos se limitan, en general, al rendimiento físico final, o en observaciones puntuales que exigen intervención rápida, como la incidencia de plagas y enfermedades. Normalmente el agricultor no utiliza herramientas que le ayuden en un diagnóstico más amplio del agroecosistema, como, por ejemplo, un análisis de la capacidad productiva del suelo, o un posible incremento en aspectos relacionados con la biodiversidad, el reciclaje de nutrientes, entre otros. En los sistemas de producción ecológica o en transición, tal evaluación es fundamental, pues en ausencia de un referente o de indicadores que apunten para una evolución del sistema en el sentido de la sustentabilidad, el agricultor y el técnico pueden tomar decisiones de corto plazo, limitadas a un análisis parcial del sistema.

Los procesos de evaluación y monitoreo, en general, son herramientas importantes en la identificación de los problemas y de las limitaciones y en la definición de estrategias que promuevan los cambios necesarios para mejorar el desempeño de un determinado sistema. Sin embargo, la evaluación de la sustentabilidad en la agricultura ha sido un gran reto debido, principalmente, a la complejidad de los aspectos ambientales, socio-económicos y culturales, al considerar la perspectiva holística y sistémica. Se trata de un proceso dinámico y complejo, que evoluciona a lo largo del tiempo y no existen parámetros ni criterios universales comunes que permitan evaluar toda esa complejidad y, los procedimientos convencionales como el análisis costo-beneficio, se muestran inadecuados (Sarandón, 2002).

Otra limitación en la evaluación de la sustentabilidad está directamente relacionada con el factor tiempo, ya que la transición para la sustentabilidad presupone la identificación de sistemas eficientes en el largo plazo, lo que dificulta la comprobación de resultados (Sarandón, 2002). Considerando los principios y objetivos de la evaluación de la sustentabilidad, Lal (1991) afirma que la obtención de alta productividad y la manutención o mejora de la calidad ambiental, no son excluyentes ni difíciles de ser alcanzadas, aunque pueden no ser observados. Mientras se puede hacer sin problemas la evaluación económica, generalmente, después de una serie de cosechas, la evaluación de los aspectos biofísicos y sociales pueden requerir décadas o hasta ciclos (tabla 3.1).

**Tabla 3.1- Escala de tiempo para la evaluación de diferentes aspectos de la sustentabilidad.**

Aspectos	Escala de tiempo
Evaluación económica de lucro	Una o varias cosechas
Tendencias de rendimiento	Cinco a veinte años
Características del suelo	Una a varias décadas
Características hidrológicas	Una a varias décadas
Parámetros ecológicos	Varias décadas a siglos
Aspectos sociales y culturales	Pocas a varias generaciones

Fuente: Lal, 1991

Los análisis energéticos tienen una mayor garantía en estudios a largo plazo, así como, la comparación entre cultivos, sistemas de producción y actividades agropecuarias desarrolladas en diversos locales (Ferraro Júnior, 1999). El autor argumenta que la transición para la sustentabilidad, presupone la identificación de sistemas eficientes a largo plazo, y que evaluaciones meramente financieras de sistemas tienen un horizonte demasiado corto, pues están sujetas a las distorsiones impuestas por las fluctuaciones del mercado, lo que no es el caso de las evaluaciones involucrando los flujos de energía.

Masera, Astier y López-Ridaura (1999), Astier et al 2008, presentan una herramienta para evaluar con seguridad la sustentabilidad de los agroecosistemas a partir de una selección de criterios y diagnósticos y de indicadores, posibilitando evaluar el manejo de los recursos naturales, permitiendo una visualización del comportamiento de una unidad rural en una forma más amplia.

El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad – MESMIS es una herramienta metodológica dirigida a la evaluación

del concepto de sostenibilidad desde múltiples dimensiones como la económica, la social y la ambiental. Esta metodología es heredera del Marco de Evaluación del Manejo Sustentable de Tierras de la FAO (Masera *et al*, 1999; Astier *et al*, 2008), por lo que se origina con una vocación agraria, es decir, teniendo como unidad de análisis principal el agroecosistema.

El método considera siete atributos de sustentabilidad de los sistemas de manejo de los recursos naturales relacionados entre sí, entre los cuales se distinguen (Masera *et al.*, 1999:20-21): productividad, estabilidad, resiliencia, confianza o seguridad, adaptabilidad o flexibilidad, equidad, autonomía (o autogestión en términos sociales).

El método es válido para sistemas de producción específicos en un determinado contexto socio-político, en una escala espacial y temporal determinada. Se realiza de manera participativa y requiere la perspectiva de un equipo de trabajo interdisciplinario. El equipo de evaluación debe incluir tanto a evaluadores externos y a los involucrados externos como a los involucrados directos (agricultores, técnicos, representantes de la comunidad y otros actores). Es de carácter comparativo o relativo, esto es, la sustentabilidad sólo puede ser evaluada comparando la evolución de un mismo sistema a través del tiempo o comparando, simultáneamente, dos o más sistemas alternativos con uno de referencia.

A partir de estas premisas se establece el ciclo de evaluación que comprende las siguientes fases (Masera *et al*, 1999: 28): determinación del objeto de evaluación, determinación de los puntos críticos de la sustentabilidad, selección de los indicadores, medición y monitoreo de los indicadores, presentación de los resultados, conclusiones y recomendaciones, con el fin de alcanzar gradualmente la sustentabilidad.

Así, se considera la sustentabilidad como un sistema en construcción que evoluciona y se estabiliza en etapas crecientes y adaptadas a cada realidad socio-económica-cultural regional. Es decir, la noción de sustentabilidad no significa algo absoluto, sino relativo. Se puede avanzar en el sentido de la sustentabilidad o, por el contrario, generar mas degradación, de acuerdo con las prácticas, tecnologías, formas de manejo y relaciones socio-económicas presentes en cada estrategia adoptada, razón por la cual es fundamental el monitoreo (evaluación) sistemático de los procesos, con métodos participativos.

La presentación e integración de los resultados obtenidos por el método MESMIS debe ser una herramienta transparente, de tipo participativo y de fácil entendimiento, para que sean útiles, tanto en la toma de decisiones, como en los cambios necesarios para mejorar los sistemas de manejo propuestos. Las dificultades en la aplicación de este método de evaluación están en la movilización de un equipo de trabajo multidisciplinar, con necesidad de recursos y tiempo para su aplicación.

### 3.3.3- Discusión de los atributos generales que permiten hacer operativo el concepto de sustentabilidad para una Agricultura Sostenible

Con el fin de establecer una definición operativa del concepto de sustentabilidad, se requiere identificar una serie de propiedades o atributos generales de los agroecosistemas sustentables (Maserá et al., 2000). Para esto nos tenemos que preguntar: ¿Qué se necesita para que un sistema sea sustentable? Existen algunas características sistémicas genéricas que son universalmente requeridas para la sustentabilidad.

Existen algunas características sistémicas genéricas que son universalmente requeridas para la sustentabilidad de los sistemas socioecológicos (Gallopín, 1994). Gallopín y Maserá proponen una serie de atributos que parten de propiedades sistémicas fundamentales y que cubren los diferentes aspectos que son necesarios a fin de que un sistema de manejo sea sustentable. Estos atributos son los siguientes:

*Productividad:* es la capacidad del sistema para brindar el nivel requerido de bienes y servicios. Representa el valor del atributo en un periodo de tiempo determinado (Maserá et al., 2000). Se refiere a la disponibilidad de recursos e incluye recursos como agua, luz, dinero (Gallopín, 2003).

*Estabilidad:* propiedad del sistema de tener un estado de equilibrio dinámico estable (Maserá et al., 2000). Dicho de otra manera, se refiere a la capacidad del sistema de mantener los valores de las variables esenciales cerca de una trayectoria o estado determinados (Gallopín, 2003). Implica que sea posible mantener los beneficios proporcionados por el sistema en un nivel no decreciente a lo largo del tiempo, bajo condiciones promedio o normales (Maserá et al., 2000).

*Resiliencia:* es la capacidad del sistema de retomar al estado de equilibrio o mantener el potencial productivo después de sufrir perturbaciones graves.

*Confiabilidad:* se refiere a la capacidad del sistema de mantener su productividad o beneficios deseados en niveles cercanos al equilibrio, ante perturbaciones normales del ambiente.

*Adaptabilidad:* es la capacidad del sistema de encontrar nuevos niveles de equilibrio, es decir, de continuar siendo productivo o brindando beneficios ante cambios a largo plazo en el ambiente. Se relaciona con la capacidad de respuesta, que según Gallopín (2003) es la capacidad del sistema socioecológico de hacer frente al cambio, y se asocia con la capacidad de mantener o ampliar la gama de opciones del sistema o la capacidad de cambiar de estrategia según las circunstancias. Por otro lado, también se relaciona con lo que Gallopín nombra el empoderamiento, entendido como la capacidad del sistema socioecológico no sólo de responder al cambio, sino de innovar y de inducir el cambio en otros sistemas en procura de sus propias metas. Bajo adaptabilidad incluimos la capacidad de búsqueda activa de nuevos niveles o estrategias de producción. Este atributo incluye desde aspectos relacionados con la diversificación de actividades u opciones tecnológicas hasta procesos de organización social, de formación de recursos humanos y de aprendizaje (Maserá et al., 2000).



*Equidad*: es la capacidad del sistema de distribuir de manera justa, tanto intra como intergeneracionalmente, los beneficios y costos relacionados con el manejo de los recursos naturales.

*Autodependencia*: es la capacidad del sistema de regular y controlar sus interacciones con el exterior (Masera et al., 2000). Depende de la medida en que el sistema ejerza control sobre sus propias interacciones con su ambiente (Gallopín, 2003). Se incluye aquí los procesos de organización y los mecanismos del sistema socioambiental para definir endógenamente sus propios objetivos, sus prioridades, su identidad y sus valores (Masera et al., 2000).

Cabe notar dos aspectos importantes del conjunto de atributos señalados: Por un lado, los atributos sistémicos de sustentabilidad se han definido para que en su exploración se conciban los sistemas de manejo como un todo, es decir, integrando aspectos sociales, económicos y ambientales o tecnológicos. Concentrarse sobre los atributos mencionados permite que el desarrollo de indicadores de sustentabilidad se oriente a propiedades sistémicas fundamentales del manejo de recursos, evitando largas listas de factores y variables puramente descriptivos o indicadores sin un impacto claro en el sistema de manejo.

Por otro lado, los atributos presentados permiten organizar la discusión sobre la sustentabilidad y brindan un marco coherente sobre el que se puede comenzar a hacer operativo el concepto. Sin embargo, no agotan los elementos del debate sobre el desarrollo sustentable. Particularmente desde el punto de vista social, la discusión sobre la sustentabilidad debería incluir un análisis detallado de cómo las alternativas propuestas en diferentes experiencias ayudan a garantizar las necesidades humanas básicas de subsistencia: protección, estima, entendimiento, participación, ocio, creación, identidad y libertad de los individuos y grupos sociales (Max-Neef, 1991).

### **3.3.4- Esquema operativo del MESMIS**

El *Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad* (MESMIS) es una metodología para evaluar la sustentabilidad de sistemas de manejo de recursos naturales (Masera et al., 2000; Astier et al, 2008). Tiene como base los sistemas de producción campesinos y, debido a sus características, constituye una herramienta en permanente construcción. Su estructura es flexible y adaptable a diferentes condiciones económicas, técnicas y de acceso a información (Astier & Hollands, 2007).

El esquema operativo del MESMIS parte de las premisas siguientes:

- El concepto de sustentabilidad se define a partir de cinco atributos generales de los agroecosistemas o sistemas de manejo, que son: productividad; estabilidad, confiabilidad, resiliencia; adaptabilidad; equidad; y autodependencia.
- Otra premisa es que la evaluación de sustentabilidad es válida sólo en sistemas de manejo específicos en un determinado lugar geográfico, bajo un contexto social y político, y en una escala espacial previamente determinada.
- La evaluación de sustentabilidad es una actividad participativa. El equipo de evaluación debe incluir tanto a evaluadores externos como a los involucrados directos (agricultores, técnicos, representantes de la comunidad y otros actores).

- La sustentabilidad no se puede evaluar *per se* sino de manera comparativa o relativa.
- La evaluación de sustentabilidad es un proceso cíclico que tiene como objetivo central el fortalecimiento de los sistemas de manejo como de la metodología. Este proceso permite examinar en qué medida los sistemas alternativos son más sustentables, e identificar los puntos críticos para la sustentabilidad, con el fin de impulsar cambios. Esto último, combinado con la estructura cíclica propuesta, convierte al proceso de evaluación en una valiosa herramienta de planificación, ya que sienta las bases para diseñar, implementar y evaluar de forma dinámica estrategias que tiendan a mejorar las características socioambientales de los sistemas de manejo, así como para afinar la metodología utilizada para la evaluación (Maserá, 2000). De hecho, el proyecto de evaluación de sustentabilidad "MESMIS" busca apoyar un proceso de desarrollo sustentable participativo, plural e incluyente, que fomente el diálogo entre culturas y una relación armónica entre la sociedad y su ambiente (Astier & Hollands, 2007).

Operativamente, el MESMIS consta de seis pasos: a) determinación del objeto de estudio; b) determinación de los puntos críticos del sistema; c) selección de criterios de diagnóstico y de indicadores concretos relacionados con los atributos de sustentabilidad; d) medición y monitoreo de indicadores, e) análisis e integración de los resultados de la evaluación; y f) propuestas y recomendaciones para la retroalimentación del sistema de manejo y del proceso mismo de evaluación (Maserá et al., 2000).

Como ya se ha comentado en el apartado de la justificación, en este trabajo se realiza una aplicación del MESMIS parcial, la cual comprende los siguientes pasos:

### **3.3.4-1- Primer paso: definición del objeto de evaluación**

La definición del objeto de evaluación se basa en fijar los sistemas de manejo que se han de evaluar, sus características y el contexto socio ambiental de la evaluación. En primer lugar se identifican los sistemas de manejo que se van a analizar, incluyendo el contexto socio ambiental en donde están inmersos y las escalas espaciales y temporales. Un sistema de manejo agrícola, agroecosistema o tipo de agricultura es un grupo de unidades productivas o granjas, que a pesar de ser diferentes entre ellas, muchas de ellas muestran similitudes. Esta familiaridad se dará a partir de un grupo de características comunes biofísicas, económicas, sociales, culturales y técnicas. Las unidades productivas incluyen varios componentes o subsistemas (agrícola, animal, forestal). La manera más sencilla de conceptualizar los sistemas de manejo es la utilización de diagramas.

En segundo lugar se caracteriza el sistema de referencia, el cual representa el esquema técnico y social más comúnmente practicado en la región. Seguidamente se caracteriza el sistema alternativo, que es aquél en el que se han incorporado innovaciones tecnológicas o sociales con respeto al sistema de referencia. Estas innovaciones deben llevar un cierto número de años implementados, suficientes para mostrar efectos evidentes. De gran importancia es el uso de técnicas participativas con los productores y los integrantes del equipo evaluador para obtener un cabal entendimiento de las características importantes de los sistemas de manejo así como de sus relaciones con otros sistemas.

Más específicamente, la caracterización de los sistemas de manejo deberá incluir una descripción clara de los componentes biofísicos del sistema: clima, suelo, vegetación original y características fisiográficas. También debe incluir un diagrama de las entradas y salidas del sistema y las relaciones entre sus diferentes componentes. Además se incluye una descripción de las prácticas agrícolas, pecuarias o forestales que involucran cada sistema, así como las determinantes tecnológicas y de manejo, incluyendo:

- El tipo de especies principales y variedades utilizadas: cultivos agrícolas, gestión forestal y pecuaria.
- La organización cronológica: calendario, frecuencia, sucesión de cultivos y disposición espacial (monocultivo, policultivo).
- Las prácticas de gestión (tipo y calendario)
- La tecnología empleada (manual, mecanizada, tracción animal, mixta)
- La gestión de los suelos: prácticas de preparación (tipo de laboreo) y fertilidad (fertilización química, abonos orgánicos, mixto).
- El manejo de insectos plaga, especies arvenses, enfermedades: manejo integral de plagas, uso de plaguicidas, control biológico, prácticas culturales.
- Los subsistema de cultivos: cultivo anual en rotación, policultivos.
- El subsistema pecuario: ganadería extensiva, intensiva, estabulación, pastoreo libre, pastoreo mixto.
- El subsistema forestal: manejo selectivo, cortas de regeneración, manejo de árboles, tipo de regeneración (natural o plantación).
- El sistema agro-silvo-pastoril: tipo de conexiones entre los subsistemas y finalmente se describen las principales características socioeconómicas de los productores, los niveles y tipos de organizaciones y las determinantes socioeconómicas y culturales de los productores y de las unidades de producción. Se concreta:

- el nivel económico
- el objetivo de la producción (subsistencia, ingresos, ambos)
- la escala de producción (tamaño de la unidad productiva)
- el tipo de unidad (familiar, empresarial, mixta)
- el número de productores que constituyen la unidad de análisis
- la caracterización de la organización para la producción: tipo de organización (comunitaria, ejidal, ONG, unión de crédito, cooperativa, empresas, etc).

### **3.3.4-2- Segundo paso: identificación de los puntos críticos que pueden incidir en la sustentabilidad de los sistemas de manejo que se van a evaluar**

Los puntos críticos son los aspectos o procesos que limitan o fortalecen la capacidad de los sistemas para sostenerse en el tiempo. Dicho de otra manera, los aspectos que son críticos porque facilitan u obstaculizan *la productividad, la estabilidad, la resiliencia, la confiabilidad, la equidad, la adaptabilidad y la autogestión del sistema*. Para identificar los puntos críticos se pueden hacer las preguntas claves: ¿cuáles son los puntos donde el agroecosistema es más vulnerable o presenta problemas?, ¿cuáles son los puntos dónde es más robusto? Estos puntos pueden ser factores o procesos ambientales, técnicos, sociales y económicos que pueden tener un efecto crucial en la permanencia del sistema de manejo.

Operativamente la forma más conveniente de obtener los puntos críticos es la realización de discusiones de grupo, que incluyan evaluadores y a los productores (diagramas de flujos).

Es importante relacionar los puntos críticos con los diferentes atributos de la sustentabilidad, con el fin de estar seguros de que la evaluación cubre todos los atributos. La identificación de los puntos críticos del sistema es una tarea indispensable para centrar y dar dimensiones manejables al problema bajo análisis. Son tantos los factores que teóricamente podrían incidir sobre la sustentabilidad de un sistema que, de no hacerse un esfuerzo de síntesis, difícilmente se obtendrían resultados verdaderamente útiles de la evaluación.

### **3.3.4-3- Tercer paso: selección de los criterios e indicadores.**

Los criterios de diagnóstico describen los atributos generales de sustentabilidad. Representan un nivel de análisis más detallado que estos, pero más general que los indicadores. Constituyen un vínculo necesario entre atributos, puntos críticos y indicadores, con el fin de que estos últimos permitan evaluar de manera efectiva y coherente la sustentabilidad del sistema.

Una vez que caracterizamos los sistemas que se están evaluando, así como sus principales problemas y fortalezas, se deriva a los indicadores correspondientes, articulándolos con los atributos y los criterios de diagnóstico. Finalmente se derivan los indicadores estratégicos para llevar a cabo la evaluación (Maser et al., 2000). En la literatura los indicadores de sustentabilidad que más se han identificado son de los factores internos, mientras que de los factores externos sólo se han sugerido algunos. Todos los indicadores y todos los atributos tienen sentido, ya que son muchos los factores que teóricamente podrían incidir sobre la sustentabilidad de un sistema. El problema no es que sean erróneos o que no sean útiles, sino que son incompletos. A menudo, los indicadores sugieren una complejidad que agobia, desborda la comprensión, a pesar de que en situaciones específicas, sólo un pequeño grupo de éstos son relevantes (Holling, 2001).

Un indicador describe un proceso específico o un proceso de control. Los indicadores son particulares a los procesos de los que forman parte. Algunos indicadores apropiados para ciertos sistemas pueden ser inapropiados para otros. Por esta razón no existen indicadores universales (Bakkes et al., 1994). Los indicadores concretos dependerán de las características del problema específico bajo estudio, de la escala del proyecto, del tipo de acceso y disponibilidad de datos.

El conjunto de indicadores utilizado para el proceso de evaluación debe ser robusto, sensible y que tenga una base estadística o de medición suficiente (De Camino & Muller, 1993) y no necesariamente exhaustivo. La lista de indicadores propuestos debe tener ciertas características (Torquebiau, 1989; Bakkes et al., 1994; Dumanski, 1994): ser integradores, es decir, dar información condensada sobre varios atributos importantes del sistema; ser fáciles de medir, susceptibles de monitorear y basados en la información fácilmente disponible; ser adecuados al nivel de agregación del análisis del sistema estudiado, ser preferentemente aplicables en un amplio rango de ecosistemas y condiciones socioeconómicas y culturales; poseer un elevado grado de robustez y reflejar realmente el atributo de sustentabilidad que quiere evaluar; estar basados en información de base, directa o indirecta, confiable, ser sencillos de entender, permitir medir cambios en las características del sistema en el periodo considerado para la evaluación; centrarse en aspectos prácticos y claros con el fin de facilitar la participación de la población local en el proceso de medición.

Finalmente, teniendo la lista general de posibles indicadores ambientales, económicos y sociales, es importante hacer la última selección con el propósito de generar el conjunto de indicadores estratégicos con los que se va a trabajar. Para esto habrá que seleccionar los indicadores verdaderamente integradores, fáciles de medir, confiables y que cumplan las propiedades antes comentadas (Maserá et al., 2000). Los indicadores son útiles como herramienta de gestión o de investigación, para la educación, para la evaluación de proyectos y/o para la planificación o instrumentos de políticas (vanLoon, 2005).

#### **3.3.4- 4- Cuarto Paso: medición y monitoreo de los indicadores**

Los diversos métodos accesibles incluyen la revisión bibliográfica, incluyendo información que permita establecer tendencias en el comportamiento de los indicadores. Las mediciones directas, como ejemplo la determinación del rendimiento de la cosecha, o el análisis del porcentaje de materia orgánica del suelo, las encuestas para determinar los costos de producción del sistema, el costo oportunidad del trabajo familiar, las entrevistas formales y informales y las técnicas grupales. Entrevistas abiertas y semiestructuradas con agricultores, personas claves de la comunidad y personal de la organización. Las técnicas de diagnóstico rural rápido pueden ser de gran utilidad.

El objeto o escala de medición determinará el tipo de indicador más adecuado para la evaluación. Dentro del MESMIS estas escalas de medición incluyen generalmente la parcela, la unidad productiva, la comunidad y la cuenca o región. Para cada escala se pueden identificar indicadores tanto en el área ambiental, como la económica y social. En cualquier de los casos se debe tratar de tener una representación estadística aceptable. La selección final de la intensidad y de tipo de métodos utilizados para la medición de indicadores dependerá de los recursos humanos y económicos disponibles para la evaluación.

#### **3.3.4- 5- Quinto Paso: integración de resultados**

En esta etapa de la evaluación se deben resumir e integrar los resultados obtenidos mediante el monitoreo de los indicadores. Es por lo tanto un momento clave en el ciclo de evaluación. Pues se pasa de una fase de diferenciación, centrada en la recopilación de datos para cada indicador, a otra de síntesis de la información, que allanará el camino para posteriormente, poder emitir un juicio de valor sobre los sistemas de manejo analizados, que refleje cómo se comparan entre sí en cuanto a su sustentabilidad (Maserá y Astier, 2000).

El principal reto metodológico que se enfrenta en este paso es que se trabaja con una serie de indicadores que condensan información de tipo muy variado y por lo tanto difícilmente agregable. La integración de resultados del análisis de sustentabilidad se enfrenta a algunos retos generales: criterio de decisión impreciso, datos mixtos, datos no conmensurables, interrelación entre los atributos e indicadores, dificultad en discriminar entre indicadores cercanos y dificultad para realizar una jerarquización u ordenamiento de las diferentes opciones (Dunn et al., 1995). Por estos motivos es prácticamente indispensable trabajar con métodos multicriterios.

Genéricamente hay tres tipos de enfoques para la presentación e integración de resultados. Técnicas cuantitativas: que se basan en los métodos de análisis estadístico. Un procedimiento que han utilizado varios autores dentro de la literatura de sustentabilidad es la obtención de un índice agregado por lo sistema de manejo, también denominado índice de sustentabilidad (Taylor et al., 1993). Las principales críticas a los análisis cuantitativos son la dificultad de dar un valor numérico a ciertos indicadores de naturaleza cualitativa y la dificultad para estimar los pesos de cada factor (ponderación).

Técnicas cualitativas: tienen como objetivo integrar los resultados de manera sencilla y clara, permitiendo visualizar conjuntamente el resultado de diferentes indicadores seleccionados. Tiene sido usado profusamente por los llamados procesos de evaluación rural participativa. Para lograr estos objetivos, se asigna a los indicadores rangos muy laxos, como alto, medio y bajo (Altieri y Masera, 1993). Normalmente estos diagramas se llenan en conjunto con los agricultores u otros participantes de la evaluación.

Técnicas mixtas: consiste en combinar una presentación gráfica con información numérica para aquellos indicadores que lo permitan. Entre estas técnicas, un procedimiento que se ha popularizado últimamente, es el llamado método AMIBA (Brink et al., 1991). En este método se dibuja un diagrama radial en el cual cada uno de los indicadores escogidos para el análisis reprenda un eje por separado, con sus unidades apropiadas. Posteriormente cada sistema de manejo se grafica en el diagrama, uniendo mediante una línea los punto correspondientes al valor del sistema en cada eje, al igual que la meta o situación ideal. El diagrama muestra de manera cualitativa qué nivel de cobertura del objetivo deseado se tiene para cada indicador, permitiendo comparación sencilla, gráfica y integral de las bondades y limitaciones de los sistemas de manejo que se están evaluando.

### **3.3.4-6- Sexto paso: conclusiones y recomendaciones sobre los sistemas de manejo**

**Presentación de conclusiones:** el primero objetivo de este ciclo de evaluación es presentar una serie de conclusiones claras sobre los sistemas de manejo analizados, constando una **valoración** de cómo se compara el sistema de referencia con el alternativo en cuanto a su sustentabilidad y una **discusión** de los elementos principales que permiten o impiden al sistema alternativo mejorar la sustentabilidad con respecto al sistema de referencia.

**Presentación de recomendaciones:** tomando en cuenta las conclusiones obtenidas, el equipo evaluador deberá ofrecer recomendaciones para mejorar el perfil socio ambiental de los sistemas de manejo, llevando a cabo un cuidadoso análisis de las características de los sistemas que requieren cambios, jerarquizando las necesidades de acción e investigación para el futuro.

Las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el sexto paso de la evaluación son el punto de partida para comenzar un nuevo ciclo de evaluación de sustentabilidad.

### 3.3.5- Indicadores de la sustentabilidad

Es una variable que brinda las bases para evaluar tendencias ambientales, sociales y económicas, o establecer metas de políticas. Un indicador de sustentabilidad lleva implícito un conjunto de valores y metas evocados en el concepto de sustentabilidad (Quiroga, 2001). Por esto, los indicadores son muy importantes para hacer operativo los atributos de sustentabilidad en variables que se pueda medir localmente.

Los indicadores pueden ser definidos como variables que deben conceder informaciones sobre la condición y/o tendencia de un atributo considerado como relevante en el sistema. Deben también dar información para el proceso de toma de decisiones. Son escogidos para describir la evolución del sistema de interés y/o para determinar su comportamiento en relación a metas u objetivos, siendo la representación operativa de los atributos (Galopin, 1996).

Los indicadores de sustentabilidad proveen señales que facilitan la evaluación de progreso hacia objetivos que contribuyen a lograr la meta de lograr el bienestar humano y ecosistémico de forma simultánea (Quiroga, 2001).

Un indicador es una variable seleccionada y cuantificada que permite ver una tendencia que de otra manera no es fácilmente detectable, y a su vez permite anticipar un comportamiento futuro (Abbona, 2004).

Algunas características importantes de un indicador según Masera et al (1999) y Sarandon (2002) son: estar estrechamente relacionado entre sí, ser adecuado al objetivo perseguido, ser sensible a un amplio rango de condiciones, tener sensibilidad a un amplio cambio en el tiempo, tener habilidades predictivas, ser directos (a mayor valor más sustentable), ser de fácil recolección, uso y confiables, ser sencillos de interpretar y no ambiguos, ser consistentes e integradores (brindar y sintetizar buena información). Un indicador refleja el estado de un efecto que se quiere fomentar o reducir.

Los indicadores son una herramienta ampliamente utilizada. Sin embargo, no siempre estuvo acompañado de un marco metodológico que permitiera enmarcar la evaluación, y por tanto, conocer su orientación. Algunas veces, se han empleado una lista de indicadores sin un marco claro que facilite la integración de los resultados del análisis (Bakkes et al., 1994, Azar et al., 1996). En otras, la aplicación de indicadores ha estado basada en un marco metodológico, lo cual ha permitido integrar los resultados (Astier y Masera, 1996; Masera et al. 2000; De Camino y Muller, 1993; Sarandón, 2002).

A pesar del creciente uso de indicadores, en general, el mayor esfuerzo ha estado dirigido a determinar cuál indicador debería ser medido u optimizado, sin un cuidadoso examen de las estrategias destinadas a aumentar la sustentabilidad del sistema como un todo (López-Ridaura et al., 2002). Por eso, la evaluación basada en un abordaje sistémico, como propone la Agroecología, puede ser un aporte para lograr una evaluación de la sustentabilidad más integral.

Al evaluar la sustentabilidad de los recursos de un sistema, estos pueden ser analizados desde dos ópticas diferentes pero complementarias. Una, sobre la base del estado de los mismos, y otra, analizando el efecto que ejercen las prácticas de

manejo sobre ellos. Esto permite distinguir entre indicadores de estado y de presión o manejo (Abonna et al., 2007).

Los indicadores de estado son aquellos que aportan información del estado o situación actual de un componente o recurso natural o social considerado. En este caso, la información que nos brinda el indicador es puntual, no dice nada respecto a si el recurso se está o no degradando. Si un agroecosistema se evalúa sólo con esta clase de indicadores, se obtiene una fotografía del mismo. Por esto, no es adecuado utilizar en la evaluación comparativa sólo indicadores de estado. Si esto sucediera, un agroecosistema puede ser considerado más sustentable sólo porque sus recursos son de mejor calidad que los otros sistemas. Sin embargo, los recursos de este agroecosistema se pueden estar degradando en mayor medida, no quedando reflejada esta tendencia en la evaluación.

Por tanto, la sustentabilidad no puede evaluarse sólo en base a indicadores que reflejan una condición de "calidad" o "estado" tomados en un único momento. Se pueden determinar indicadores de estado de un sistema en un momento dado y, a través de futuras mediciones, ir observando la tendencia de los mismos. Una serie histórica de datos del estado de un recurso, al mostrar una tendencia, se transforma en un buen indicador.

Los indicadores de manejo brindan información sobre el efecto de las prácticas de manejo sobre los componentes o recursos considerados. Este tipo de indicador, a través de las prácticas de manejo del agricultor evalúa si el sistema puede mantenerse funcionando en el tiempo. Este tipo de indicador permite observar tendencias, pero no considera el estado del recurso evaluado.

Los indicadores pueden ser considerados cuantitativos y cualitativos; las variables cuantitativas son aquellas que permiten medir propiedades tangibles, susceptibles de ser calculadas e interpretadas numéricamente, mientras la variable cualitativa se utiliza comúnmente para medir propiedades o cualidades que tienen una naturaleza subjetiva, por ejemplo, las percepciones estéticas (Astier y Gonzáles, 2008).

Según Reichert et al. (2003), indicadores cualitativos son importantes, especialmente para que sean compartidos con los agricultores, permitiendo que ellos evalúen los factores limitantes de la producción en sus propiedades, integrándolos en el trabajo de monitoreo de los progresos o retrocesos relacionados a la sustentabilidad de los sistemas. Por eso, las metodologías de evaluación y diagnóstico deben ser de carácter participativo, con objetivo ofrecer un conjunto de técnicas articuladas de colecta de informaciones de carácter técnico, económico, social y ambiental en realidades distintas de la agricultura, para la construcción de alternativas para el desarrollo sostenible en los diferentes agroecosistemas.

Cambios en la calidad del suelo pueden ser monitoreados a través de indicadores, y comparados con los valores definidos como deseables a través del establecimiento de límites críticos, considerados como umbrales para la sostenibilidad de los agroecosistemas, basados en una media de condiciones locales establecidas. Según Altieri (2001), estos indicadores buscan un referente de nivel mínimo de sostenibilidad, definido de acuerdo con criterios regionales y de forma participativa con los agricultores.



Datos analíticos de calidad de suelo pueden ser correlacionados con datos cualitativos, buscando una evaluación más amplia de los sistemas de producción y de la implicación ambiental de estos sistemas. Estas informaciones pueden auxiliar al agricultor y al técnico en la comprensión de la capacidad productiva y en la toma de decisiones relacionadas al manejo de los agroecosistemas.

El empleo de indicadores de sustentabilidad dentro de los sistemas productivos ha sido una alternativa muy utilizada por los investigadores. En este contexto, el CO<sub>2</sub> ha sido utilizado como uno de los indicadores de sustentabilidad energética en los estudios de flujo en los sistemas productivos. La necesidad de reducir pérdidas de energía por el mayor aprovechamiento o fijación del carbono fue comprobada en diversos trabajos de investigación, tanto en análisis generales de sistemas de producción diversificados (Pypker & Fredeen, 2002), como en análisis de cultivos individuales (Pluimers, 1998).

En el proceso de transición agroecológico, uno de los principales desafíos enfrentados por los agricultores, extensionistas e investigadores es saber cuándo un agroecosistema es saludable y cómo se encuentra después de iniciada la transición a un manejo más sustentable. En este sentido, Altieri y Nicholls (2002) proponen una metodología para diagnosticar en cafetales la calidad del suelo y la salud del cultivo usando indicadores sencillos específicos para los cafetales, aunque con pocas modificaciones sobre la metodología aplicable a agroecosistemas en diversas regiones.

Los indicadores descritos en esta metodología, según los autores, fueron elegidos porque son relativamente certeros y fáciles de interpretar, bastante sensibles para reflejar los cambios ambientales y el impacto de prácticas de manejo sobre el suelo y el cultivo, capaces de integrar propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y poder relacionarse con procesos del ecosistema, como por ejemplo captar la relación entre diversidad vegetal y estabilidad de poblaciones de plagas y enfermedades.

Esta metodología selecciona 10 indicadores de calidad de suelo y 10 de salud del cultivo. Cada indicador se estima de forma separada y se le asigna un valor de 1 a 10 (siendo 1 el valor menos deseable, 5 un valor moderado o medio y 10 el valor más deseable) de acuerdo con las características que presenta el suelo o el cultivo según atributos a observar para cada indicador (Altieri e Nicholls, 2002).

Para la calidad del suelo se eligen la estructura, compactación e infiltración, profundidad del suelo, estado de residuos orgánicos, color y olor de la materia orgánica, retención de humedad, desarrollo de raíces, cobertura de suelo, erosión, actividad biológica. Los indicadores de salud del cultivo se refieren a la apariencia del cultivo, el nivel de incidencia de enfermedades, la tolerancia del cultivo a estrés (sequía u otro factor) y a malezas, crecimiento del cultivo y raíces, así como rendimiento potencial. Las observaciones sobre niveles de diversidad vegetal (número de árboles de sombra, e incluso vegetación natural circundante), y tipo de manejo del sistema se hacen para evaluar el estado de la infraestructura ecológica del cafetal, asumiendo que un cafetal con mayor diversidad vegetal y genética, un manejo diversificado que aprovecha las sinergias de la biodiversidad y que está rodeado por vegetación natural tiene condiciones de entorno más favorables para la sostenibilidad (Guharay et al. 2001).

Cuando un indicador no es aplicable a la situación, simplemente no se mide, o se reemplaza si es necesario por otro que el investigador y el agricultor estimen más relevante. También en la medida que el usuario se familiariza con la metodología, las observaciones se pueden hacer más agudas usando algunos instrumentos adicionales.

Una vez que se asignan los valores a cada indicador, se suman los valores obtenidos y se divide por el número de indicadores observados, obteniéndose un valor promedio de calidad de suelo y otro de salud del cultivo. Las fincas que den valores de calidad de suelo y o de salud del cultivo inferior a 5, se consideran que están por debajo del umbral de sostenibilidad, y que por lo tanto ameritan manejos que corrijan aquellos indicadores que exhiben valores bajos.

Este método propone medir la sustentabilidad de forma comparativa entre agroecosistemas o acompañar los avances a lo largo del tiempo hacia una mayor o menor sustentabilidad en el proceso de transición. Cuando la metodología se aplica con varios agricultores, se puede visualizar las fincas que muestran valores tanto bajos como altos de sostenibilidad y se puede identificar además las fincas que presentan promedios altos, transformándolos en una referencia denominada “faros agroecológicos” y, a partir de ellos, comprender mejor los procesos ecológicos e interacciones en los agroecosistemas de producción de café.

La definición operacional de indicadores contribuye para la discusión de la agricultura sostenible de una manera más práctica y orientada, y consiste en un requisito para lograr incidencia a nivel político, con relación a las acciones propuestas e implementadas que conlleven a la Sostenibilidad (Rugby et al. 2001).

Los estudios de evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción, y manejo de café orgánico en la unión de ejidos Majomut, región de Chiapas - México, realizados por Pérez-Grovas, (2000), resultan ser una herramienta valiosa para determinar el impacto de las tecnologías agroecológicas e identificar los puntos débiles de los sistemas que ponen en riesgo su sostenibilidad a corto, mediano y a largo plazo. Además de permitir el monitoreo rápido y permanente dentro de los sistemas, lo que facilita su evaluación, su seguimiento y su mejoramiento.

La aplicación práctica del MESMIS en la caficultura brasileña fue realizada por Ferrari (2002) en la Zona de la Mata, Estado de Minas Gerais, en cuatro unidades productivas familiares de café arábica. Las principales conclusiones extraídas fueron que las familias más agroecológicas presentaban una mayor autonomía y menor dependencia de recursos externos en relación a las más convencionales. Identificó también que la diversificación de las actividades permitió optimizar el uso de la mano de obra, del área y de los recursos naturales y económicos disponibles, garantizando mayor flexibilidad para esas familias. La diversificación de la producción no implicó solamente en mejores resortes para enfrentar las oscilaciones en el precio del café, sino que se constituyó en factor determinante en la seguridad alimentar de las familias rurales.

Sin embargo, factores como la seguridad alimentaria, el valor de una alimentación saludable, el costo de la salud de los trabajadores rurales por el contacto frecuente con agrotóxicos, el valor de un suelo conservado y el valor monetario de diversos servicios ambientales prestados a la colectividad por los agricultores que

implementan sistemas agroecológicos son de difícil cuantificación, y difícilmente pueden ser convertidos en renta de trabajo de monitoreo y evaluación económica.

La evaluación de la sostenibilidad de sistemas complejos, como por ejemplo de la caficultura arábica de la Agricultura Familiar, requiere la aplicación de nuevos enfoques analíticos; además, la consecución de una mayor sostenibilidad de estos agroecosistemas requiere la aplicación de nuevas tecnologías y procesos para minimizar los impactos socio-ambientales negativos que satisfagan las necesidades de la generación presente sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras.

Se requirieron mayores estudios para establecer indicadores, con la participación de los caficultores familiares, para las tres dimensiones de la sostenibilidad, y a partir de ellos, evaluar los niveles de sostenibilidad de la producción del café arábico en la región del Caparaó-Suroeste del Estado de Espírito Santo. Con esas inferencias el estudio ha permitido proponer alternativas que puedan contribuir al fortalecimiento de la Agricultura Familiar y al manejo sostenible de la caficultura arábica capixaba.

## 4- CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS CAFETALERAS Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ ARÁBICA DE LA AGRICULTURA FAMILIAR EN ESPÍRITO SANTO

### 4.1- Introducción

El Estado de Espírito Santo (46.098,77 Km<sup>2</sup>), está situado en la región sudeste de Brasil, (véase en la figura 4.1, abajo) localizado entre las latitudes 17° 30' y 21° 30' al sur del Ecuador y entre las longitudes 39° 30' y 41° 30' al oeste de Greenwich, limitando al norte, sur y oeste con los Estados de Bahía, Río de Janeiro, Minas Gerais, respectivamente y al este con el océano Atlántico.

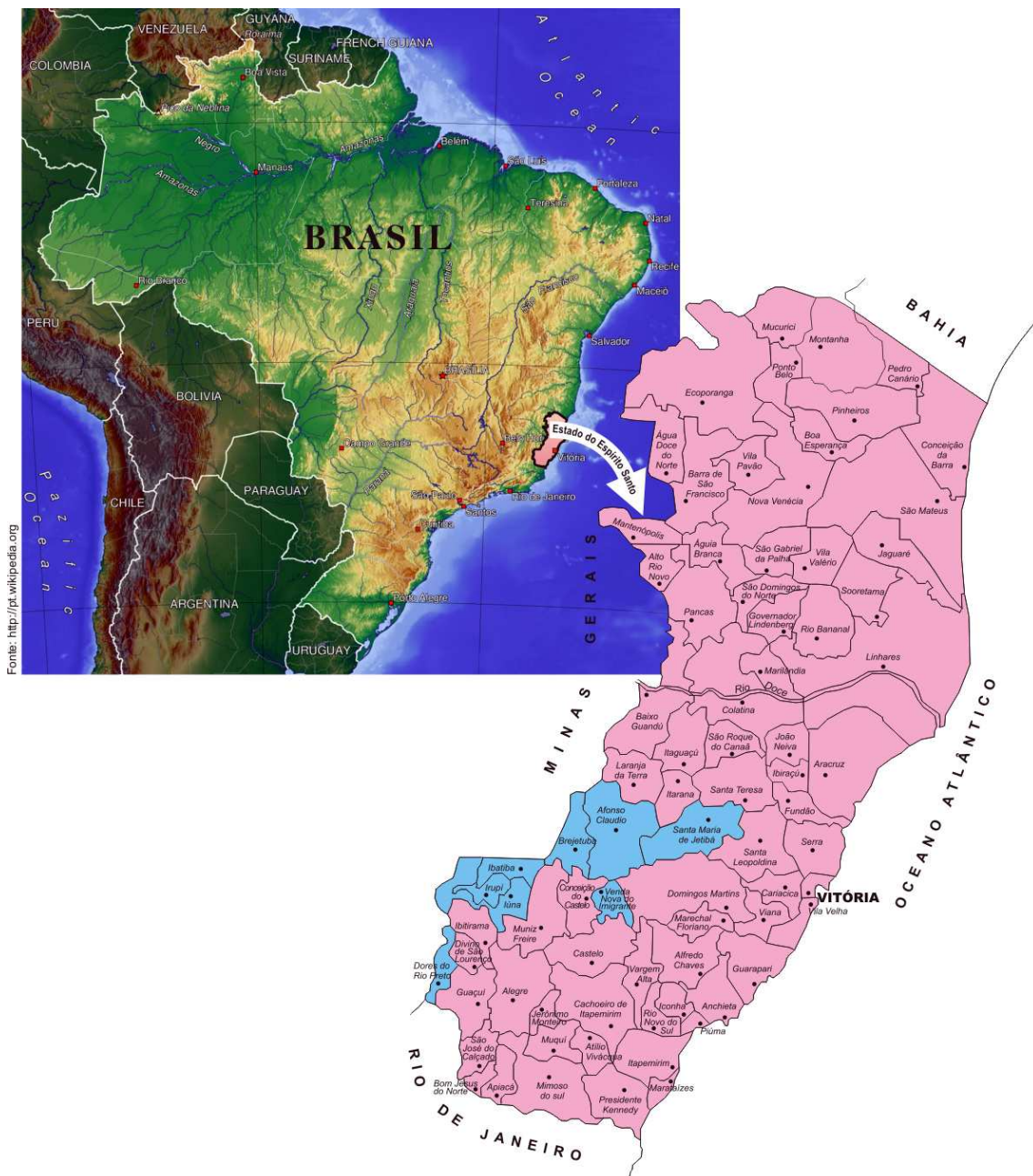


Figura 4.1- Mapa de la localización geográfica del Espírito Santo.

El clima **tropical de altitud** (Clasificación climática de Köppen) es un tipo climático que predomina en las sierras del sudeste brasileño. En Brasil, ese dominio tropical de marcada individualidad engloba el sur de Minas y de Espírito Santo y partes de los estados del Río de Janeiro y São Paulo. En la región donde predomina el café arábica se da un clima tropical de altitud, con precipitación media de 1400 mm y vegetación original de floresta atlántica.<sup>12</sup>

El café de especie arábica es cultivado en la región de montañas, localizada entre las latitudes 19° 30' a 21° 15' S y longitudes 40° 30' a 42° 30' W, con temperaturas medias entre las mínimas de 9,5 y 12° C y media de entre las máximas de los meses más calurosos de 28 y 31° C, con un número de meses secos variando entre 0 a 4,5 y una precipitación bien distribuida (Feitoza, 1986; Dadalto, Barbosa, 1997, Incaper, 2010).

El Estado de Espírito Santo presenta un cuadro natural diversificado con diferentes ambientes climáticos, lo que permite el cultivo de las variedades de café arábico en las regiones de altitud, de temperatura más templada, que, junto a las tecnologías de cosecha y post cosecha del café, permite obtener sabores y tipos diferenciados del café de las Montañas.

Actualmente, se observa un creciente aporte tecnológico que ha permitido un aumento de la productividad y la consecuente reducción de los costes de producción, a fin de poder competir en el mercado nacional e internacional con estados y países que tienen productividad superiores y menores costos de producción a los obtenidos por los caficultores capixabas.

Este sistema de producción convencional del café, cuando fue comparado con sistemas con mayor diversificación, o más agroecológicos, se mostró menos sustentable, aunque la producción de café fuese mayor. La diversificación de los cultivos, sin embargo, permite el aumento del valor de la renta agregada en la propiedad agrícola (Ferrari, 2002).

El café arábico en el Espírito Santo se produce principalmente de forma convencional: en las dos últimas décadas se duplicó la productividad media estadual, con el uso de paquetes tecnológicos. Sin embargo, esto no impidió que muchos de los caficultores, principalmente los de base familiar, cultivasen de forma más tradicional, con menores productividades, pero utilizando recursos endógenos disponibles en las fincas. En general, la productividad media de los cultivos de arábica se acerca a 10 sacos beneficiados por hectárea, considerada la menor entre los estados tradicionalmente productores de café arábico, como Minas Gerais, São Paulo y Paraná.

---

<sup>12</sup> La “**Floresta Atlántica**” es un bioma presente en la mayor parte del territorio brasileño. Las florestas atlánticas son ecosistemas que presentan árboles con hojas largas y perennes. Acoge árboles que alcanzan de 20 a 30 metros de altura. Fue la segunda mayor floresta tropical en importancia en América del Sur, especialmente en Brasil. Acompañaba toda la línea del litoral brasileño, del Río Grande del Sur hasta el Río Grande del Norte. En las regiones Sur y Sudeste la Floresta Atlántica llegaba hasta Argentina y Paraguay. Cubría importantes áreas de sierras y escarpas brasileñas, y limitaba con la Floresta Amazónica. Debido a la tala, principalmente a partir del siglo XX, se encuentra hoy extremadamente reducida, siendo una de las florestas tropicales más amenazadas del globo. A pesar de estar reducida a pocos fragmentos, en su mayoría discontinuos, la biodiversidad de su ecosistema es una de los mayores del planeta (Lani, 2008). La Floresta Atlántica, considerado el bioma más rico en biodiversidad del planeta, pasó de ocupar 15% del territorio de Brasil al actual 7%.

La transición a sistemas más sostenibles implica una sustitución de tecnologías contaminantes y altamente dependientes de capital y de técnicas de manejo degradantes por otras que deben ser menos demandantes de capital y energía fósil. Estas tecnologías tienen mayor accesibilidad local y que permitan el mantenimiento de la diversidad biológica y de la capacidad productiva del suelo.

#### **4.2- Zonificación edafoclimática para el café arábico**

El clima es el factor primordial de la aptitud agroecológica y de la viabilidad natural para la implantación y desarrollo de actividades agropecuarias. Independientemente de los tratamientos culturales ejecutados en el cultivo de café, factores ambientales relacionados con el clima y con el suelo, en condiciones adversas, dificultan y hasta puede hacer inviable la explotación comercial del café, llevando a una baja productividad. Por lo tanto, el conocimiento de las áreas más apropiadas para el cultivo del café permite maximizar la eficiencia económica en equilibrio con el medio ambiente, condición básica para su sustentabilidad a lo largo del tiempo.

Los estudios que buscan identificar la aptitud climática para la cultura del café deben tener en cuenta, prioritariamente, la deficiencia hídrica y la temperatura media anual (Assad et al., 2001). A medida que el déficit hídrico alcanza temperaturas elevadas, las plantas se marchitan, se deshojan, se secan las ramas, se mueren las raíces y se produce una deficiencia nutricional inducida, lo cual comienza a limitar seriamente el cultivo económico del café.

Otra característica climática que hay que tener en consideración es la temperatura, ya que ésta afecta directamente a la producción de frutos y a su maduración. En el caso del cafetalero, temperaturas medias anuales óptimas se sitúan entre 18 ° C y 22 ° C (Matiello, 1991). Cuando la temperatura media anual es inferior a 18° C, el periodo de dormitación de las gemas florales puede ser retardado y el desarrollo de los frutos se vuelve más lento (Camargo & Pereira, 1994). En las regiones cafetaleras del estado (faz oceánica), hay una exposición a vientos fríos y de elevada humedad, en que las plantas vegetan mucho y florecen poco. La maduración es desigual y retrasada, teniendo problemas con la cosecha en épocas lluviosas. Pueden aparecer problemas de enfermedades como Phoma, Roya y Aschochyta, que perjudican el pegamento de la florada y causan la muerte de los ramos (Matiello et al., 1994).

Inversamente, cuando la temperatura media anual es superior a 23°C y la temperatura media mensual de noviembre es próxima a 24° C, es frecuente tener problemas de fructificación por abortamiento de las flores (Camargo, 1985; Thomaziello et al., 1999).

El cafetal, cuando se encuentra sometido a una temperatura cercana a los 34° C, puede presentar disturbios vegetativos y fisiológicos. Esas temperaturas pueden favorecer el abortamiento floral de los cafetales y la formación de estrellitas, disminuyendo, considerablemente, la productividad. Inversamente, temperaturas iguales o superiores a 2 ° C, pueden influenciar en el cultivo causando la dormitación de las flores y afectando negativamente al cafetal, ocasionando síntomas típicos de crestamiento foliar en el periodo de invierno (Camargo et al., 1974). Matiello (1991) estableció los parámetros técnicos para la zonificación climática de la cultura, conforme la Tabla 4.1.

**Tabla 4.1- Parámetros técnicos para la zonificación climática de la cultura del café.**

<b>Categorías de aptitud</b>	<b>Temperatura media anual (Ta) °C</b>	<b>Déficit hídrico anual DA (mm)</b>
Regiones aptas	19 - 22	<150
Regiones restrictas	18 – 19 e 22 - 23	150 - 200
Regiones inaptas	< 18 e > 23	> 200

Fonte: Matiello (1991) y técnicos do Maara/Procafé

Fueron establecidas las clases de temperaturas medias anuales (T °C) y el déficit hídrico anual acumulado (DH), que definieron las áreas aptas y las no recomendadas para el cultivo, refiriéndose a las exigencias térmicas e hídricas del cafetal.

#### **4.2.1- Categorías de aptitud agroclimática en Espírito Santo**

Las categorías de aptitud agroclimatológicas para el café arábico en Espírito Santo, se clasifican, según Dadalto y Barbosa (1997), en:

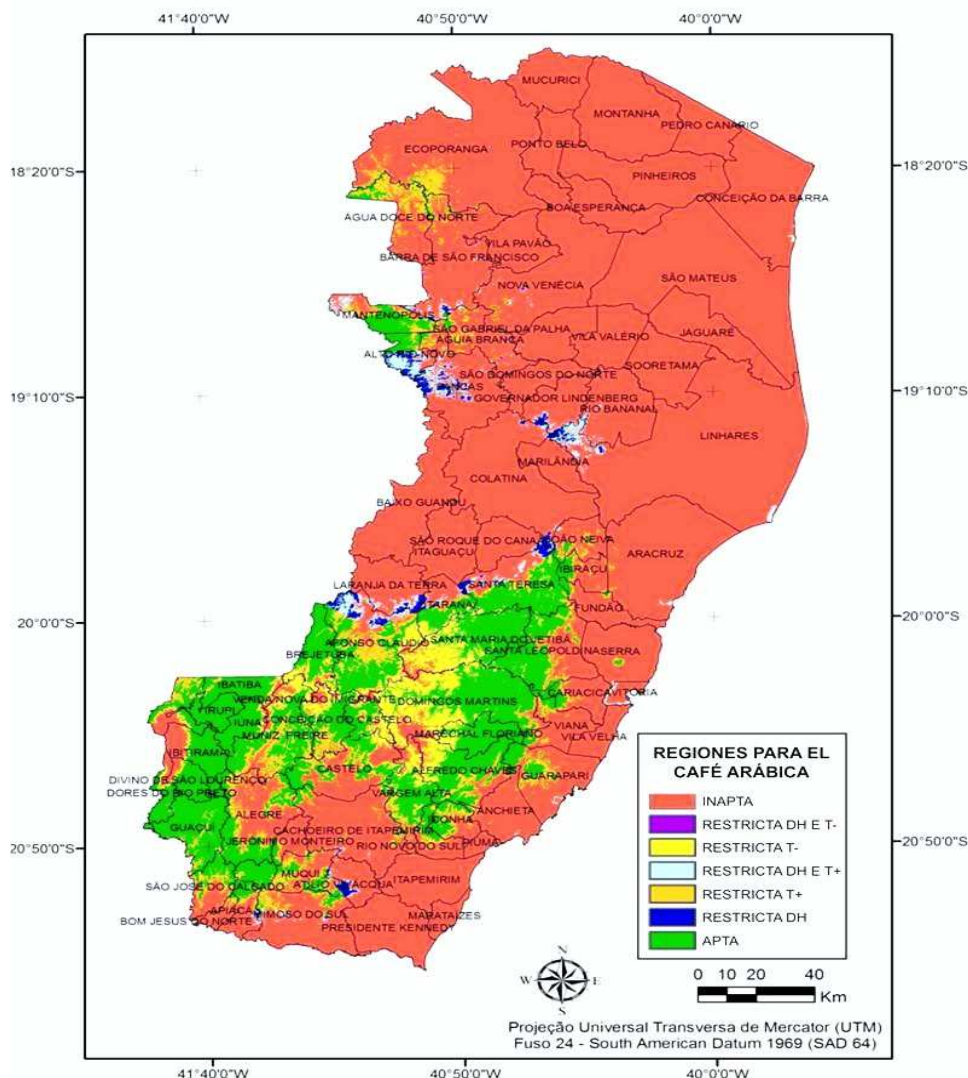
- Áreas o regiones aptas, aquellas cuyas condiciones climáticas se presentan más propicias para el desarrollo de las actividades cafetaleras, contando con un elevado potencial de producción y bajo riesgo climático.
- Áreas aptas con restricciones térmicas: estas áreas con restricciones térmicas para temperaturas medias anuales inferiores a 19° C en altitudes situadas entre los 800 y 1100 m en la faz oceánica y los 900 y 1100 m en la faz continental.
- Áreas aptas con restricciones hídricas: aquellas cuyas condiciones climáticas permiten el cultivo, todavía de forma marginal. Es decir, existen posibilidades de producir comercialmente el café con potencial de producción más bajo y riesgos climáticos más elevados en relación con las áreas aptas; para esas áreas, es recomendado el uso de riego para complementar las necesidades del agua.
- Área con impedimento hídrico: son áreas que presentan fuertes limitaciones hídricas que vuelven inviable el cultivo comercial del café o presentan un riesgo excesivamente elevado al éxito de la actividad; en esas áreas es indispensable el uso de riego.
- Área con impedimento térmico, que son áreas más elevadas (superior a 1100 m), con exceso de frío y posibilidad de heladas y áreas situadas debajo de los 400 a 500 metros, debido al exceso de calor, para las cuales no se recomienda el cultivo.

Las áreas no aptas pueden modificarse en el transcurso de la evolución, volviéndose aptas, debido a los cambios climáticos y al uso de variedades adaptadas. El gráfico 1, presenta las áreas, en porcentajes, en relación con las categorías de aptitud de cada región. Se puede resaltar que, áreas que tienen impedimento hídrico, áreas con temperaturas elevadas cuando son sumadas, representan el 6% del territorio estatal. Prácticas como riego y cultivo asociado con plantas forestales, podrían ser una alternativa para el cultivo sin restricción del cafetal en estas áreas. Otra alternativa es la obtención de cultivares con tolerancia a las temperaturas y a las deficiencias hídricas del Estado.

Martins et al., 2009, el resultado de la zonificación agroclimática para el café arábico en el estado de Espírito Santo (figura 4.2) mostró que el 15,82% del área del Estado es apta para el cultivo, sin restricción de humedad y de temperatura. Esta área en su

mayoría se localiza en el sudoeste del Estado, donde está implantado el parque cafetalero arábica. La misma zonificación mostró que el 74,78% del área es totalmente no apta, o sea, no se recomienda el cultivo de café arábico en este lugar. Presenta también que un 0,71 % del área tiene un impedimento hídrico, figurando que el cultivo del cafetal en esta región es aconsejable solo con la utilización de riego.

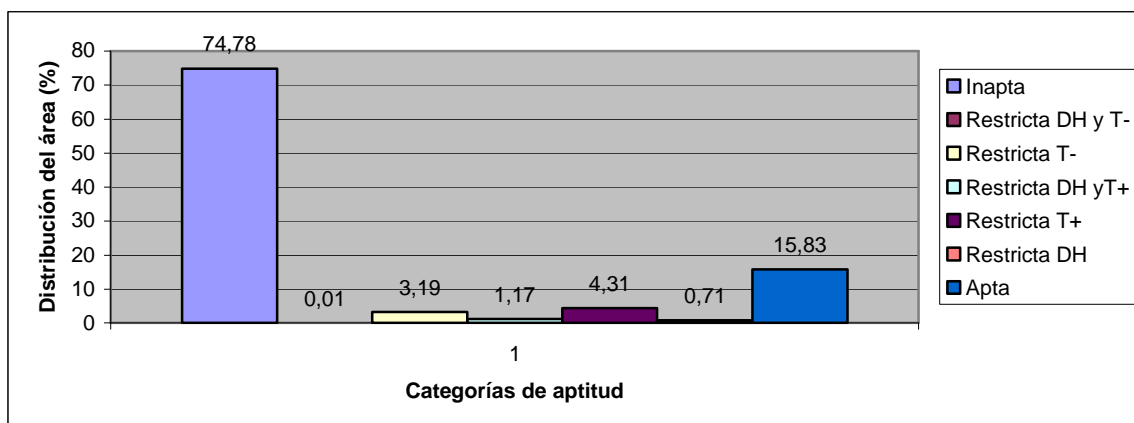
Las áreas consideradas aptas para el desarrollo del café arábico corresponden al 15,83% (730.723 ha<sup>2</sup>) del área total del Estado y se concentran en las regiones del Caparaó y Sudoeste, donde las condiciones hídricas y de temperatura son más favorables, con riesgo climático menor para el cultivo del café arábico. Estas áreas, tradicionalmente cultivadas con esa especie, constituyen un fuerte potencial para el desarrollo de la caficultura de calidad, de manera más sustentable, sobre el aspecto climático. Se destacan los municipios de Afonso Claudio, Brejetuba, Dorés do Río Preto, Ibatiba, Irupi, Iúna y los municipios que están incluidos en esta investigación.



**Figura 4.2- Mapa de zonificación agroclimatológica para el café arábico**  
Fuente: Martins et al., 2009



**Gráfico 4.1- Distribución del área (%) entre las categorías de aptitud para el cultivo del café arábico en el Estado de Espírito Santo.**



#### 4.2.2- Suelos predominantes en el agroecosistema de café arábico

El Espírito Santo se caracteriza por formaciones geomorfológicas muy diferenciadas en sus tres grandes ambientes, el Embasamiento Cristalino, la Formación Barreras y la región litoránea de los Sedimentos del Cuaternario. En este escenario predomina el Embasamiento Cristalino, que a partir de rocas cristalinas (granitóides) desarrollaron suelos con relevo fuerte ondulado y montañoso (Seag, 1971).

Debido a las fuertes precipitaciones que hay principalmente en el verano, estos suelos se vuelven muy susceptibles a los procesos de erosión hídrica. Considerando que cerca de 65% de ellos presentan tal riesgo, queda explícita la necesidad de la adopción de prácticas conservacionistas para la manutención del equilibrio del paisaje y manutención de la fertilidad natural. Dadalto, Lani & Prezotti (1995) relatan pérdidas de suelo en la orden de 40 t.ha<sup>-1</sup> al año, en la región serrana del Estado, cultivada con café arábica y con una declividad de 45%.

Los suelos más indicados para la implantación de cultivos son aquellos más profundos, de buen drenaje y con textura media. Los suelos excesivamente arenosos (con menos de 15 a 20% de arcilla) o muy arcilloso no son apropiados. Hömberg y Ripken (2001), consideran condiciones para una caficultura ecológica que tanto el suelo cuanto el subsuelo deben tener buen drenaje, que sea profundo y rico en nutrientes y que la aireación presente un 60% de espacio poroso.

Gran parte de las regiones aptas para el cultivo del café arábica en el Espírito Santo presenta suelos y pendientes que requieren la utilización de prácticas de conservación para el control de la erosión. Prácticas intensivas de desbroza en hileras de café, con preservación de la vegetación nativa, disminuyeron las pérdidas de suelo, agua y nutrientes, en relación al cultivo de desmalezado (Dadalto, 1995). Esta práctica está siendo apropiada por los agricultores, de forma gradual. Han resultado grandes beneficios para el manejo de los recursos naturales y economía financiera. En la región donde se concentra la mayor área de café arábico, predominan los suelos clasificados como Latosuelos Rojo-Amarillo (LVA) de baja fertilidad natural, donde predomina una topografía más accidentada con fuertes pendientes, necesitando mayores preocupaciones con respecto a la erosión para la conservación de los suelos y del agua (manantiales). La altitud predominante está

entre 450 metros y los 850, suelos profundos, con horizonte B amarillo y horizonte C rojizo-rosado muy profundo, suelos pobres en nutrientes, con muchos pequeños arroyos permanentes (Lani, 2008).

La principal forma de erosión que ocurre inicialmente en estos suelos es clasificada como erosión laminar, caracterizada por la remoción lenta de capas delgadas de suelos (láminas), generalmente no percibida por los caficultores, ya que la misma no deja síntomas muy visibles sobre el terreno, principalmente en la fase inicial. La percepción más fácil de ese fenómeno sólo ocurre en la fase de erosión en surcos, cuando la mayor parte de la capa superficial ya ha sido removida. Resulta más difícil, costoso y retardado el control de la erosión y la recuperación del área.

#### 4.2.3- Sistema de manejo del café

Un cultivo perenne es aquel que tiene un período de formación de 2 a 3 años, hasta iniciar la producción, y que se estabiliza a partir de 4 a 5 años de edad. A lo largo del año son realizados una serie de manejos durante el ciclo productivo, que se repiten todos los años. Una breve descripción de estos manejos culturales se encuentra en el cuadro 4 siguiente.

**Cuadro 4.1- Descripción somera del manejo cultural del café**

Actividad	Descripción de la Actividad
Desbrote o poda de formación	Es la eliminación de brotes en exceso y de aquellos que crecen en lugares no deseados. De esta manera se maneja el crecimiento del árbol del café, para favorecer la arquitectura y la producción.
Poda de producción y renovación	Es una operación que mediante la supresión parcial de distintas partes de las plantas, (las ramas viejas e improductivas, parte del tronco, etc.) para estimular la renovación de las plantas. Hay diferentes tipos de poda, de acuerdo con el manejo (recepta, descope, esqueletamiento).
Renovación del cafetal por Recepta	Es una poda drástica para eliminar un gran porcentaje de la parte aérea, siendo alta (50 a 80 cm.) o baja (30 a 40 cm. del suelo). Este sistema es recomendado cuando hubiera caiga la productividad media.
Corrección de la acidez	Es la aplicación de calcáreo para la corrección de la acidez y el reforzamiento de calcio y magnesio en las plantas de café.
Fertilización	Consiste en la aplicación de abonos orgánicos o químicos en los cultivos de café. La fertilización generalmente se hace entre septiembre y marzo.
Aplicación de agroquímicos	La aplicación se realiza principalmente para el control de enfermedades y de insectos como la roya, broca, cochinillas, ácaros y malezas.
Desmalezado o limpieas	Consiste en el control o corte de la cobertura vegetal. Éste se realiza por el uso de azadón o con la motoguadaña. También en el control químico de las plantas espontáneas a través del uso de herbicidas.
Cosecha	Consiste en la recolección de los granos de café. Comienza cuando el estado de madurez de los granos del café alcanza por lo menos el 70% de madurez. Esto generalmente se realiza a partir mayo hasta agosto.
Post-cosecha y beneficiado	Prácticas de seca a pleno sol en patios de secado o por medio de secadores mecánicos, descascarillamiento y beneficio del café.
Comercialización	Venta del producto por medio de las cooperativas, intermediarios locales, regionales o exportadores de café.

Fuente: adaptado de Costa *et. al.*, (1995) e Incaper, (2009).

#### 4.2.4- Sistema de producción y comercialización del café arábico en Espírito Santo

El sistema de producción se caracteriza por la utilización de mano de obra familiar, con cultivo predominante de la variedad Catuaí, con una distancia entre plantas muy variada, dependiendo de la forma de manejo que se utilice, según el sistema de poda, la existencia de cultivo asociado o de cultivo intercalar. Los marcos más comunes son de 4x2 m., 4x1,5, 4x1, 3x2,5, 3x2, 3x1, 3,5x1, 3,0x1,5, 2,5x1,5, 2,5x1,0, con predominio de 3x1, obteniendo una densidad de cultivo variando desde 1.711 a 3.542 plantas por hectárea. El parque cafetero del café arábico de la Agricultura Familiar en el Estado está formado por cerca de 96.800 ha (Tabla 4.2).

**Tabla 4.2- Parque cafetero de arábica de la Agricultura Familiar de Espírito Santo respecto a su edad, área y densidad de cultivo**

Edad (años)	Área (hectárea)	Porcentaje del área (%)	Densidad media N° de Plantas/ha
En formación	2.410	2,49	3.542
2 - 10	45.012	46,50	3.200
11 - 18	26.775	27,66	2.219
Mayor de 18	22.603	23,35	1.711
Total	96.800	100,00	2.590

Fuente: (Schmidt, De Muner, Fornazier, 2004).

Conforme a los datos, hay una tendencia de mayor densidad de cultivo para los nuevos plantíos de café, con una densidad media del parque cafetero de 2.590 árboles por hectárea.

En los cultivos han predominado las variedades genéticamente mejoradas, que buscan aumentar la eficiencia agronómica de los mismos adaptados al sistema de producción del agricultor familiar. Destaca la variedad Catuaí, de porte bajo, adaptada a las diversas condiciones climáticas del estado, representada por sus diversas cultivares (Ferrão et al., 2004). Esta variedad es utilizada por los agricultores, pero se cree que por su desuniformidad en la maduración, factor indeseable en la producción del café de calidad superior y menor resistencia a las enfermedades foliares, que necesitan de intervención y control con agroquímicos, el Catuaí debe ser sustituido en parte por otras variedades menos susceptibles.

El uso de compost orgánico y de la cáscara de café es una práctica fundamental para aprovechar los residuos orgánicos en las fincas, en sustitución parcial o total de la fertilización química (Bragança et al., 1995). Otra práctica recomendable es la utilización de los abonos verdes y el manejo de diversas leguminosas entre las hileras del café, proporcionando una elevada producción de masa verde y gran aporte de nitrógeno al suelo, a través de la fijación biológica (Ricci et al., 2002; Moura et al., 2005). Esto permite al agricultor menor dependencia de recursos e insumos externos, además de ser una práctica fundamental para el manejo del agua y control de la erosión.

Independiente del sistema de producción - convencional u orgánica – se considera la poda como una de las prácticas más importantes de manejo de la cultura del café

en la caficultura familiar, pues, además de ser una tecnología de bajo costo e impacto ambiental, propicia la generación de empleos.

En los cultivos donde la poda está sistematizada se observa un aumento de la productividad, además de que se incrementa la vida útil del árbol de café. Revitalizan los cultivos, y disminuye el efecto de la bianualidad. Se facilita la cosecha, permitiendo mayor número de plantas productivas por área y proveyendo materia orgánica originada de las partes vegetativas eliminadas de la planta (Tomaziello y Pereira, 2008). La poda necesita ser una práctica más utilizada en los cultivos de café en Espírito Santo.

La caracterización de las áreas de cultivo de café asociado con árboles en el Espírito Santo (Sales y Araújo, 2004) evidenció que 42 cultivos, en lo cual totalizó 241,7 ha, en 19 municipios. El 31% están siendo cultivadas en consorcio con el café arábica. Del total de los cultivos, 41 presentaran árboles compatibles con el café, predominando las de crecimiento rápido (60%), en contraposición a las de crecimiento medio (30%) y lento (7%).

Aunque la asociación de café con árboles se esté implantando, con carácter experimental, queda un gran potencial hacia el perfeccionamiento de sistemas agrícolas asociados al café como alternativa de sostenibilidad ambiental y económica para las propiedades rurales. La diversificación con especies forestales, principalmente a aquellas asociadas a otros cultivos perennes, resulta ser una inversión de bajo costo que agrega valor al cultivo, funcionando como un ahorro de retorno en medio y largo plazos y que permite la generación de renta durante la renovación de los cultivos.

En Espírito Santo, una de la principal plaga del café es la broca-del-café (*Hypothenemus hampei*), responsable de daños anuales para la cosecha de café estimados en más de R\$ 40 millones, en años favorables a su desarrollo poblacional (De Muner *et al.*, 2000). La principal recomendación adoptada para el manejo, con el fin de reducir la utilización de agrotóxicos, sigue siendo el control cultural, con la retirada de todos los frutos de la planta y del área de cultivo a través de una cosecha bien hecha y del repase (Fornazier *et al.*, 2000). Asimismo la adopción del control biológico, por medio de la liberación de enemigos naturales en el cultivo (Benassi, 1989), aunque este control se realiza de forma incipiente. Solamente después de la utilización de tales métodos de control y realizado el monitoreo sistemático de la población de la broca, se admite la intervención química, sobre todo localizada en parcelas de mayor incidencia de la plaga. Con relación a las enfermedades, la roya (*Hemileia vastratrix*) se configura como la principal, estimulada por el monocultivo y utilización de materiales y variedades susceptibles a esta molestia, como la variedad Catuaí.

Con relación a la incidencia de plagas, (Nicholls, 2001) se ha demostrado que las plagas se vuelven una limitación solamente si el agroecosistema no está en equilibrio. En este sentido, la productividad no se ve afectada por causas específicas, y las plagas son solamente síntomas de una enfermedad más eco sistémica.

Las pequeñas fincas, generalmente menores de 100 ha, encuadradas por la ley de la Agricultura Familiar, son consideradas aquellas con 4 módulos fiscales, que

utilizan mano de obra familiar y como máximo dos empleados fijos por finca. Además de la mano de obra de la familia, históricamente la producción de café se lleva a cabo el sistema de aparcería, buscando la disponibilidad de la mano de obra en el laboreo, en la realización de los tratos culturales y principalmente en la cosecha.

La mayor demanda de laboreo se observa en la cosecha del café, durante la cual la mano de obra es intensiva principalmente en los meses de mayo, junio, julio y agosto, con la contratación de jornaleros temporales, de otros municipios y Estados, generando un problema social, principalmente en explotaciones mayores. En las fincas familiares, la mano de obra es suplida por la familia, por los sistemas de aparcería y mediante la colaboración entre los vecinos. Estos pequeños agricultores y aparceros también pueden vender su mano de obra en los periodos de cosecha.

Por otro lado, en la caficultura convencional, más empresarial, la forma de pago predominante de la mano de obra eventual en la región en la época de la recolección es el jornal por producción (94%); en otras épocas se constata más el pago por día (55%) y por sueldo mensual (25%) (Fetaes, 2006). Dentro de este universo del trabajo de la caficultura, los problemas más comunes identificados por los trabajadores asalariados son la informalidad y la inseguridad en el trabajo, el desconocimiento de la legislación laboral, la discriminación de la mujer y de los mayores y la baja remuneración. Además de eso, fueron identificados índices preocupantes de aparición del de trabajo infantil, de la contratación irregular, de la inseguridad en el trabajo y la ausencia de asistencia médica (Fetaes, 2006).

Al mismo tiempo, se observa la creciente falta de interés de los jóvenes por la agricultura y su consecuente éxodo rumbo a las ciudades o hacia otros países desarrollados (OIC, 2006); colocando en riesgo la base productiva y de reproducción de la agricultura familiar, cambiando el perfil de las relaciones de trabajo, de una caficultura de base familiar para una caficultura cada vez más dependiente de mano de obra contratada y de trabajadores temporarios. En la caficultura familiar de arábica del Estado de Espírito Santo, se observa que alrededor de 31% de la mano de obra la constituyen personas con edad superior a 50 años y solamente 13% son jóvenes con edad inferior a 17 años (Schmidt, De Muner, Fornazier, 2004). Esta situación amenaza la sostenibilidad de la economía cafetalera en regiones y municipios que dependen sustancialmente del café para obtener sus ingresos.

La calidad del café se clasifica de acuerdo con la frecuencia de tipos y de bebida, según normas internacionales, con mayores incidencias en muestras con tipo 7 y 6/7. El tamaño de los granos es otro factor importante para la calidad: en la caficultura de montaña en Espírito Santo predomina la producción de granos de calibre 15 o superior. La calidad del café en la taza adquiere importancia para el mercado consumidor, independientemente de que la producción sea ecológica o convencional.

En los últimos años las certificaciones ganaron visibilidad, con iniciativas destacadas principalmente en el mercado de café orgánico, así como en Fair Trade (comercio justo) y Utz Kapeh. La certificación está siendo implantada de forma lenta y dispersa en la caficultura brasileña, en lo que no difiere de lo que ocurre en el Espírito Santo. Por lo general, se adopta en medianas y grandes haciendas y cooperativas, siendo el acceso de los pequeños productores aún muy restringido, en función de los

costos de certificación, de la dificultad de gestión y de los problemas en la calidad del producto. Sin embargo, los pequeños productores pueden ser incluidos en procesos de certificación vía cooperativas o asociaciones de productores, propiciando volumen y padrones de calidad intrínseca superior del café, que permitan reducir los costes también se puede decir costes individuales para la certificación de las propiedades de base familia. Se deben buscar nuevas formas de certificación social y participativa.

En Brasil no hay estadísticas oficiales sobre la certificación orgánica, siendo las informaciones existentes facilitadas por las mismas certificadoras. En el caso del café se estima en 21.661ha y 1.305 productores certificados (Peixoto, 2005). En Espírito Santo, actualmente son apenas 11 productores de café arábica certificado; muchos son los productores en proceso de transición para sistemas más sostenibles, no necesariamente la producción orgánica. Las principales certificadoras que actúan con el café capixaba son la AAO, el IBD y la Chão Vivo, Utzcaphe.

Con relación a las organizaciones sociales en el Estado, las cooperativas de productores de café se encuentran en diversas fases de desarrollo técnico y administrativo, con participación diferenciadas en la comercialización de café y en la clasificación del producto. Algunas de ellas promueven el procesamiento y reprocesamiento, así como el almacenamiento para los asociados.

Actúan en el sector cooperativista de la caficultura arábica en la región de las Montañas, la Cooperativa Agropecuaria Centro-Serrana (CoopeAvi), la Cooperativa de Agricultores de Venda Nova del Inmigrante (PRONOVA), la Cooperativa Alternativa de Caficultores de Brejetuba (COOABRE) y la Cooperativa de las Federaciones de las Asociaciones Familiares del Caparaó (COOFACI). Hay que destacar esta última pues en ella se concentra la producción de café orgánico certificado y asimismo, en ella existen organizaciones sociales que participan del comercio justo y solidario. Se observa que las cooperativas de caficultores, en el Espírito Santo son las mismas desde hace más de 10 años, y la capacidad de interferencia en la comercialización evolucionó poco, donde se observa la actuación dominante de otros agentes, por medio los intermediarios locales, regionales y exportadores.

Los principales municipios productores de café arábica están en la región Caparaó y Suroeste Serrana, destacando los municipios de Lúna, Brejetuba, Afonso Cláudio, Ibatiba, Irupi. Esos municipios son responsables de más del 30% de la producción de café arábico.

El desarrollo de la caficultura en el Estado (cuyo aporte tecnológico ha sido históricamente orientado hacia el aumento de la productividad, la reducción de los costos de producción y últimamente para la mejoría de la calidad) tornó la actividad más competitiva para mercados -que exigen calidad-, pero también, en muchos casos, la ha hecho dependiente de insumos externos y del uso de agroquímicos, con consecuentes riesgos sociales, ambientales y para la salud humana.

Por otro lado se observa un gran número de agricultores familiares, productores de café arábico, que explotan la actividad de forma rudimentaria, en áreas de poca vocación y con restricciones ecológicas; con poca utilización de recursos

tecnológicos y financieros, generando degradación progresiva de los recursos naturales, lo que provoca el abandono del café con las tierras altamente degradadas y el aumento del éxodo rural.

Los factores económico y social del desarrollo sustentable son cuestiones tan importantes que pueden hacer sombra a las preocupaciones ambientales, principalmente en períodos de bajos precios. Sin embargo, la promoción de una caficultura sustentable debe tener en cuenta todos esos diferentes aspectos y debe atribuirles el mismo grado de prioridad. En ese contexto, los caficultores dispuestos a participar en el proceso de transición gradual de su propiedad para estilos de agricultura más sustentable deben observar los siguientes aspectos:

En la dimensión social: respecto a la fuerza de trabajo, representada por los trabajadores rurales contratados y aparceros, a través del total cumplimiento de la legislación laboral, de la remuneración justa y de la vivienda digna, bien como la posibilidad de acceso a la educación, salud y recreación, con relaciones justas y humanas entre el capital y el trabajo. La organización y la participación social deben ser promovidas. La dimensión social de la sostenibilidad tiene que ser entendida como un medio de reducir las desigualdades y la pobreza en el medio rural, con equidad entre los miembros de la sociedad, con mejor distribución de los activos, capacidades y oportunidades para los menos favorecidos, propiciando acceso a la salud, a la educación, a los recursos crediticios y a la cultura.

La dimensión ecológica: la utilización del agua, del suelo y de los recursos naturales debe ser racional, planificada y definida por la utilización de tecnología y procedimientos simples al alcance de todos los productores. La adecuación ambiental de las propiedades debe ser estimulada, a través de: la protección de manantiales de agua; la conservación de los bosques de ribera; el correcto manejo de los desechos domésticos, de las aguas residuales del procesado del café y de los criaderos de animales. La degradación de los suelos en el interior de los cultivos, en los caminos de acceso debe ser sistemáticamente combatida a través del uso de técnicas adecuadas, como el recorte superficial de las hierbas espontáneas y la construcción de “cajas secas” para evitar la erosión. Debe haber diversificación en los cultivos e introducción de tecnologías que minimicen o eliminen el uso de agrotóxicos, como el manejo integrado de plagas y la producción orgánica.

Los bosques deben ser mantenidos en las áreas de preservación permanente (APP), recuperación de las áreas y suelos degradados, favoreciendo la conservación de la biodiversidad y el establecimiento de corredores ecológicos.

En la dimensión económica: es necesario asegurar al productor rural la supervivencia financiera, el bienestar y la seguridad alimentaria o alimenticia de las familias, monitoreando sus gastos y ingresos para evitar los desperdicios por medio de la optimización de las sinergias entre los sistemas de producción animal y vegetal. Se debe buscar la agregación de valor a los productos, la diversificación las actividades productivas y las fuentes de renta para mejorar la autogestión de la propiedad. Debe ser facilitado el acceso a los canales de comercialización, al crédito y a la asistencia técnica. Al mismo tiempo, deben ser construidos canales de comercialización que aseguren a los agricultores mayor grado de autonomía y mayor renta, del mismo modo que deben ser buscadas estrategias que reduzcan la dependencia del mercado de insumos.

## 5- METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA SUSTENTABILIDAD DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ ARÁBICA DE LA AGRICULTURA FAMILIAR EN ESPÍRITO SANTO

### 5.1- Introducción

El estudio se inició con la búsqueda y el análisis de informaciones sobre la producción de la cadena del café por los Agricultores Familiares de Espírito Santo y sus agroecosistemas, apuntando las características de esa Agricultura Familiar, a partir de fuentes primarias y secundarias. De ese modo, se pretende establecer claramente el ambiente socio-económico de la investigación. A continuación, a partir de la bibliografía disponible, se estableció el marco teórico-conceptual para la orientación del trabajo, básicamente con aportaciones del campo de la Agroecología y del Desarrollo Sostenible, con el fin de calificar las tres dimensiones de la sostenibilidad que fueron destacadas en nuestra tesis: la dimensión económica, la social y la ambiental con sus indicadores de sustentabilidad.

Se ha elegido para la medición de los índices y evaluación de la sostenibilidad, el método denominado “Marco para a Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Mediante Indicadores de Sostenibilidad – MESMIS”, según Masera *et al.* (1999) y López-Ridaura *et al.* (2002), que integra recomendaciones y experiencias de diferentes instituciones que han estado trabajando en el desarrollo de metodologías para evaluar la sustentabilidad de sistemas de manejo de recursos naturales. Este método viene siendo ampliamente utilizado en México y en América Latina.

Fueron también utilizadas las enseñanzas de la metodología agroecológica para el diagnóstico rápido, en cafetales, en lo referente a la calidad del suelo y a la salud del cultivo, buscando indicadores sencillos, específicos para los cafetales (Altieri y Nicholls, 2002). Esos métodos han sido utilizados para evaluaciones en agroecosistemas de café, siendo considerados más adecuados y adaptables a los objetivos de la investigación y la propuesta agroecológica.

En el trabajo de campo se consideraron como objeto de esta investigación los agricultores familiares, productores de café arábico representativos de las unidades familiares del Estado de Espírito Santo, considerando prioritariamente, como agricultores familiares, aquellos encuadrados en los criterios en la Ley de la Agricultura Familiar<sup>13</sup>, de acuerdo con el tamaño de la finca, la mano de obra empleada, la renta, y en fin, de acuerdo con las características de estos agroecosistemas.

La verificación de la sostenibilidad o no (o el nivel de sostenibilidad actual y la tendencia) se hizo a partir de los estudios de los indicadores de sustentabilidad conformados con la participación de los caficultores familiares con el apoyo de

---

<sup>13</sup> LEI Nº 11.326, DE 24 DE JULHO DE 2006. Establece sobre las directrices para formulación de la Política Nacional de la Agricultura Familiar y Empreendimentos Familiares Rurales. (Consultado en [www.mda.gov.br/saf](http://www.mda.gov.br/saf) el día 23 de octubre de 2008).



equipo técnicos multidisciplinares de la región del Café de Montañas del Espíritu Santo.

La discusión se realizó con la participación de los agricultores familiares y asociaciones de caficultores involucradas, en las que fueron considerados los factores y puntos críticos en relación al sistema productivo y manejo de los agroecosistemas y la comercialización; los puntos fuertes y puntos débiles, las amenazas y oportunidades y los principales cuellos de botella relacionados con la cadena productiva hacia el desarrollo sostenible de la caficultura familiar.

Para la obtención de las informaciones, se realizaron entrevistas directas semiestructuradas en la recogida de datos, con ayuda de cuestionarios a los principales actores del segmento, incluyendo los representantes de las asociaciones de agricultores y dirigentes de cooperativas familiares involucradas.

Los indicadores propuestos se basaron en el Plano Estratégico de Desarrollo de la Agricultura de Espíritu Santo – PEDEAG, (Pedeag, 2003 y Espíritu Santo 2008) realizado a través de consultas a los caficultores, a las cooperativas, a los representantes de todos los segmentos de la cadena productiva de café y otras diversas otras fuentes secundarias disponibles (De Muner, et al., 2003; Schmidt et al., 2004; Fetaes, 2006).

A demás, para elegir los indicadores definitivos y apropiados para la evaluación de la sustentabilidad de los agroecosistemas de café de la agricultura familiar que proponemos para el trabajo, los mismos fueron validados con la participación de los agricultores directamente involucrados en la investigación y organizaciones sociales representativas.

Como vimos en el Capítulo III, el método MESMIS considera siete atributos principales interrelacionados para la sustentabilidad y su análisis: productividad, estabilidad, resiliencia, confianza o seguridad, adaptabilidad o flexibilidad, equidad y autogestión. Sus resultados y conclusiones fueron aplicados a la identificación de los principales obstáculos para la sostenibilidad y a la modificación de los sistemas de producción, de forma que pueda dar orientaciones para alcanzar niveles más grandes de sostenibilidad de los agroecosistemas de café de la Agricultura Familiar en Espíritu Santo.

Con base a los atributos citados, el método plantea seis etapas metodológicas para evaluar la sostenibilidad: determinación del objeto de la evaluación, determinación de los puntos críticos, selección, medición y monitoreo de los indicadores, presentación e integración de resultados, conclusiones y recomendaciones (Masera, Astier, López-Ridaura, 1999). A continuación se desarrollan los 6 pasos para la evaluación de la sustentabilidad de los cafetales familiares en Espirito Santo...

## **5.2. Pasos de la evaluación**

### **5.2.1- Paso 1. Definición del sistema que se va a evaluar**

El sistema de producción de café arábico de la Agricultura Familiar, en la región Caparaó-Serrana, generalmente, comprende tres subsistemas principales (véase la Figura 5), el cafetal, la ganadería y cultivos alimentarios, y dos secundarios, como el



demanda de mano de obra contratada- de forma temporal, constituyendo un problema social, principalmente en explotaciones mayores.

En las fincas familiares, normalmente la mano de obra es suplida por la familia, por el sistema de aparcería y por la colaboración entre los vecinos. La valoración de esta situación es positiva para la caficultura familiar, ya que emplea sus propios recursos para satisfacerla y no supone un gasto extra. También puede serlo desde el punto de vista del desarrollo rural sostenible, ya que en las regiones cafetaleras el sector absorbe la mayoría del empleo del sector agrario. En la época de la cosecha del café generalmente participa toda la familia, incluso trabajan las mujeres agricultoras y los jóvenes.

La producción ganadera representa un importante subsistema y una actividad económica relevante para los agricultores familiares en la producción de alimentos (leche, carne, queso y huevos). Sin embargo, se observa poca integración del sistema pecuario con el agrícola, tan importante en procesos ecológicos como el de reciclaje de nutrientes y fertilización orgánica en las fincas. La producción es en pequeña escala destinada principalmente para la alimentación familiar y venta del excedente para cooperativas o se venden directamente a un cliente final, o se llevan al matadero.

En el subsistema agrícola predominan el cultivo de especies de temporada y anuales como el maíz, frijoles e yuca. El cultivo utiliza técnicas de bajo insumo, con siembra de los granos anualmente en rotación de cultivo. Las semillas son originadas del propio cultivo o compran en el mercado juntamente con los fertilizantes. El maíz tiene importancia relevante pues además de ser fuente de carbohidratos en la dieta de las familias, representa la principal fuente de alimentación para la cría de pequeños animales (cerdos y gallinas). Estos a su vez son las principales fuentes de la dieta proteica de las personas.

Para la suficiencia de alimentos de las familias en las fincas, son comunes los cultivos perennes como el cultivo de plátano principalmente en los bordes de los cultivos de café y entre los caminos, y los policultivos (huertos familiares). Sin embargo, se observa la disminución del cultivo de especies de temporadas y anuales, huertos familiares y creación de pequeños animales, que son importantes para garantizar esta suficiencia alimentaría. Esto provoca la dependencia de la compra de alimentos y subproductos en mercados de las ciudades, con costes mayores y de menor calidad. Las agricultoras generalmente manejan el huerto y la cría de los pequeños animales, además de realizar los trabajos domésticos en la finca cafetalera.

El subsistema forestal está formado principalmente por el cultivo de eucalipto, en menor proporción al cultivo de pinos y el cedro. El área de eucalipto viene ocupando lugar de otros subsistemas, representando una opción para la diversificación de la renta y fuente de energía. Fueron encontradas diversas especies nativas dispersas entre los cultivos, pero los agricultores reclaman de la competencia de los cultivos con el cafetal. En las fincas investigadas hay bosques remanentes con un área media de 3,5 hectáreas por finca ocupadas por especies nativas. Más del 70% de los agricultores tienen un pequeño remanente forestal nativo en sus predios, pero, solamente 33% de los agricultores alcanzaran el mínimo previsto por el Código Forestal Brasileño.

En esta región, la caficultura arábica se desarrolla en sistemas de base familiar, en la cual cerca del 70% del área plantada se sitúa en fincas inferiores a 50 ha, y cultivos medios de 4,84 hectáreas, producción media entre 50 a 100 sacos y productividad media cerca de 10 a 14 sacos beneficiados por hectárea, representando más del 60% de la renta de las unidades productivas. Se afirma una tendencia al monocultivo y a la dependencia económica del café. (Schmidt, De Muner, Fornazier, 2004; Espíritu Santo, 2008). La diferenciación de productividad está en función de la región y del manejo del cultivo así como de las tecnologías utilizadas, llegando a alcanzar valores mucho más grande, con la utilización de abonos e otros insumos.

La principal plaga del café es la broca-del-café (*Hypothenemus hampei*), con daños anuales, muchas veces, severos para el café. Con relación las enfermedades, la roya, causada por lo hongo *Hemileia vastatrix*, ha sido la principal, estimulada por el monocultivo del café y por los plantíos de variedades susceptibles a la enfermedad.

La mayor demanda por laboreo se da durante la cosecha del café, periodo en el cual la mano de obra es intensiva, principalmente en los meses de mayo, junio, julio y agosto, con fuerte demanda de mano de obra contratada de forma temporal. Esto se convierte en un problema social, principalmente en explotaciones más grandes. En las propiedades familiares, normalmente la mano de obra es suplida por la familia, por el sistema de aparcería y colaboración entre los vecinos.

El café se comercializa en la forma de cereza, secado y principalmente beneficiado, de acuerdo con las condiciones e infraestructura del agricultor. Sin embargo, el servicio de procesamiento se realiza por terceros, generalmente productores de mayor envergadura, o intermediarios compradores. La mayor parte se comercializa de forma beneficiada directamente para intermediarios locales, regionales o a exportadores, visto que la capacidad de comercialización de las cooperativas no supera el 15% de la producción estadual. La dimensión social está fragilizada (las formas asociativas interfieren en modestas porcentuales de comercialización).

En búsqueda del equilibrio en la distribución de la renta a lo largo de la cadena productiva del café, los esfuerzos se han concentrado en la apertura de nuevos nichos para los cafés diferenciados y mercados para cafés despulpados: el incentivo al asociativismo para la comercialización, el mejoramiento de la calidad del café, la certificación de la producción y la diversificación de las actividades de la propiedad cafetalera, para agregar valor añadido y para aumentar la renta de las familias rurales. Mientras, la agroecología preconiza la producción y el consumo sustentable independiente de nichos de mercado.

En este sentido, resulta necesario el desarrollo de una matriz tecnológica que permita la producción de café a nivel de productividad, y que incorpore, asimismo, las otras dimensiones de la sustentabilidad. En este trabajo se evaluó, en los sistemas regionales de producción de café, principalmente el subsistema del cultivo de café, debido a su importancia socioeconómica y ambiental en la Agricultura Familiar del Estado del Espíritu Santo.

### **5.2.1.1- El sistema convencional (CC)**

Es el sistema de cultivo predominante en las montañas del Estado del Espíritu Santo, presentando baja productividad media por hectárea, variando de 10 a 14 sacos por hectárea (Incaper, 2009). Está basado en el cultivo de variedades convencionales, principalmente al grupo de variedades Catuaí, que se muestran susceptibles a las plagas y enfermedades, principalmente a la roya del café (*Hemileia vastatrix*).

Esta situación favorece el uso de agroquímicos para el control de las mismas, además, en el parque cafetalero predomina los cultivos con más de 15 años, con poca capacidad de renovación y bajo potencial de productividad (Ferrão et al., 2004; Schmidt, De Muner, Fornazier, 2004).

Los agricultores pertenecientes a este sistema de producción, en su mayoría utilizan fertilizantes y agroquímicos de forma inadecuada y muchas veces no recurren a la asistencia técnica. Todavía utilizan para el manejo de las plantas espontáneas, el azadón, pero ya incorporando alguna tecnología de desbrozo y uso de herbicidas. Sin embargo, se observa en muchas ocasiones la presencia de erosión en las parcelas, principalmente la erosión "lamina", típica de los suelos de la región, cuando no se adopta o no se maneja adecuadamente las prácticas conservacionistas, debido al tamaño reducido de las fincas que cultivan en áreas que presentan restricciones ambientales y utilizan pocos recursos tecnológicos y financieros; presentan degradación progresiva de los recursos naturales.

Los caficultores de la región cafetalera de montañas del Espíritu Santo, que pertenecen al sistema convencional han sido objeto de atención especial por las entidades de investigación, extensión rural y organizaciones privadas. Para cambiar esta realidad, el Gobierno ha implantado políticas públicas, a través de programas especiales de entrenamiento y asistencia técnica a los caficultores (Espíritu Santo, 2008, De Muner, et al., 2009). La capacitación ha sido realizada en el uso de tecnologías para el aumento de la productividad y en la cosecha y poscosecha, con el objetivo de adoptar de mejoras en la calidad del producto.

Generalmente, estos caficultores presentan debilidades en la gestión de sus fincas y de las explotaciones cafetaleras, también con poca participación en las organizaciones rurales de sus municipios, especialmente en las cooperativas. Están muy influenciados por los precios del café y reducen los costos con fertilización en períodos de precios bajos. Las ventas de la producción normalmente son para intermediarios locales, no añadiendo ningún valor al producto comercializado (Schmidt, De Muner, Fornazier, 2004).

### **5.2.1.2- El Sistema de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)**

Fueron considerados caficultores de sistema de BPA aquellos agricultores familiares que vienen adoptando las tecnologías apropiadas, recomendadas a la Agricultura Familiar por medio de Programas del INCAPER, Instituto vinculado a la Secretaria de Estado de Agricultura de Espírito Santo (Espíritu Santo, 2008; Incaper, 2009). Los cultivos de café en los sistemas de buenas prácticas agrícolas utilizan racionalmente o sustituyen agroquímicos e insumos externos caros, adecuan ambientalmente los cultivos, utilizando un sistema de producción y de comercialización más justo y

equitativo y disminuyendo los riesgos socio ambientales en la Agricultura Familiar (Schmidt, De Muner, Fornazier, 2004; De Muner et al., 2007).

Las prácticas recomendadas en los sistemas de BPAs deben servir como referencia para decidir en cada etapa del proceso de producción, cuáles son las más sostenibles ambiental, social y económicamente. Se aplican en un conjunto de sistemas de producción pudiendo ser un instrumento de políticas públicas que incorporen aspectos relacionados a la sustentabilidad de la caficultura arábica familiar.

Estos caficultores generalmente reciben asistencia técnica de los órganos públicos o de técnicos de sus cooperativas e incluso de la iniciativa privada. La productividad de los cultivos está en niveles superiores a las medias estatales, por en cima de los 25 sacos por hectárea y la producción por finca alcanza cerca de los 200 sacos.

Las parcelas de cultivo normalmente están localizadas en áreas más adecuadas y en suelos clasificados con aptitud agrícola. En el sistema se orienta la sustitución de agroquímicos e insumos externos caros, por técnicas y productos alternativos para el control de plagas y de enfermedades, así mismo aconseja la adecuación ambiental de los cultivos en suelos apropiados, en búsqueda de la utilización de un sistema de producción y de comercialización más justo para mejorar la conservación ambiental y disminuir los riesgos socio- ambientales para el caficultor y la agricultura familiar (Schmidt, De Muner, Fornazier, 2004; De Muner et al., 2007). Sin embargo, aún predomina el cultivo en sistemas de monocultivo con utilización de la variedad Catuaí.

El uso de fertilizantes, generalmente es precedido de un análisis químico de los suelos y el uso de agroquímicos con acompañamiento de campo del nivel de incidencia de las plagas o de las enfermedades, principalmente a la roya del café (*Hemileia vastatrix*) y el minador de hoja (*Perileucoptera coffeella*). Para el control de la broca-del-café es utilizado técnicas culturales (Fornazier et al., 2001) como la cosecha bien hecha, evitándose de esta manera los focos de las plagas de una campaña a otra.

Los caficultores adoptan más tecnologías de conservación del suelo y agua, controlan la erosión por medio de técnicas del manejo de las yervas, con desbroza, uso de herbicida; de esta forma minimizan la utilización del azadón en los cultivos. La agua residual oriunda del proceso de despulpa del café, material de gran potencial de polución, después del tratamiento, generalmente, es descartada en surcos, o se aprovecha como fertilizantes orgánico, de acuerdo con Matos (2008). En la seca del café se utiliza la leña, proveniente de cultivos forestales, para el calentamiento de las hornallas, como fuente de energía.

Están produciendo parte de sus cafés certificados, con calidad superior alcanzada por medio del uso de tecnologías de cosecha y poscosecha, en la producción del café despulpado denominado “cereza descascado-CD”, alcanzando precios diferenciados en el mercado. Son agricultores que adoptan mejor gestión en las fincas y participan de las organizaciones sociales. El café ha sido comercializado por medio de intermediarios regionales, exportadores o por medio de las cooperativas (Schmidt, De Muner, Fornazier, 2004).

### 5.2.1.3- El sistema orgánico (CO)

En Brasil, la producción ecológica se denomina orgánica con marcos legales establecidos por la Ley 10.831/2003 (Brasil, 2003), estableciendo que los procesos puedan ser implantados por medio de certificaciones efectuadas a través de auditorías. En la certificación del café, no solamente los cultivos son inspeccionados, sino también todo el proceso de beneficio (despulpadoras, beneficiadoras, tostadoras, embaladoras). La certificación del producto orgánico garantiza su origen y calidad, encuadrando el producto en un segmento diferenciado, a través del rótulo, que lo valora y protege de eventual fraude que pueda ser practicado en el mercado.

Fueron considerados solamente aquellos que poseyeron la certificación para el sistema de producción. Solamente el 0,5% de las propiedades son orgánicas y certificadas para café (Schmidt, De Muner, Fornazier, 2004).

Predomina también el cultivo de la variedad Catuaí con alguna asociación de cultivo con árboles esparzas y plátano en sistema de monocultivo, con productividad similar a los sistemas convencionales, entre 10 a 14 sacos por hectárea. Sin embargo, hay agricultores que se destacan y alcanzan productividades por encima de 25 sacos por hectárea, denominados faros agroecológicos. Se observó que la conversión de cafetales se está realizando con escaso apoyo y asesoramiento técnico cualificado en el sistema orgánico. El cambio tecnológico se desarrolla localmente, muchas veces, de forma aislada según las experiencias de los propios caficultores.

Todo manejo es manual con demanda de gran cantidad de mano de obra en las fertilizaciones orgánicas con uso de compost, cáscara del café y estiércol. Son recomendadas técnicas alternativas para el manejo de plagas y enfermedades. Para el manejo de las plantas espontáneas y vegetación nativa se utiliza el desbrozo manual y algunas limpias con azadón. Esta técnica ha sido eficiente para el control de la erosión, además del cultivo en contorno y otras tecnologías que favorecieron la captación del agua de la lluvia.

La producción de café arábico orgánico está siendo comercializada para empresas que proveen sus productos principalmente al mercado externo. Este café también está siendo mezclado con café Conilon orgánico, en los procesos de tostado y molido. Las asociaciones tampoco saben como las empresas definen los valores del producto, apenas aceptando los precios que éstas ofrecen. Las razones para esta realidad son que ellas están en fase de organización para la comercialización. Actualmente las asociaciones detectan poca demanda para el café orgánico en el mercado consumidor, aparte de que es necesario encontrar consumidores que estén dispuestos a pagar un mayor sobreprecio por el café producido de forma orgánica (Oliveira, 2007).

Los caficultores orgánicos poseen una mejor gestión asociativa, con organizaciones sociales consolidadas como la Asociación Capixaba de los Agricultores Orgánicos Familiares de Iúna y Región del Caparaó y Mutum – ACAOFI y el apoyo de la Certificadora de productos orgánicos, Asociación Chão Vivo. El cuadro 5.1, caracteriza el sistema convencional, de buenas prácticas agrícolas y orgánicas, según las tecnologías, manejo empleado y los datos socios-económicos de los sistemas.

**Cuadro 5.1- Características de los sistemas de manejo de los cafetales arábica de la Agricultura Familiar convencional, buenas prácticas y orgánica del Espíritu Santo.**

Determinantes del agroecosistema		Convencional	Orgánico	Buenas prácticas agrícolas
Biofísicas originales		Clima: Tropical de altitud, según Köppen. Precipitación media de 1250 mm. Vegetación original: Foresta atlántica. Altitud: 450-850 metros. Suelo predominante: Latosuelo con baja fertilidad natural.		
Tecnologías y Manejo	Especies manejadas	<i>Coffea arabica</i>	<i>Coffea arabica</i>	<i>Coffea arabica</i>
	Sistema de Cultivo predominante	Variedad Catuaí, con alguna asociación con cultivos temporales	Predominio de la variedad Catuaí, con asociación de cultivo con árbol y plátanos	Variedad Catuaí y el inicio del cultivo de otras variedades mejoradas
	Densidad de cultivo	Menor densidad por hectárea	Densidad intermedia	Mayor densidad por hectárea
	Nivel de mecanización	Bajo	Bajo	Bajo (acentuado en la postcosecha)
	Mano de obra	Familiar	Familiar	Familiar y contratos eventuales (cosecha)
	Fertilización de los cafetales	Química	Compost, abonos y cáscara de café	Predominio de la fertilización química
	Prácticas de conservación de suelo y agua	Cultivo en contorno	Cultivo en contorno, manejo de cobertura y barreras vivas	Cultivo en contorno y manejo de cobertura
	Manejo de plantas espontáneas	Limpias con azadón, desbroza y herbicidas	Manejo de la vegetación nativa con desbrozas y azadón	Predominio del uso de desbrozas y herbicidas
	Manejo (plagas y enfermedades)	Control químico y/o ninguno control	Control alternativo, repaso en la cosecha para control de broca	Monitoreo sistemático y uso del principio del MIP
Socioeconómicas	Características de la producción	Producción familiar intermedia (82 sacos)	Producción media familiar de 45 sacos beneficiados por finca	Mayor producción familiar (192 sacos por finca)
	Área de la finca y el área total de café	17,4 y 7,2 hectáreas	15,8 y 3,5 hectáreas	13,8 y 6,9 hectáreas
	Productividad	12,8 sacos por ha	14,4 sacos por ha	29,7 sacos por ha
	Asociativismo, y comercialización	Bajo nivel de gestión asociativa, ventas para Intermediario local	Mejor gestión, venta para cooperativa, intermediario regional y exportador	Mejor gestión, con venta predominante para cooperativa y/o intermediario
	Tipo del producto	Café común	44% de café cereza descascado (CD)	32% de café cereza descascado (CD)
	Objetivo de la Producción	Obtener ingresos monetarios	Ingresos monetarios y café certificado con diferencial de precio	Obtener ingresos monetarios y diferencial de precio

Fuente: Elaboración propia



La investigación se centró en unidades de producción de los municipios del Estado donde se concentra la caficultura arábica de base familiar, donde se está utilizando buenas prácticas agrícolas, cultivos orgánicos de café y existencia de organizaciones sociales familiares que participan del comercio justo y solidario como la Federación de las Asociaciones Comunitarias de Iúna, incluyendo los municipios de Iúna, Irupi y Ibatiba-FACI, Asociación Capixaba de los Agricultores Orgánicos Familiares de Iúna y Región del Caparaó y Mutum– ACAOFI, Asociación Chão Vivo de Santa Maria de Jetibá, Cooperativa de los Agricultores de Venda Nova de los Imigrantes-PRONOVA, Cooperativa Alternativa de los Agricultores de Brejetuba-COOAABRE y la Asociación Capixaba de los Caficultores Familiares del Caparaó.

Estas y otras organizaciones trabajan con el objetivo de apoyar a los agricultores en los procesos de transición para sistemas más sostenibles, y obtener la certificación fair trade para sus asociados (u otros tipos de certificación). Además de apoyar la producción orgánica del producto y su inserción en la cadena productiva para facilitar la comercialización (Oliveira, 2007).

Actualmente el cultivo de café arábico orgánico certificado y en proceso de transición se produce principalmente en los municipios de Dores do Rio Preto, Ibatiba, Irupi, Iúna, Brejetuba, Santa Maria de Jetibá y Mutum-MG.

La elaboración de la norma brasileña para la Producción Integrada del Café (PIC), es un conjunto de directrices técnicas y utilización de BPAs, con la finalidad de promover la sustentabilidad de la producción del café, que favorece la rastreabilidad de toda la cadena y el desarrollo de una certificación nacional con principios que atienden las exigencias internacionales y de fácil acceso a los pequeños y medios agricultores. Promueve la obtención de un alimento seguro y con mejor calidad, producido dentro de los principios de responsabilidad social y de menor agresión al medio ambiente (Van Raij y Tomaziello, 2003).

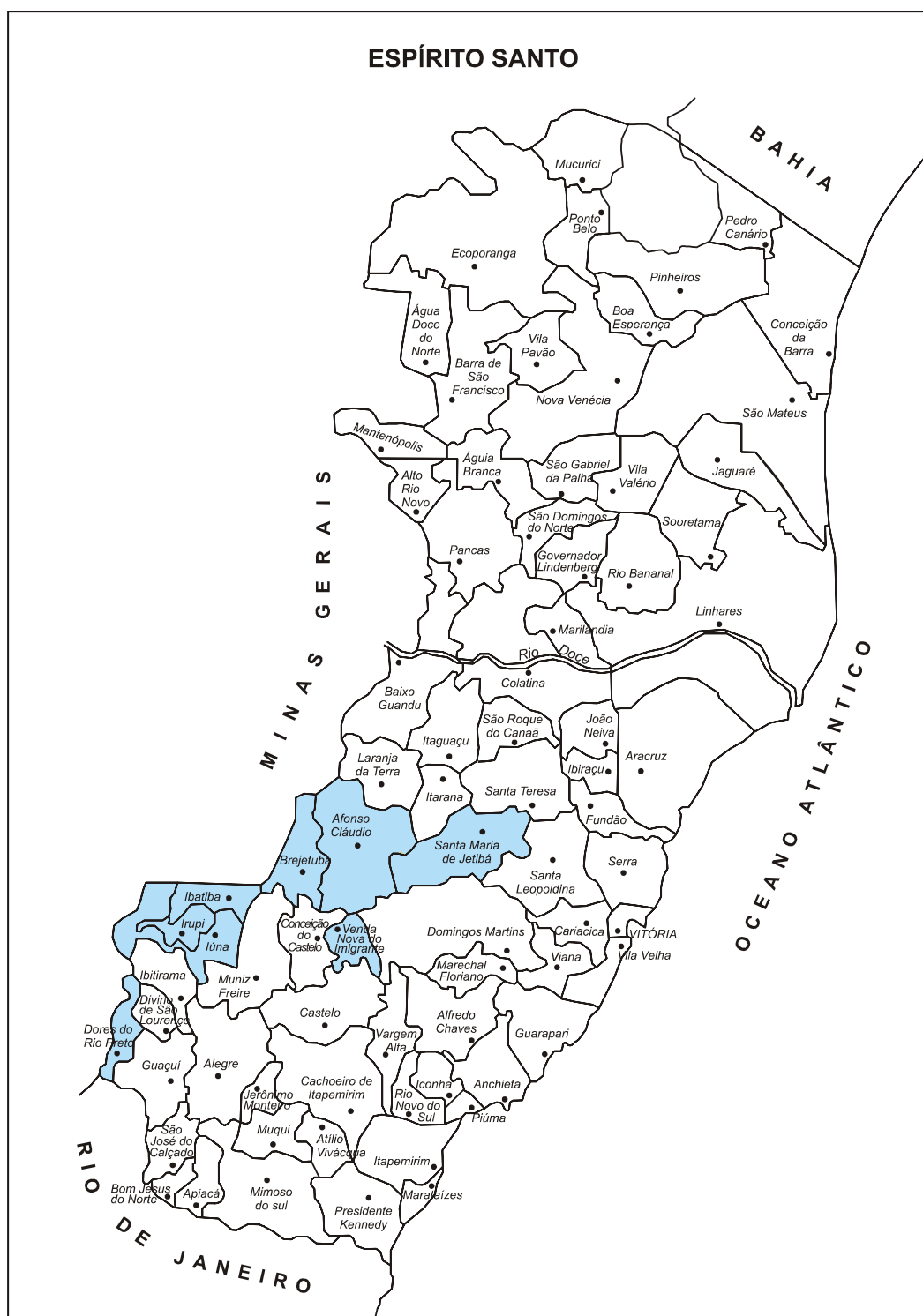
Todavía, estos sistemas se desarrollan muchas veces asociados a la inocuidad alimentaria y establecen bases para trabajar productos de calidad para la exportación.

#### **5.1.2.4- Obtención de las informaciones**

El trabajo fue conducido en la región Suroeste y Caparaó, definida por Schmidt, *et al.* (2004), como una de las mayores áreas productoras de café arábica en el Espírito Santo. Esta región está ubicada en tierras con temperaturas medias entre las mínimas de 9,5 y 12° C y media de entre las máximas de los meses más calurosos de 28 y 31° C, con un número de meses secos variando entre 0 a 4,5 y una precipitación bien distribuida, comprendiendo regiones montañosas altas y medianas (Feitoza *et al.*, 2010), con coordenadas 19° 30´ a 21° 15´ latitud S y 40° 30´ a 42° 00´ longitud W, con altitudes entre 450 y 850 msnm (INCAPER, 2010).

Las fincas cafetaleras mostradas se situaban en los municipios de Afonso Cláudio, Brejetuba, Dores do Rio Preto, Iúna, Ibatiba, Irupi, Venda Nova do Imigrante y Santa Maria de Jetibá, la cual se concentra toda la caficultura arábica orgánica certificada del Estado. A continuación se puede observar el Mapa del Brasil y localización

geográfica del Espírito Santo y donde fue realizada la investigación en los municipios típicos de la caficultura familiar de Espírito Santo (figura 5.2).



**Figura 5.2- Localización geográfica de los municipios del Espírito Santo.**

A partir de la población de las fincas cafetaleras orgánicas se definieron las muestras en los sistemas de cultivo BPA y Convencional. Se definieron como población muestra para los sistemas de cultivo Buenas Prácticas Agrícolas y Convencional, unidades de producción que cumplan los criterios que se discriminan de la siguiente forma: a - bajo condiciones similares edafoclimáticas de la producción

orgánica, con vecindad a la Finca, b - que cumpla con los datos de producción promedios del estado basados en el Espíritu Santo (2008)<sup>14</sup>, c - que cumpla con las características propias del sistema de producción de BPAs (Incapar, 2009)<sup>15</sup> y Convencional, d - cumplir con las condiciones definidas en la Ley de la Agricultura Familiar<sup>16</sup> y definidas en Schmidt, De Muner, Fornazier (2004).

Se han recogido encuestas en 47 fincas de base familiar: 11 fincas son de cultivo orgánico certificado, 20 de los sistemas BPAs y 16 corresponden a agricultores convencionales. Fueron muestreados el 100% de los caficultores orgánicos que habían superado los tres años de conversión (todas las explotaciones orgánicas tienen, al menos, tres años de antigüedad<sup>17</sup>).

Así fueron elegidos agricultores convencionales y de BPAs cercanos a los orgánicos, en la zona cafetalera de montaña, evitándose el sesgo que podía introducir la tendencia a concentrar la producción orgánica en las zonas de menor potencial productivo, en regiones o suelos de mejor fertilidad natural y cafetales en situación de plena producción (>3 años).

De esta manera, fueron seleccionadas explotaciones que representan medias generales de la caficultura capixaba y de los diferentes sistemas de producción existentes que fueron evaluados.

La determinación de los tres sistemas de producción se basó en el concepto utilizado por Mello et al. (1989), que define sistema de producción como el conjunto de manejo, práctica o técnica agrícola realizada en la conducción de una actividad de manera más o menos homogénea, por grupos representativos de productores rurales. Fueron considerados cafetales productivos aquellos que estaban en situación de plena producción, con árboles de más de 4 años.

La recogida de datos de campo se realizó en el periodo de enero de 2008 a marzo de 2010. Las informaciones primarias de las técnicas de cultivo empleadas se obtuvieron mediante entrevistas a caficultores implicados, mediante las cuales se han recogido la contabilidad del cultivo y la descripción de las técnicas agrícolas aplicadas a lo largo del año, cuantificándolas para su posterior valoración. Los

---

<sup>14</sup> Espírito Santo (2008) es el Plan Estratégico de Desarrollo de la Agricultura Capixaba definido hasta el año de 2025. Las principales estrategias para el café arábica del Espírito Santo son elevar la productividad de las actuales 10,9 para 22,8 sacos por hectárea, mejorando la calidad de los cafés de montaña; promover la certificación de la producción ([www.seag.es.gov.br/pedeag/index.html](http://www.seag.es.gov.br/pedeag/index.html)).

<sup>15</sup> Las buenas prácticas agrícolas descritas por el Incaper, 2009, recomiendan nuevas variedades resistentes a la plagas y enfermedades, uso de mudas certificadas, espaciamiento para plantíos más adensados, uso del calcáreo y de la nutrición basadas en los análisis de suelo, el correcto manejo de las yerbas, manejo de prácticas de conservación del suelo y de las aguas, uso de la poda de producción y renovación de los cultivos, el adecuado monitoreo de plagas y enfermedades para el su manejo integrado y uso de adecuados sistemas de cosecha y poscosecha para la mejoría de la calidad del café. A demás de las tecnologías de proceso de gestión de las fincas y de las organizaciones rurales para mejorar la administración y la comercialización del café.

<sup>16</sup> LEY Nº 11.326, DE 24 DE JULHO DE 2006. Establece sobre las directrices para formulación de la Política Nacional de la Agricultura Familiar y Emprendimientos Familiares Rurales. (Consultado en [www.mda.gov.br/saf](http://www.mda.gov.br/saf) el día 23 de octubre de 2008).

<sup>17</sup> Se considera la hipótesis de que durante ese período de transición estos caficultores han adquirido conocimientos y, en consecuencia, han ajustado con una cierta estabilidad las técnicas de cultivo ecológico (dosis de abonado, control de plagas y enfermedades, entre otras), de manera equiparable a la estabilidad de las técnicas convencionales.

trabajos de campo y encuestas fueron realizadas con la colaboración de los extensionistas locales del Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica y Extensão Rural - INCAPER y el apoyo de las organizaciones sociales de los municipios.

### **5.2.2- Paso 2. Puntos Críticos por atributos de sustentabilidad**

De acuerdo con el MESMIS (Matera et al., 1999), se identificaron los sistemas de manejo estudiados, comparados y la siguiente etapa fue la identificación de los puntos críticos de cada uno de estos sistemas, a través de 7 atributos generales de la sustentabilidad, a saber: productividad, equidad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad y autogestión: y a partir de ellos, elaboró una lista de indicadores. Cada indicador puede corresponder a una o más áreas de evaluación (social, económica y técnico-ambiental).

Se pueden definir los puntos críticos de un sistema de manejo de recursos naturales como aquellos aspectos que tienen una influencia importante sobre la sustentabilidad del sistema de producción de café. En el caso del manejo de sistemas amplios y complejos como los de café arábica de la Agricultura Familiar de Espírito Santo, son muchos los aspectos involucrados, por lo que resultó necesario hacer, además de estos levantamientos secundarios y bibliográficos, levantamientos primarios a través de diagnóstico rápido participativo y reuniones con representantes de organizaciones sociales de la región cafetalera (Anexo 10.4).

Se establecieron los puntos fuertes y los débiles así como se sugirieron las soluciones para las causas de los problemas con los agricultores en las comunidades cafetaleras de referencia de la agricultura familiar, como la Federación de las Asociaciones Comunitárias de Lúna, incluyendo los municipios de Lúna, Irupi y Ibatiba-FACI, Asociación Capixaba de los Agricultores Orgánicos Familiares de Lúna y Región del Caparaó y Mutum– ACAOFI, Asociación Chão Vivo de Santa Maria de Jetibá, Cooperativa de los Agricultores de Venda Nova de los Inmigrantes-PRONOVA, Cooperativa Alternativa de los Agricultores de Brejetuba-COOAABRE y la Asociación Capixaba de los Caficultores Familiares del Caparaó.

En este diagnóstico más amplio, estuvieron participando el representante del Programa Estadual de la Agricultura Familiar, Federación de los Trabajadores de la Agricultura-FETAES, Sindicatos de los Trabajadores, extensionistas agrícolas, investigadores del Incaper con visión multidisciplinar.

En el caso de la caficultura familiar de Arábica, los principales puntos críticos detectados están relacionados con la dependencia, prácticamente exclusiva, de los rendimientos económicos de la actividad cafetalera, debido al monocultivo del café, con poca vegetación natural y agrobiodiversidad, colocando en riesgo incluso la seguridad alimentaria de las familias. A continuación, se relacionan los principales puntos críticos, debilidades o limitadores, en el ámbito de la producción, instalación y manejo del cultivo.

- Problemas de erosión, con pérdida de agua y de fertilidad del suelo.
- Monocultivo del café catuaí y dependencia económica del producto.

- Manejo inadecuado de la fertilidad del suelo, de la nutrición de los cafetales, de la materia orgánica, poca disponibilidad de estiércol y de los abonos orgánicos en las fincas.
- Incidencia de plagas y enfermedades en el cafetal principalmente de cigarra de las raíces, broca-del-café y roya.
- Baja productividad, reducción de la producción de un año para el otro.
- Uso intensivo de agroquímicos, generando problemas ambientales, de salud e riesgos de intoxicación por agrotóxicos para los trabajadores.
- Alto coste de producción debido a mano de obra y uso de recursos externos como los agroquímicos y combustibles. (Poca disponibilidad de abono orgánico en las fincas e integración ganadería-agricultura).
- Requerimiento de mayor cantidad de jornales en las fincas familiares (disponibilidad insuficiente de mano de obra en la zona).
- Poco control de los costes de producción y acompañamiento gerencial de la actividad.
- Debilidades en los procesos organizativos, de gestión de asociaciones y cooperativas y en la comercialización de café, con menor participación de los agricultores en las organizaciones sociales y asambleas.
- Deterioro de la vegetación natural, necesidad de adecuar las legislaciones ambientales y laborales para que consideren la dimensión de la sustentabilidad.
- Pocas iniciativas y opciones de comercio alternativo, para el café orgánico familiar, generando desmotivación entre los agricultores orgánicos (Poca diferencia del precio del cafés certificados).
- Alto coste de la certificación del café asumidos por las propias familias productoras.
- Cosecha con gran índice de café verde, seca, procesamiento y almacenamiento inadecuado en la propiedad.
- Bajo nivel de aplicación y/o poca disponibilidad de tecnologías agronómicas basadas en los principios de la sustentabilidad. Asistencia técnica insuficiente para capacitación en temas de la sustentabilidad (ATER pública).

Con relación al ámbito de la comercialización de la producción, torrefacto y exportación se observó inestabilidad de los precios, poca valorización de los cafés de calidad superior y orgánicos por los intermediarios, baja capacidad gerencial del productor y de los dirigentes de cooperativas, baja calidad del café ofertado, desproporcionalidad de los precios percibidos por el productor y aquel pagado por el consumidor, y por último, desconocimiento del padrón del café (tipo y bebida) por el caficultor.

En el ámbito de la industria de la torrefacción y molienda, las agroindustrias artesanales rurales necesitan adecuarse a la legislación y no tienen acceso al mercado de cafés de calidad superior por falta de volumen de comercialización y falta de cultura exportadora de las pequeñas empresas.

Por otro lado, en el análisis de los segmentos de la cadena productiva de la caficultura familiar, fueron identificados muchos puntos críticos positivos, que contribuyen para mejorar el desarrollo de la caficultura familiar. En ámbito de la producción fueron la existencia de una agricultura de base familiar predominante, cosecha única y no selectiva, estructura agraria compuesta por pequeñas propiedades, aptitud edafoclimática adecuada para el cultivo del café arábica, sistema de aparcería agrícola en la producción del café, certificadora de productos orgánicos presente y actuante en el Estado, existencia de una red de organizaciones y cooperativas de caficultores en el Estado y existencia de crédito rural para inversión.

En el ámbito del comercio y de la industria y en el de la exportación, como puntos críticos positivos se observa que el café es un producto de buena liquidez (se vende fácilmente, en época de precios altos o bajos), hay un creciente mercado nacional e internacional para café orgánico y certificado, mercados nacional e internacional de cafés finos en expansión y buena logística y proximidad a puertos para exportación.

En este trabajo, los indicadores propuestos se basaron en el Plano Estratégico de Desarrollo de la Agricultura del Espíritu Santo – PEDEAG, (Pedeag, 2003; Espirito Santo, 2008) realizado mediante la consulta a los caficultores, cooperativas, representantes de todos los segmentos de la cadena productiva de café y diversas fuentes secundarias disponibles. Sobre todo, con la participación efectiva de organizaciones sociales y caficultores involucrados directamente en este trabajo de investigación (Anexo 10.4).

A continuación se resumen los puntos críticos de los sistemas de manejo relacionados con los diferentes atributos que determinan la sustentabilidad (tabla 5.1).

**Tabla 5.1- Principales debilidades (puntos críticos) que inciden sobre la sustentabilidad del sistema de manejo de referencia, relacionados con los atributos de sustentabilidad.**

Atributo	Principales debilidades del sistema
Productividad	Baja productividad del café con inestabilidad de producción (bianualidad)
	Alto coste de producción, principalmente debido a los agroquímicos y combustibles, bajos precios y con poca opción del mercado alternativo
	Calidad inferior del café debido el manejo inadecuado de cosecha y post-cosecha
	Alto coste de la certificación y asumidos por las propias familias productoras y bajos precios del café
Estabilidad, Resiliencia y Confiabilidad	Monocultivo de la variedad Catuaí
	Poca diversidad de cultivo de especies útiles
	Deterioro del bosque y poca vegetación natural
	Prejuicios con plagas y enfermedades, principalmente la roya del café
	Problemas de erosión, con pérdida de agua y de fertilidad del suelo
	Manejo inadecuado de la fertilidad, de la nutrición del cafetal y de materia orgánica del suelo
	Uso inadecuado de pesticidas, generando problemas socioambientales
	Dependencia económica del café
	Poca disponibilidad de abono orgánico y fertilización inadecuada
	Falta de participación de los caficultores en las organizaciones sociales
Adaptabilidad	Bajo nivel de aplicación y/o poca disponibilidad de tecnologías agronómicas basadas en los principios de la sustentabilidad
Equidad	Requerimiento de mayor cantidad de jornales familiares
	Poca integración en los procesos productivos y en la toma de decisiones
Autogestión	Debilidades en el acompañamiento gerencial de la actividad cafetalera
	Alto coste de producción debido al uso de recursos externos
	Adquisición de alimentos externos a la finca

### 5.2.3- Paso 3. Selección de los indicadores de sostenibilidad

Aquí se determinaron los criterios de diagnósticos que cubren el punto anterior y se derivaron los indicadores para llevar a cabo la evaluación. Los indicadores elegidos presentan un carácter diverso cubriendo aspectos económicos, sociales y ecológicos. Fueron aquellos que más se ajustaron a la problemática detectada y más fáciles de evaluar y monitorear en las condiciones de las regiones cafetaleras que serán evaluadas en Espíritu Santo.

En cada área de evaluación se definieron criterios de diagnóstico e indicadores, asegurando una relación clara entre los indicadores y los atributos de sustentabilidad del agroecosistema. De este procedimiento surge una lista de 21 indicadores estratégicos para evaluación de la sustentabilidad relacionados con los atributos se presentan en el Cuadro 5.2.

**Cuadro 5.2 – Relación entre los atributos, los puntos críticos, los criterios de diagnóstico y los indicadores estratégicos para la evaluación de la sustentabilidad.**

Atributo	Puntos Críticos	Criterios de diagnóstico	Indicadores estratégicos
Productividad	Bajos rendimientos	Eficiencia	1- Rendimiento físico
	Calidad inferior del café	Calidad	2- Calidad del producto
	Bajos precios del café y alto coste de producción	Eficiencia	3- Beneficio (balance económico)
	Alto coste energético		4- Relación energía saliente/ energía entrante
Estabilidad, Resiliencia y Confiabilidad	Uso de única variedad	Biodiversidad vegetal	5- Diversidad genética del café
	Poca diversidad de cultivo de especies útiles asociadas		6- Nº de especies útiles y alimentarias que se manejan
	Deterioro del bosque y poca vegetación natural		7- Vegetación natural circundante
	Poca diversificación de cultivos		8- Grado de diversificación de los cultivos
	Prejuicios con plagas y enfermedades	Vulnerabilidad ambiental y conservación de recursos	9- Sanidad de los cultivos (Incidencia de plagas)
	Degradación del suelo		10- Conservación del suelo y agua
	Manejo inadecuado de la materia orgánica		11- Nivel de aporte y manejo de la materia orgánica
	Nutrición y fertilización inadecuada de los cultivos de café		12- Disponibilidad de nutrientes y manejo de la fertilidad del suelo
	Uso inadecuado de pesticidas		13- Preservación de contaminación
	Dependencia económica del café	Vulnerabilidad económica	14- Diversificación de la renta (% de ingreso por otras actividades)
	Poca disponibilidad y uso del abono orgánico		15- Disponibilidad y uso de insumos orgánicos
	Falta de participación de los caficultores en las organizaciones sociales	Vulnerabilidad social y participación	16- Nivel de afiliación y frecuencia de los caficultores en las reuniones y asambleas
Adaptabilidad	Bajo nivel de innovación y de aplicación de tecnologías apropiadas (bajo costo y insumos)	Capacidad de cambio e innovación	17- Capacidad de adopción de innovaciones con tecnologías apropiadas de bajo insumo
Equidad	Generación de empleo y disponibilidad de mano de obra	Generación de empleo y participación	18- Demanda de fuerza de trabajo
	Poca Integración en los procesos productivos, toma de decisiones		19- Integración familiar y en la toma de decisiones
Autogestión	Baja nivel de capacitación	Capacitación	20- Nivel de capacitación
	Gestión deficiente de las fincas	Autogestión	21- Nivel de gestión
	Dependencia de insumos externos	Autosuficiencia	22- Grado de uso interno de insumos
	Dependencia de financiación (dependencia financiera externa)		23- Eficiencia de la utilización del préstamo bancario
	Dependencia alimentaria externa a la finca		24- Fracción del alimento familiar producidos en la propia finca (%)

A continuación se resumen los indicadores estratégicos, métodos de medición y área respectiva de evaluación de los sistemas (Cuadro 5.3).



**Cuadro 5.3- Indicadores de sustentabilidad de los agrosistemas de la caficultura arábica familiar, unidades, métodos de medición y área de evaluación.**

Indicadores estratégicos	Unidades de medida	Métodos de medición	Área de evaluación
1- Rendimiento físico	Kg/ha	1, 3	E, A
2- Calidad del producto	Número	3, 5	E
3- Beneficio (balance económico)	R\$/ha, Número	1, 2	E
4- Relación energía saliente/ energía entrante	MJ/ha	1	A, E
5- Diversidad genética del café	Número	1, 2, 3	A
6- N° de especies útiles que se manejan	Número	1, 2	A
7- Vegetación natural circundante	Número	1, 2, 3	A
8- Grado de diversificación de los cultivos	%	1, 2	E, A
9- Sanidad de los cultivos	%	3, 5	A
10- Conservación del suelo (riesgo de erosión)	Número	1, 2	A
11- Nivel del manejo de la materia orgánica	Número	1, 2, 5	A
12- Disponibilidad de nutrientes y manejo de la fertilidad del suelo	Número, %	3, 4, 5	E, A
13- Preservación ambiental de la contaminación por pesticidas (riesgo de contaminación)	Número	1, 2	A
14- Diversificación de la renta agropecuaria	%	1, 2	E
15- Disponibilidad y uso de insumos orgánicos	Número	1, 2	E
16- Nivel de afiliación y frecuencia de los caficultores en las reuniones y asambleas	%	1, 2	S
17- Capacidad de adopción de innovaciones con tecnologías apropiadas	%	1, 2	S, E
18- Demanda de fuerza de trabajo	Jornales/ha	1, 2	S
19- Integración familiar en los procesos productivos y en la toma de decisiones	Número, %	1, 2	S
20- Nivel de capacitación	Número, %	1, 2	S, E
21- Nivel de gestión	Número, %	1, 2	E, S
22- Grado de uso interno de insumos (dependencia de insumos externos)	R\$/ha/unidad	1, 2	E, A, S
23- Eficiencia de la utilización del préstamo bancario (valor de la financiación/productividad)	R\$/ha/unidad	1, 2	E, S, A
24- Fracción del alimento familiar producidos en la propia finca (dependencia externa de alimentos)	%	1, 2	S, E

Métodos de medición: 1- entrevista, 2- encuesta, 3- muestreo de campo, 4- datos bibliográficos, 5- análisis de laboratorio. Áreas de Evaluación: A- ambiental; E- económica; S- social.

#### **5.2.4- Paso 4. Métodos de medición y monitoreo de los indicadores**

Esta etapa incluye el diseño de los instrumentos de evaluación para la obtención de la información deseada. Para cada indicador seleccionado debe procederse a la determinación del mecanismo de medición más adecuado. Estos mecanismos varían en función del nivel de análisis de referencia. Los indicadores finales resultantes en cada sistema productivo tienen un carácter relativo que se ajusta a una escala.

Como norma general se pueden presentar dos o más circunstancias básicas en función de que existan o no valores de referencia en los criterios de diagnóstico: si aquellos no existen, al mayor de los valores resultantes en cada sistema se le asigna el valor 100 y el menor se obtiene como porcentaje del valor absoluto de éste. Si, por el contrario, existe un valor de referencia se toman los porcentajes relativos al mismo en cada sistema (Alonso & Guzmán, 2006).

También se construyeron indicadores de sustentabilidad compuestos, estandarizados y ajustados a una escala de grados crecientes de sustentabilidad, por medio del agrupamiento de subindicadores ponderados de acuerdo con su importancia que permitieron evaluar la sustentabilidad.

En la estandarización de los indicadores, uno de los problemas que se suscita es la interpretación de los resultados de los mismos, cuando se analizan distintas variables o subindicadores expresados en unidades diferentes. Para evitar estas dificultades, se desarrolló para cada indicador una escala variando de 20 hasta cien, (20, 40, 60, 80 y 100). En esta escala el valor 20 es el menos sustentable y el valor 100 el más sustentable. Todos los valores, independientemente de su unidad original, se transformaron o adecuaron a estas escalas. De manera de que todos los valores posibles de obtener, para cada indicador, estuvieron contemplados en las escalas.

En la ponderación, tanto para la construcción de los indicadores como para la interpretación de los mismos, resulta un paso fundamental e inevitable. La posibilidad de integración de los valores de varios indicadores exige la ponderación de los mismos. Para esto es necesario comprender la función de cada subindicador sobre la sustentabilidad del sistema. Si los indicadores no se ponderan se está considerando que todos tienen el mismo peso relativo. La ponderación es un coeficiente por el cual se multiplica tanto el valor de los subindicadores, como de los indicadores para construir indicadores de mayor nivel o índices. La ponderación se realizó por consenso, con la participación de agricultores con mayor experiencia en el manejo del café y por medio de consultas a expertos en el manejo de la caficultura arábica familiar de Montañas del Estado de Espírito Santo (Gayoso y Iroumé, 1991; Sarandón, 2002).

A continuación se hace una descripción de los criterios de diagnóstico y los métodos de cálculo de los indicadores. El trabajo incluyó entrevistas abiertas a los agricultores, directivos de las organizaciones sociales, revisiones bibliográficas, entrevistas y otras mediciones en campo de los indicadores de sostenibilidad seleccionados.

## **Productividad**

La productividad se define como el producto obtenido por unidad de recurso empleado. En este caso se van a calcular indicadores relativos a la productividad física, la calidad del producto, el beneficio económico y la eficiencia energética.

**1- Rendimiento físico de la productividad:** el indicador elegido para calcular la productividad física del cafetal de los sistemas de producción es el que mide los kilogramos beneficiados de café de 60 kg producidos por hectárea (kg/ha). Este indicador fue obtenido a través de entrevistas con los caficultores sobre los sacos beneficiados, producidos durante las campañas 2006, 2007, 2008 y 2009. Esta serie temporal permite compensar posibles incorrecciones derivadas de la producción bianual del café. La comparación de las medias de estas campañas y la obtención de la media general, se comparó a través del programa de análisis estadístico.

El nivel de referencia del indicador se construyó en base a la productividad media histórica del café arábico en las montañas del Estado que corresponde a la productividad media de 600 a 840 kg por hectárea (Incaper, 2009).

Otra referencia se tomó en base al programa “Renovar Arábica” conducido por el Gobierno del Estado, por medio del Instituto Capixaba de Investigación, Asistencia Técnica y Extensión Rural - INCAPER, desde octubre de 2008. Tiene como objetivo principal incentivar el aumento de la productividad del café, con una meta establecida de 22 sacos beneficiados por hectárea (1320 kg/ha), por medio de la utilización de tecnologías disponibles por los agricultores familiares. Ante estos antecedentes, fue considerada la productividad de café en fincas de base familiar, como referencia o en el nivel deseable, cuando la misma ha sido igual o superior a los 1800 kg por hectárea, en las regiones de montañas.

## **2- Calidad del producto:**

De acuerdo con la norma brasileña y resolución nº 12.178 que fija padrones de calidades y de identificación, el café fue clasificado por el tipo, a través de métodos físicos y por bebida, por medio de métodos sensoriales (Chalfon et al., 1992). El café clasificado puede tener tipos que van de 2 a 8, de acuerdo con los defectos presentes en las muestras. La bebida fue evaluada por medio de la cata analizando las características organolépticas, a saber: el grado de acidez, aroma y cuerpo, determinando la impresión global de la muestra. La calidad del café y los defectos son causados principalmente por el mal manejo del proceso de beneficio y secado, por el ataque de las plagas y enfermedades y por la deficiencia de nutrientes.

Actualmente, se ha puesto mucho énfasis en los aspectos cualitativos de la producción de cafés, surgiendo inclusive la denominación “cafés especiales”, cafés con marcas de origen como el “cafés de las montañas del Espíritu Santo”, pero basado siempre en una calidad superior, en la taza. Esto refleja en el presente escenario competitivo del mercado nacional e internacional del café, donde no basta producir en cantidad, sin tener en consideración las características de la bebida del café (cuerpo, acidez, amargor, astringencia, entre otras) a demás de los aspectos sociales y ambientales.

Parte de estas características son intrínsecas del propio café, pero otras son alteradas a partir de la cosecha y poscosecha. En este sentido se destaca las operaciones de la preparación y la seca del café. La preparación del café puede ser hecha por vía seca, donde los frutos son secados sin la remoción de la pulpa (mesocarpo), o por vía húmeda, donde la cáscara es removida por descascadores mecánicos (Fonseca et al, 2007). Posteriormente los granos deben ser secados en patios o en secadores mecánicos, que utilizan hornos de fuego directo o indirecto, siendo esta última la más indicada (De Muner, et al, 2003).

Los parámetros de calidad del café fueron medidos con muestras representativas del café almacenado en las fincas, tanto del tipo orgánico como del convencional y de buenas prácticas. Se pesaron los granos de café en bruto (seco, con humedad en torno al 12%), o café en pergamino, eliminándose la cáscara o el cascabillo y se obtuvo el café oro o café verde.

Standardización de los subindicadores: la escala se construyó en base a la clasificación de las muestras de café para el tipo y la bebida especificados en las tablas inferiores, porque reflejan directamente el manejo adoptado y tecnologías empleadas por el caficultor, principalmente en los períodos de recolección, secado y beneficio para la producción de café de calidad superior (Tabla 5.2).

Para el indicador **Calidad del Café** fueron construidos dos subindicadores. El de calidad por tipo fue calculado por medio de los defectos en la clasificación de la muestra del café; con el número de defectos se calculó el valor de estandarización fraccionado. El subindicador Calidad de la bebida fue obtenido por la degustación de las muestras, evidenciado por la jerarquía de valores (Tabla 5.2). Se otorgó la ponderación 1 (uno) para los dos subindicadores, por ser considerados complementarios y necesarios en el análisis de la calidad del café arábico en todos los mercados de café.

$$ICC = (CET + CEB)/2,$$

donde: ICC = Indicador calidad del café; CET = calidad evaluada por el tipo del café; CEB = calidad evaluada por la bebida del café

**Tabla 5.2- Escala estandarizada para el indicador “Calidad del Café”.**

Subindicadores	Valor de la estandarización	Parámetros para la transformación
		Características de la calidad del café por tipo o por defectos físicos
Calidad evaluada Por el tipo	100	Hasta 46 defectos ( Tipo 2, 3 y 4)
	80	De 46 a 86 defectos (Tipo 5, 5/6)
	60	De 86 a 160 defectos (Tipo 6 y 6/7)
	40	De 160 a 220 defectos (Tipo 7)
	20	Encima de 220 hasta 360 defectos (Tipo 7/8 y 8)
		Características de la calidad del café en la taza
Calidad evaluada Por la bebida	100	Bebida estrictamente Mole, Mole y apenas Mole.
	80	100% de las muestras clasificadas como bebida Dura.
	60	Bebida clasificada como Dura/Riada.
	40	Predominancia de bebida Riada
	20	Bebida Riada/Rio y Río Zona

**3- Beneficio/costes:** el beneficio económico (R\$/ha) de los tres sistemas de manejo se obtuvo a partir de la diferencia entre los ingresos y los costes de producción. Los ingresos son los debidos a la venta de la producción, correspondiendo el importe total recibido por el caficultor al producto cosechado y vendido. Los ingresos debidos a la producción de café se obtienen multiplicando la cantidad entregada por la liquidación. El primer factor depende únicamente del café cosechado en la explotación. En el caso de la liquidación, la cantidad varía según la calidad del café.

Para la obtención de la información económica (aunque también de la información técnica e información básica para el cálculo de indicadores energéticos), se utilizaron las entrevistas semiestructuradas, que, entre otras ventajas, permitieron obtener información muy amplia, no requiriendo ceñirse a una serie de alternativas cerradas a cada pregunta planteada.

Los costos se han hallado como media de las 2 campañas analizadas: 2007/2008 y 2008/2009.

Los costes fueron los referentes a:

Costes de maquinaria: se dividen en costes fijos y costes variables. La suma de los dos anteriores nos dará el coste horario de la maquinaria.

Alquiler de la maquinaria: para aquellos caficultores que no tienen maquinaria propia y contrataron las tareas del campo o procesamiento o beneficio del producto.

Coste de la mano de obra: según se trate de mano de obra fija o mano de obra eventual y la tarea que desempeñe en el cafetal. Normalmente la mano de obra es familiar y contrata eventualmente trabajadores en la recolección (cuando es necesario).

Costes de fertilización y tratamientos fitosanitarios: el coste y la dosis de los productos son los facilitados por los agricultores por ocasión de las entrevistas, o en las casas comerciales en las que se venden.

Para el cálculo de los costes se han seguido las metodologías aportadas por diversos autores (Gil y col., 1992; Alonso, 2009), metodologías referentes a la maquinaria, mano de obra, fertilización y a tratamientos fitosanitarios.

A partir de las entrevistas realizadas y de los datos aportados por los agricultores se habrán de calcular los ingresos y costes y, en consecuencia, el beneficio económico asociado al sistema de CC, CO y BPA. Los costes incluyen la maquinaria, la mano de obra, la fertilización, los tratamientos fitosanitarios y otros.

El procedimiento para obtener la información se realizó por medio de entrevistas directas al agricultor, cuyo requisito indispensable fue que trabajase en el cafetal, o fuese aparcerero, aunque no fuese el propietario de la explotación, ya que el principal objetivo era obtener información sobre el manejo de este cultivo. La realización en campo de las entrevistas fue apoyada por cuestionarios elaborados tras la consulta de diversas fuentes bibliográficas existentes sobre el café (para sus diversas formas de manejo y sistemas de producción).

A partir de las entrevistas realizadas y de los datos aportados se han calculado los ingresos y los costes, siendo obtenido el beneficio económico asociado al CC, CO y BPA. Para la construcción de este indicador, se otorgó el mayor promedio resultante del beneficio, por hectárea, de los sistemas con el valor 100, siendo el de los otros sistemas el porcentaje sobre el valor del primero.

## **Eficiencia Energética**

### **4- Relación energía saliente/energía fósil entrante**

El *balance energético* se ha realizado convirtiendo en mega-julios (MJ) tanto los insumos descritos de los cultivos, como los productos obtenidos. Ante diferentes valores energéticos de un mismo producto, siempre se ha adoptado la postura más conservadora eligiendo el valor más bajo. Las energías utilizadas han sido las siguientes:

#### **Como insumos:**

En principio la **energía solar** no se contabilizó como entrada, ya que es renovable e inagotable a escala humana, y no se puede intervenir directamente.

La **energía humana** aplicada al proceso productivo tiene una difícil valoración: si se considera como la energía consumida en los bienes y servicios que necesita el agricultor para realizar los trabajos agrarios, tendría un componente socio-cultural, ya que las necesidades de un caficultor brasileño, un colombiano o mexicano u otro africano o asiático son culturalmente diferentes, con "necesidades" bien distintas, lo cual complica en gran medida el cálculo.

El valor energético para la mano de obra en labores en la caficultura fue obtenido por estimación basándose en el valor medio de esfuerzo humano de 10 MJ.día<sup>-1</sup> (1,25 MJ. hora<sup>-1</sup>) (Gliessman, 2002; Ferraro Júnior, 1999; Souza, 2008). Los valores energéticos varían entre 6,25 y 16,6 MJ.jornal<sup>-1</sup>, dependiendo de la duración e intensidad del trabajo. Los gastos energético estimados para un jornal medio de 8 horas de trabajo diario de una persona adulta del sexo masculino fueron: para trabajo de tractorista, motorista, seca del café, fertilización química, aplicación de calcáreo, fertilización mineral de cobertura (6,25 MJ); manejo de leguminosa, despulpa y beneficio (8,3MJ); pulverizaciones, poda, cosecha manual del café, transporte interno de la producción y almacenamiento (10 MJ); desbroza manual y motorizada (12,5 MJ); manejo y distribución de Compost y cáscara de café, fertilización cobertura orgánica, aplicación de biofertilizante líquido, corte y trituración de forraje (15 MJ); Limpias con azadón (16,6 MJ).

**Fertilizantes químicos:** El valor energético de los fertilizantes químicos y minerales incluye el gasto energético, en función de los nutrientes aportados. Para los macronutrientes principales los valores energéticos medios utilizados son los aportados por Audsley et al. (1997): 45 MJ kg<sup>-1</sup> de N, 12,8 MJ kg<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 4,15 MJ kg<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub> O. En el caso de la urea señala un valor energético de 63 MJ kg<sup>-1</sup>.

En el caso de los macronutrientes secundarios y micronutrientes se tomaron los valores propuestos por Fluck (1992): en el primer grupo, 1 MJ kg<sup>-1</sup> de CaO y MgO, y 3 MJ kg<sup>-1</sup> de S; y en el segundo, 18,2 MJ kg<sup>-1</sup> en boro, 6,9 MJ kg<sup>-1</sup> en zinc y 12,5 MJ kg<sup>-1</sup> (un valor medio de ambos) para el resto. En aquellas formulaciones que no incluyan ninguno de estos nutrientes (extractos vegetales, estimuladores del

crecimiento...) se ha considerado el valor energético de 0,55 MJ kg<sup>-1</sup> que propone Fluck (1992) para las soluciones líquidas.

Souza (2006) propone, 0,46 MJ kg<sup>-1</sup> (112 Kcal kg<sup>-1</sup>) de ceniza vegetal con 7% k<sub>2</sub> O, 0,054 MJ L<sup>-1</sup> (13 Kcal L<sup>-1</sup>) de biofertilizante líquido, 5,38 MJ Kg<sup>-1</sup> (1291 Kcal Kg<sup>-1</sup>) de FTE – micro nutrientes, 0,08 MJ L<sup>-1</sup> (19 Kcal L<sup>-1</sup>) de calda bordelesa; según Ferraro Júnior (1999), 0,625 MJ Kg<sup>-1</sup> (150 kcal Kg<sup>-1</sup>) de fosfato natural y 553,4 MJ tonelada<sup>-1</sup> (132.822 Kcal tonelada<sup>-1</sup>) de calcáreo dolomítico de acuerdo con Macedônio y Picchioni (1985).

**Abonos orgánicos:** para la cáscara del café y el estiércol se consideró el coste medio del transporte cuando fue adquirido fuera de la finca debido a los costes energéticos y económicos del alquiler de camión para el desplazamiento y el manejo del producto para la fabricación del compost. Estos costes energéticos fueron incluidos en el factor mano de obra (volteos y manipulación) y la energía fósil de la maquinaria (transporte) apuntado para cada cultivo y agricultor con ocasión de las entrevistas realizadas en la zona cafetalera. Aunque para estos abonos orgánicos, se debe tener en cuenta como una aportación que, al igual que las otras aportaciones orgánicas no energéticas, sirven para disminuir el cómputo final de mega julios no renovables.

La **maquinaria** La energía ha sido tomada de Doering (1980), excepto la de reparación y mantenimiento de maquinaria no autopropulsada, que se ha tomado de Mughal (1994), en Audsley et al. (1997) y Alonso (2009), considerando que el gasto energético de la maquinaria fue debido a tres aspectos: la producción de materias primas, la fabricación, la reparación y el mantenimiento, a lo que se le suma un cuarto factor: el gasto de combustible en aquellas máquinas con motor de combustión. Para imputar a cada hectárea la parte proporcional de energía correspondiente a los tres primeros factores, dividimos entre las horas de vida útil (H) y multiplicamos por las horas de utilización al año. En el caso del cuarto factor, consumo de combustible, la energía contenida (tanto inherente como la procedente de su elaboración industrial). En el consumo de combustible, la energía contenida es de 35,4 MJ L<sup>-1</sup> del gasoil y 32,1 MJ L<sup>-1</sup> de la gasolina y en un kilogramo de gaz liquefeito del petróleo (GLP) se ha considerado 46,3 MJ kg<sup>-1</sup> (BRASIL, 2007).

El coste horario se halla multiplicando estos valores por el resultante de aplicar la fórmula de consumo de combustible propuesta por Gil y col. (1992):

$$C_c (l/h) = 0,35 \times P \times R;$$

donde **C<sub>c</sub>** es el consumo de combustible en litros por hora; **0,35** viene dado en litros/kW-h, y se utiliza cuando se considera que el tractor trabaja con una carga media, en condiciones de suelo medias, y teniendo en cuenta una densidad de gasoil de 0,85 l/kg. Hay que señalar que cada tarea requiere una potencia media diferente, tal y como señalan las tablas en Gil y col. (1992), pero debido a la complejidad que esto acarrearía, se adoptó un valor medio de trabajo, correspondiente al coeficiente de 0,35 (Alonso, 2009). **P** es la potencia del tractor expresada en kW y **R** es el porcentaje de carga en tanto por uno, que en nuestro caso hemos considerado un 75% para los tractores.

En función de los tres primeros factores Audsley *et al.* (1997) clasifican la maquinaria en tres tipos: autopropulsada, aperos de labor y otras máquinas con elementos

móviles. La energía de las materias primas y de fabricación se presenta en  $\text{MJ kg}^{-1}$ , mientras que la de reparación y mantenimiento supone un porcentaje sobre la suma de las anteriores. Todo hay que multiplicarlo por el peso de la maquinaria.

La **electricidad** se ha utilizado fundamentalmente en el proceso de despulpa, en la seca mecánica de los granos y en el beneficio del café (quitar la cáscara). Hay que tener en cuenta que la energía eléctrica que hay en las fincas capixabas proviene fundamentalmente de centrales hidroeléctricas existentes en el país. La composición energética relativa al consumo de energía eléctrica fue realizada por el consumo medio de las tareas de la finca en el procesamiento del café, en kWh, en el período evaluado, y se relacionó con el coeficiente energético de  $13,11 \text{ MJ kWh}^{-1}$  (BRASIL, 2007; Souza et al., 2009).

La leña se utilizó en los procesos de seca mecánica del producto. Fue considerado el coeficiente energético de  $12,9 \text{ MJ kg}^{-1}$ , (BRASIL, 2007).

En los **fitosanitarios**: el contenido energético de los productos utilizados por los agricultores para el control de enfermedades y plagas del cafetal se determinó de la misma manera que el de los fertilizantes químicos. La energía considerada por kilogramo del producto comercial empleado fue:  $348,2 \text{ MJ L}^{-1}$  ( $83.572 \text{ kcal L}^{-1}$ ) para los herbicidas,  $251,6 \text{ MJ L}^{-1}$  ( $60.393 \text{ Kcal L}^{-1}$ ) para los insecticidas,  $208,7 \text{ MJ kg}^{-1}$  ( $50.083 \text{ kcal kg}^{-1}$ ) para los fungicidas y otros pesticidas como acaricidas, espalhantes adhesivos  $269,5 \text{ MJ L}^{-1}$  ( $64.683 \text{ L}^{-1}$ ), según media obtenida en Pimentel (1980), Ferraro (2007) y Souza (2008).

Los datos básicos para el cálculo del gasto de los costes energéticos de las actividades e insumos utilizados en los cultivos de café y sistemas evaluados pueden verse en el Anexo 10.3.

#### Como **salidas o extracciones**:

En los cultivos y en las fincas encuestadas no encontramos un subproducto con valor comercial para determinar su valor energético. Los restos de cosecha no se consideran en este balance, pero es necesario recordar la gran diferencia que suponen los restos de la poda y desbrote del café, que suponen unas cantidades importantes de biomasa, que se quedaron en el sistema productivo. Del mismo modo, como se podrían valorar el resto de residuos de cosechas, y la cáscara del café como recursos gratuitos económicamente y renovables energéticamente.

Las salidas de energía del sistema son:

Café: a partir de la producción media de café de las dos campañas estudiadas (2007/2008 y 2008/2009) para cada explotación obtuvieron los kilogramos medios de café producidos por hectárea ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

La estimación de los costes energéticos de los insumos, se ha hallado como media de las campañas analizadas en los años agrícolas 2007/2008 y 2008/2009. El café crudo brasileño tiene un contenido energético de  $9,73 \text{ MJ kg}^{-1}$  ( $2.335 \text{ Kcal kg}^{-1}$ ), según (Franco, 1999). No fueron considerados los restos de cosecha, como la cáscara del café en este balance.

Una vez contabilizados los flujos de entrada y salida de energía en Mega Joule por hectárea y año de cada explotación, a partir de los promedios, se hallaron diversos



índices energéticos, los cuales nos dieron información sobre la eficiencia en el uso de la energía invertida en cada uno de los sistemas de producción de café, tales como:

**Eficiencia total o rendimiento energético total:** conocido por *Er* (*Energy ratio*), como la relación entre salidas y entradas al sistema, como el cociente entre *exportaciones/insumos*. Con este valor se pueden comparar las distintas eficacias de los sistemas. Una  $Er = 1$  indica que aquello que se extrae es igual a lo que se aporta. Cuando estamos por debajo de la unidad, el sistema es deficiente energéticamente; es decir, el sistema consume más energía externa de la que obtenemos de él. Cuanto más por encima estemos de la unidad, extraeremos más energía de la que aportamos.

**Eficiencia de la energía del café maduro:** es la relación entre entrada y salidas al sistema, considerando la salidas y entradas hasta la recolección del café maduro o cereza (sin procesamiento).

En este apartado de productividad fue especialmente relevante el análisis de la eficiencia de la energía no renovable o fósil. Este indicador se ha utilizado como referente de cálculo comparativo de los sistemas de producción analizados y consiste en la relación entre las salidas totales y la energía no renovable utilizada.

**Relación energía total/energía fósil:** es la relación entre las salidas totales de energía del sistema y la energía no renovable utilizada. Obtendremos información referente a la eficiencia en el uso de esta energía puesta en juego en cada explotación. Su importancia se debe a su carácter agotable y a su responsabilidad en los efectos negativos sobre el medio ambiente como el calentamiento global de la atmósfera a nivel mundial por medio del cambio climático (Relación energía total/energía fósil: = Energía saliente/Energía entrante fósil).

En este apartado también se ha analizado la eficiencia total energética (razón entre las salidas y entradas totales de energía). Al igual que en los indicadores anteriores, para la construcción de este indicador, al mayor promedio resultante de eficiencia energética de los sistemas, se le asignó el valor 100, siendo el de los otros el porcentaje sobre el valor del primero.

En función de su rendimiento, se pueden establecer elementos de juicio para se proponer su posible sustitución por otras fuentes energéticas en consonancia con la sustentabilidad del manejo de los recursos naturales.

### **Estabilidad, Resiliencia y confiabilidad**

La estabilidad se refiere a la capacidad de un agroecosistema para mantenerse de manera estable en equilibrio dinámico a través del tiempo (Conway, 1985), salvando pequeñas fuerzas perturbadoras que surgen de las normales fluctuaciones o ciclos del medio ambiente circundante. Por otra parte, la resiliencia se define como la habilidad de un agroecosistema para mantener la productividad cuando está sujeta a una mayor fuerza de perturbación. Diversas prácticas de manejo como abono verdes, la rotación de cultivos, las asociaciones de cultivos, la integración de la agricultura y de la ganadería o la utilización de cobertura vegetal pueden incrementar estas habilidades, siendo reforzada por otras como la reducción de la

dependencia de los insumos externos como agroquímicos y la utilización adecuada de los recursos hídricos.

## Biodiversidad vegetal

En este trabajo, el concepto de diversidad se ha aplicado a nivel de la explotación, analizando el complejo del agroecosistema café, su diversidad genética, la vegetación espontánea presente entre al cultivo del café y la diversidad natural circundante. En general, una mayor diversidad de plantas conlleva una mayor diversidad de depredadores y parásitos (Nicholls, 2001). Se evaluó también el manejo de especies de sombra o cultivo asociado que proporciona diversidad funcional y otros beneficios al manejo ecológico del café.

**5- Diversidad genética del café:** este indicador se ha pretendido captar la diversidad de las variedades de café cultivadas en las fincas, siendo más sustentable, en la medida que aumenta la diversidad del propio cultivo, teniendo en cuenta el potencial de susceptibilidad, tolerancia y resistencia genética a las plagas y enfermedades (Tabla 5.3).

Se obtuvo el indicador por medio de las medias ponderadas del número de fincas cafetaleras encuadradas en las características y parámetros para la transformación, multiplicadas por el valor estandarizado y dividido por el número de las fincas.

**Tabla 5.3- Diversidad genética del café.**

Características y parámetros para la transformación	VE
Muy alta, con tres o más variedades y con áreas equilibradas entre las mismas	100
Alta, tres variedades de café	80
Media, dos variedades de café	60
Pobre, domina solo una variedad de café, con alguna variación entre la cultivar	40
Muy pobre, domina solo una variedad de café	20

VE = valor de estandarización

**6- Número de especies útiles que se manejan:** se evaluó el número de las especies útiles que se manejan en la parcela de café, como las especies de cultivos asociados, los cultivos intercalares, la vegetación arbustiva y el árbol de sombra, las maderables y las leguminosas fijadoras de nitrógeno.

Para el indicador **Número de las Especies Útiles que se manejan** fueron contruidos dos subindicadores. La asociación de especies que se manejan según su funcionalidad (barreras vivas, leguminosas, especies para sombra, maderables y umbelíferas) y el porcentaje de fincas familiares de especies utilizadas en la alimentación de las familias que allí viven o trabajan, los animales domésticos de la finca y avifauna existente en el área. Fueron consideradas los alimentos básicos cultivados como el maíz, los frijoles, la yuca y los frutales. El indicador fue medido por el porcentaje de las fincas que utilizan las especies útiles y especies destinadas a la alimentación. Fue otorgado la ponderación 1 (uno) para los dos subindicadores, porque los mismos son considerados de importancia semejante.

$NEUM = (AEU + NEA)/2$ , donde:

NEUM = Indicador número das especies útiles que se manejan; AEU = asociación de especies útiles; NEA = número de especies utilizadas en la alimentación familiar.

**7- Biodiversidad natural circundante:** la flora autóctona dentro del establecimiento actúa como sitio de refugio y provee de recursos alimenticios para enemigos naturales en época de escasez de plagas en el campo (Nicholls, 2001). Una forma de incorporar los beneficios del área natural en áreas con cultivos extensivos, es a través de la incorporación de los corredores ecológicos dentro del cultivo. Con estas áreas naturales se aumenta las interacciones que ayudan a mantener los niveles poblacionales de insectos equilibrados. Este indicador pretende valorar el nivel de diversidad circundante a los cultivos de café (Tabla 5.4).

El valor de referencia (valor óptimo) fue considerado cuando la vegetación natural circundante estuvo situada en un nivel superior al de 50% en los bordes de la parcela de café. La opción por este valor fue en función de que los remanecientes de florestas en el territorio del Estado de Espírito Santo son de apenas el 8%, indicando una condición deficiente de cobertura vegetal natural (Lani, 2008). El Código Florestal Brasileño determina que las propiedades deben tener un mínimo de 20% de vegetación natural (Ley Federal nº 4.771/65, 2008). Existen áreas de preservación permanente, que son las áreas marginales de los ríos, de las laderas empinadas y de las cumbres de las montañas.

Por otro lado, la biodiversidad del ecosistema de la vegetación natural en la Floresta Atlántica, es una de los mayores del planeta, lo cual compensa, en cierta forma esta debilidad. En general, una mayor diversidad de plantas conlleva una mayor diversidad de depredadores y parásitos (Nicholls, 2001).

Además de esto, la región está compuesta de pequeñas fincas, ocupadas en su mayoría con agricultores de base familiar, que procuran explotar el máximo del área con los cultivos agrícolas y pastajes. En consecuencia y de acuerdo con las características regionales de esta zona cafetalera, la finca que tenga la parcela de café con más del 50% de sus bordos con vegetación natural, puede ser considerada dentro de un nivel deseable para la biodiversidad natural circundante.

**Tabla 5.4- Biodiversidad natural circundante a las áreas del cultivo de café.**

Características y parámetros para la transformación	VE
Rodeado por encima del 50% de sus bordes por vegetación natural, existencia de corredores ecológicos, refugios al lado de caminos, barreras vivas, favoreciendo plantas con flores.	100
Rodeado entre el 30 y el 50% de sus bordes por vegetación natural, existencia de corredores ecológicos, barreras vivas al lado de caminos.	80
Rodeado por lo menos en un lado por vegetación natural	60
Rodeado por otros tipos de cultivo, campos baldíos, con algún café y sin vegetación natural	40
Rodeado por otros cultivos de café, campos baldíos, sin vegetación natural	20

VE = valor de estandarización

Se obtuvo el indicador por medio de las medias ponderadas del número de cultivos de café encuadradas en las características para la transformación multiplicadas por el valor estandarizado y dividido por el número de cultivos de cada sistema.

**8- Grado de diversificación de los cultivos:** el subindicador pretendió capturar el número de actividades explotadas en la finca considerada de interés económico, identificando el grado de diversificación de los cultivos considerados económicos. No fueron considerados los cultivos con destino a la alimentación directa de la familia y de los animales de la finca, considerados para su subsistencia. Sin embargo, en el indicador fueron consideradas apenas las actividades en que los agricultores obtuvieron ingresos, directamente, por la comercialización de sus productos.

### **Vulnerabilidad biológica**

**9- Sanidad de los cultivos (incidencia de plaga y enfermedades):** los subindicadores evaluados fueron: incidencia de broca del café (*Hypothenemus hampei*); incidencia del minador de hoja (*Leucoptera coffeella*); incidencia de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) e incidencia de cercosporiose (*Cercospora coffeicola*). Los resultados del porcentaje de las hojas con incidencia de plagas y enfermedades fueron comparados con los niveles críticos establecidos para las mismas.

Se utilizó la metodología propuesta por Guharay *et al.* (2001), la cual consiste en contar las hojas con incidencia de plagas y enfermedades. Se realizó un recorrido en zigzag en toda parcela representativa del cultivo de café en la propiedad. Fueron recolectadas 200 hojas en el tercio medio de la planta de café, en ramo plagiotrópico, en el 3º o 4º par de hojas maduras (Fornazier *et al.*, 2001).

El subindicador “incidencia de la broca” del café (*Hypothenemus hampei*) fue evaluado en los granos almacenados, en las condiciones de almacenamiento de las fincas después de la cosecha y una vez identificados los métodos usados para el manejo de la broca en las fincas: control cultural, biológico o químico. Para determinar la incidencia de la broca en el sistema de manejo se aplicó la metodología utilizada por Fornazier (2001).

A través de entrevistas, se buscó que los agricultores indicaran el tanto por ciento de pérdidas, cuando fueron severas, provocadas por las principales plagas y enfermedades en el cultivo de café, como reflejo del manejo adoptado en el agroecosistema.

Para el cálculo del indicador de sanidad del cultivo, se realizó una categorización, considerando para cada propiedad los niveles críticos de incidencia de las plagas y enfermedades según autores y especialistas en el cultivo de café de las montañas capixaba. La calificación y el índice están descritos en las tablas 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8.

**Ponderación:** para el indicador “**Sanidad de los cultivos**”, fueron construidos cuatro subindicadores. Al subindicador incidencia de broca-del-café fue dado la ponderación (2), porque la broca históricamente ha sido la plaga que ha causado mayores perjuicios en las cosechas cafetaleras en Espíritu Santo (De Muner *et al.*, 2000), con incidencias variables de acuerdo con la condiciones climáticas, por lo tanto, requiere monitoreo periódico y cosecha bien hecha (Fornazier, 2001). Al subindicador “incidencia del minador de las hojas” y a la “incidencia de cercospora” se otorgó la ponderación (1).

Al subindicador incidencia de roya se otorgó el valor más grande (5) por el hecho que la roya del café es considerada la principal enfermedad del café arábico en las

condiciones de montañas y el hecho se agrava porque el parque cafetalero arábico de Espirito Santo está basado en el cultivo de variedades susceptibles a esta enfermedad, principalmente relacionado con los monocultivos de la variedad Catuaí, favoreciendo el uso de agrotóxicos destinado al su control (Ferrão et al., 2004).

Indicador Sanidad de los cultivos:

SC= (2IB + IMH + IC + 5IRC) / 9, donde:

SC = sanidad de los cultivos; IB = incidencia de broca; IMH = incidencia del minador de hojas; IC = incidencia de cercospora; IRC = incidencia de roya del café.

**Tabla 5.5- Subindicador Incidencia de broca del café (*Hypothenemus hampei*) en granos almacenados.**

Características para incidencia de broca-del-café	Calificación	índice
Ninguna incidencia de broca	Muy bueno	100
Menos de un 3%	Bueno	80
Entre 3 hasta 8%	Regular	60
Más de 8% hasta 12%	Mal	40
Por encima del 12%	Muy Mal	20

**Tabla 5.6- Subindicador Incidencia del minador de hoja (*Perileucoptera coffeella*).**

Características para el minador de hojas	Calificación	índice
Hasta un 30% de ataque con < 10% de minas vivas	Muy bueno	100
Hasta un 30% de ataque con > 10% de minas vivas	Bueno	80
31 hasta un 50 % de ataque con < 10% de minas vivas	Regular	60
31 hasta un 50% de ataque con > 10% de minas vivas	Mal	40
Más de un 50% de ataque con > 10% de minas vivas	Muy mal	20

**Tabla 5.7- Subindicador Incidencia de roya del café (*Hemileia vastratrix*).**

Características para Roya del café	Calificación	Índice
Porcentaje de hojas del café infectadas hasta un 3%	Muy bueno	100
Índice entre el 3,1 y el 6% de las hojas de la muestra	Bueno	80
Índice de roya entre el 6,1 y el 12% de la muestra	Regular	60
13 hasta 25% de incidencia de roya	Mal	40
Por encima del 25% de presencia de roya del café	Muy mal	20

**Tabla 5.8- Subindicador Incidencia de Cercospora (*Cercospora coffeicola*).**

Características para Cercospora	Calificaciones	índice
Menos de un 2% de incidencia	Muy bueno	100
Índice desde un 2 hasta un 8% de incidencia	Bueno	80
Índice de incidencia entre un 8,1 hasta un 15%	Regular	60
Índice de incidencia entre un 15,1 hasta 25%	Mal	40
Más de un 25% de incidencia	Muy mal	20

**10- Conservación del suelo y del agua (riesgo de erosión):** la erosión fue analizada indirectamente, a través de tres subindicadores: las evidencias del proceso erosivo en las parcelas, en el manejo de las hierbas espontáneas en los cultivos de café, evaluando su efectividad para evitar la erosión y en el manejo de los caminos en las áreas de las parcelas de café.

La erosión en áreas de café de montañas también se potencia cuando los caminos rurales dentro de las parcelas de café son ubicados y manejados de forma inadecuada, sin cobertura vegetal, barreras naturales y sin captación del exceso del agua. Cuando no se utilizan las prácticas de conservación, el agua de lluvia es conducida a los caminos, formando escorrentía, tomando velocidad y normalmente desaguando en el medio de los cultivos de café y por tanto, causando erosión.

### Subindicadores

**Evidencias de los procesos erosivos:** las evidencias de procesos erosivos fueron observadas en las parcelas de café y medidas a través de metodología de Duarte (2005) modificada, en cinco puntos de observación en la parcela de cultivo de forma integral. Fueron realizados dos recorridos en diagonal que se cruzaban por la parcela (Tabla 5.9).

**Tabla 5.9- Escala para la medición de evidencias de los procesos erosivos en cultivos de café.**

Signos de erosión en la parcela de café	VE
Ausencia de erosión	100
Erosión laminar incipiente	80
Erosión laminar evidente y/o con surcos incipientes (raíces superficiales de café expuestas)	60
Erosión en surcos evidente y alguna evidencia de formación de cárcavas.	40
Erosión con formación de cárcavas (mínimo de dos cárcavas individuales)	20

VE = valor de estandarización

**Manejo de las hierbas espontáneas:** las condiciones climáticas, edáficas y de relevo dan a cada ecosistema una determinada susceptibilidad a la erosión. Entretanto, el manejo que el caficultor hace del sistema influencia de forma significativa el fenómeno. El suelo desnudo (sin cobertura vegetal), con baja estructuración, será más propenso a la erosión (Lani, 2008).

El riesgo de que haya erosión está estrechamente relacionado con la cobertura del suelo. Se ha estudiado que un suelo desnudo es más propenso a la erosión que uno con cobertura. Por otro lado, la cobertura evita el impacto directo de la gota de lluvia sobre el suelo, la cual lo desagrega y favorece su posterior arrastre. También protege el suelo de la acción de las escorrentías al disminuir la velocidad de las mismas, favoreciendo la infiltración del agua. La cobertura vegetal es el principal elemento que el caficultor puede utilizar para proteger el suelo de la erosión en las regiones de montañas de Espírito Santo y Brasil.

En las regiones de clima templado donde se cultivan olivos en España y uvas en Argentina, la evaluación del riesgo de erosión fue realizada a través del monitoreo del índice del grado de cobertura vegetal (Alonso y Guzmán, 2006; Abonna, 2007). El porcentaje de cobertura vegetal de 0 hasta el 10%, del 10 al 25%, del 25 al 50%,

del 50 al 75%, del 75 al 100% y respectivamente los índices 1, 2, 3, 4, 5, según la escala de Braun-Blanquet (1979).

En este trabajo fueron analizadas las prácticas de conservación de suelos y del agua y su efectividad para evitar la erosión en áreas de cultivo de café (Tabla 5.10). Dadalto, Lani & Prezotti (1995) relataron pérdidas de suelo en la orden de 40 t.ha<sup>-1</sup> al año, en la región serrana del Estado, cultivada con café arábica y con una declividad de 45%. Pero cuando se ha utilizado la práctica del desbrozamiento de las hierbas en las hileras del café, con preservación de la vegetación nativa, con la mínima intervención con azadón, disminuyeron al nivel significativo las pérdidas de suelo, agua y nutrientes, con relación al cultivo limpio y los otros métodos de manejo (Rocha; Prezotti; Dadalto, 2000).

**Tabla 5.10- Escala del uso de prácticas de manejo de la cobertura vegetal en los cultivos de café.**

Prácticas de manejo de la cobertura vegetal para la conservación del suelo y agua en los cultivos de café	VE
Manejo de la cobertura vegetal a través de desbrozamiento y hasta un 30% por medio de herbicidas	100
Manejo de la cobertura vegetal a través de desbrozamiento y el uso de herbicidas en, por lo menos, un 75% de las operaciones	80
Manejo de las hierbas a través de desbrozamiento o por medio de herbicidas, siendo lo máximo un 35% por el uso de azadón	60
Manejo por medio del uso de azadón en más de un 35 % hasta un 50% de las operaciones, combinado con otros manejos	40
Uso preponderante de azadón en más de un 50% de las operaciones de control y manejo de la cobertura vegetal	20

VE = valor de estandarización

En sistemas de manejo de la vegetación cuando predomina la práctica de desbrozamiento de las hierbas espontáneas, la cobertura vegetal del suelo será efectiva y eficiente para evitar la erosión, según los autores citados, al igual que en las épocas más lluviosas y en el inicio de las estaciones lluviosas, consideradas una época crítica. Por lo tanto, para este trabajo fueron monitoreadas las prácticas de manejo del control de las hierbas espontáneas.

**Manejo de los caminos en las áreas de cultivo de café:** la erosión en las regiones de café de montaña de Espíritu Santo es potenciada cuando las carreteras vecinales (de tierra); los caminos rurales son manejados inadecuadamente, sin cobertura vegetal, barreras de contención y captación del exceso del agua por medio de “cajas secas” (Dadalto et al., 1990, Lani, 2008). Cuando no se maneja eficientemente, el agua de lluvia, la misma es conducida, formando surcos que normalmente desaguan en los cultivos causando erosión (Tabla 5.11).

El criterio al momento de la ubicación y construcción del camino se debe a observar la declividad de los terrenos, instalación de las “cajas” para captar el agua, los desvíos a través de barreras, además de la cobertura vegetal imprescindible en los caminos y barreras vivas.

**Tabla 5.11- Escala de manejo de los caminos internos para evitar erosión en cultivo de café.**

Signos de erosión y prácticas de manejo de los caminos internos en la parcela de café	VE
Los caminos internos existentes en el área de cultivo están bien ubicados, con vegetación, protegidos de la erosión y no hay sedimentación de las partes bajas del cultivo y cuerpos de agua.	100
Los caminos internos existentes en el área de cultivo tienen vegetación y están protegidas de la erosión y no hay sedimentación de las partes bajas del cultivo y cuerpos del agua. Aunque no están bien ubicados.	80
Los caminos internos son protegidos de la erosión, aunque de forma insuficiente, observándose alguna sedimentación en las partes bajas del cultivo.	60
Los caminos internos con erosión visible y alguna sedimentación de las partes bajas. Aunque se observa el uso de alguna práctica de conservación	40
Los caminos internos sin protección, con surcos de erosión visibles y sedimentación en las partes bajas del área de cultivo y cuerpos del agua.	20

VE = valor de estandarización

El indicador conservación del suelo para disminuir el riesgo de erosión fue evaluado a través del manejo del caficultor en el área de cultivo, según la posibilidad de que se produzca erosión. Como este indicador es de manejo, no se determinará directamente la erosión del suelo, sino el riesgo de erosión para los sistemas.

**Ponderación:** como el subindicador “manejo de la cobertura vegetal” evalúa la posibilidad efectiva de riesgo de erosión se otorgó una mayor ponderación (2). El subindicador “características y prácticas de manejo de los caminos” también ofrece informaciones respecto al riesgo de erosión en el cultivo, aunque no está directamente en el área cultivada a la que se otorgó ponderación menor (1). La evidencia del proceso erosivo es un indicador de estado, consecuencia del manejo adoptado por el agricultor, monitoreado a través de los subindicadores anteriores. Le fue otorgada ponderación (1).

Indicador “Conservación del suelo y del agua”

$CSA = (MEE + 2 MVE + MCI) / 4$ , donde:

CSA = conservación del suelo y del agua (riesgo de erosión); MEE = medición de evidencias de erosión; MVE = manejo de la vegetación espontánea de cobertura del suelo; MCI = manejo de los caminos internos en la parcela de café.

**11- Aporte de materia orgánica en el suelo:** el indicador de calidad del suelo se puede estimar con un análisis de la materia orgánica. Esta participa en los procesos químicos, físicos y biológicos del suelo, y tiene un papel esencial en el funcionamiento de este, por esto ha sido propuesto por varios autores como un buen indicador de la calidad del suelo.

La materia orgánica es toda sustancia muerta en el suelo: sea proveniente de plantas, excreciones de animales, microorganismos, o de la meso y macrofauna muerta (Primavesi, 1980; Primavesi, 2006). En los agroecosistemas la energía y nutrientes se almacena en la biomasa, tanto viva, como muerta (hojas caídas, restos de podas y desbrotes, hierba segada por las labores) que se incorpora al suelo, transformándose y quedando fijada en formas muy estables, como el humus. La materia orgánica cumple funciones importantes en los agroecosistemas



influyendo directamente en las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.

En las propiedades químicas del suelo, la materia orgánica libera nutrientes, durante su mineralización, que quedan a disponibilidad de las plantas para su nutrición. Es de gran relevancia la capacidad de intercambio de cationes de la materia orgánica, favoreciendo la adsorción de nutrientes que, de otra manera, serían lixiviados, no estando disponibles a las raíces del árbol del café. Esta propiedad de la materia orgánica adquiere aún más importancia en el manejo de los suelos tropicales, de menor fertilidad natural, con presencia de las arcillas de baja actividad o capacidad de intercambio de cationes (Alvarenga et al., 2002).

En las propiedades físicas del suelo, la materia orgánica es importante para mejorar su estructura, la estabilidad de los agregados y la aireación del suelo. Durante la primera fase de descomposición de la materia orgánica se forma el humus. Es la parte más estable y se encuentra ligada a los limos y arcillas, y puede permanecer por largo plazo, dependiendo del manejo del suelo.

En cuanto a la vida del suelo, la meso y microfauna necesitan de la materia orgánica para poder vivir. Por ser organismos heterotróficos utilizan la energía almacenada en los restos vegetales y animales. Según Primavesi, (1980), la cantidad y diversidad de la materia orgánica es fundamental para garantizar la permanencia y interrelaciones de los organismos del suelo, con reflejo en la presencia de cadenas tróficas complejas en el agroecosistema.

Fueron evaluados algunos indicadores de manejo como el ciclado de biomasa de cobertura, manejo de la cobertura, frecuencia de aporte de biomasa de cobertura al suelo, ciclado de café y manejo de la biomasa de café.

### **Desarrollo de los subindicadores del indicador “Aporte de la materia orgánica del suelo” (AMOS)**

Este indicador se construyó con seis subindicadores: ciclado de la biomasa de cobertura, manejo de la cobertura, frecuencia de aporte de biomasa de cobertura al suelo, ciclado de la biomasa de café, manejo de la biomasa del café y balance de la materia orgánica del suelo.

#### **Subindicadores**

**Ciclado de biomasa de cobertura:** consideró el porcentaje de biomasa de la cobertura vegetal, que siendo producida dentro del sistema (parcela de café), se mantuvo en el mismo. Se evaluó si el manejo del caficultor optimizaba el proceso interno de ciclaje de materia orgánica de la vegetación espontánea (cobertura vegetal). A medida que hay mayor retorno y acumulación de materia orgánica mayor será la disponibilidad de alimentos para los organismos heterótrofos del suelo.

Fue considerada una escala de acuerdo con el retorno de la materia orgánica de la vegetación espontánea en la parcela de café, donde cada nivel tuvo el valor de 20%. Como el valor máximo u óptimo fueron considerados aquellos con retorno de del 81 al 100% de la biomasa.

**Manejo de la vegetación espontánea o de la cobertura vegetal:** fue evaluado el efecto del manejo sobre la cobertura, en dos aspectos: Uno en relación con los mecanismos de regulación del crecimiento de las hierbas espontáneas y otro en relación con la condición en que queda la biomasa de la cobertura, para que no se pierda su calidad; la incorporación de la biomasa al suelo permite que ésta sea utilizada como fuente de energía y nutrientes para la vida del suelo. Así el manejo de la cobertura fue evaluado por el mecanismo de control del crecimiento de la cobertura y la condición final de la biomasa de la cobertura.

Con este indicador se evaluará si el manejo tiende a disminuir la cobertura o la diversidad de especies vegetales que la componen. Manejar la diversidad de la vegetación espontánea es un método de diversificación diseñado para mantener hábitats para los enemigos naturales entregándoles alimento y hábitat alternativo, incrementando sus poblaciones (Nicholls, 2001).

El crecimiento de la cobertura debe regularse para facilitar la realización de las labores sobre el cultivo. Esta regulación puede comprender desde la eliminación total de la cobertura hasta la no disturbación de la cobertura vegetal.

**Variable a – Regulación del crecimiento de la cobertura, del subindicador**

**Manejo de la cobertura:** se evaluó el mecanismo de regulación del crecimiento de la cobertura y si este permite que la cobertura permanezca en el tiempo. Se consideraron como más favorables aquellas prácticas que regulan el crecimiento manteniendo la cobertura viva en todo momento. Dentro de estas se consideró el control mecánico, sea con motoguadaña, sea con cortadora manual. Como se deja área foliar fotosintética activa remanente, permite un mejor rebrote de la vegetación. A su vez, los cortes cada cierto tiempo se asemejan a los pulsos de pastoreo, lo cual favorece una mayor producción de biomasa anual. Cuando el corte se realiza a unos 8-12cm del suelo, los órganos de reserva cercanos al suelo rebrotan, ayudados por el área foliar remanente.

La utilización de implementos manuales produce una menor compactación de la capa superficial del suelo, lo que favorece aún más el crecimiento de las raíces y la vida del suelo.

El uso de herbicidas provoca la muerte de las plantas, por lo cual la aparición de nuevas plantas queda condicionada a la germinación de las semillas provenientes del banco de propágulos del suelo. Esto genera un crecimiento de la cobertura más lento y una menor producción de biomasa anual. Por lo tanto, la producción de biomasa anual de la cobertura es mayor en los mecanismos de regulación de crecimiento por corte, que en los de regulación químicos. A su vez, la especificidad del herbicida utilizado influye en mayor o menor medida en la producción anual de biomasa de la cobertura y en la vida de los organismos del suelo. Un herbicida total tiene un impacto mucho mayor sobre la vegetación espontánea que un herbicida específico, por lo cual, se le considera menos favorable. El manejo más perjudicial es la quema de la biomasa de la cobertura, ya que evita que la energía almacenada en la misma sea utilizada por los organismos del suelo (Magdoff, 1999).

Estandarización: basada en los fundamentos antes expuestos. Se asignó a cada valor de la escala estandarizada un mecanismo de regulación del crecimiento de la cobertura (Tabla 5.13).

**Variable b- Condición final de la biomasa de cobertura” del subindicador “Manejo de la cobertura:** con esta variable se evaluó de qué manera el manejo de la biomasa de la cobertura condiciona la calidad de la misma. En la agricultura, un residuo sobre la superficie del suelo se degrada más lentamente (Abril, 2002), no siendo del todo deseado, porque la disponibilidad de nutrientes para el cultivo, producto de la mineralización, es muy lenta. Esto es similar a lo que ocurre en los sistemas de siembra directa, por lo cual, estos sistemas dependen de una mayor fertilización. Una labranza que incorpore parcialmente el rastrojo al suelo, dejando parte en superficie y parte en contacto con éste, optimiza el aprovechamiento de la materia orgánica como alimento para los organismos del suelo y mejora la humificación de la misma.

Pero, en condiciones del cultivo perennes, como es el caso del cultivo del café en región de clima tropical de altitud (mayores temperaturas) y de topografía accidentada de la región de Montañas del Espíritu Santo, es deseable la permanencia de la cobertura vegetal en superficie, con el objetivo de protección del suelo contra la insolación y el impacto directo de las fuertes lluvias tropicales, evitando así, la erosión (Primavesi, 1980; Primavesi, 2006). Además, al incorporar los residuos orgánicos, generalmente ocurre el corte de raíces del árbol del café, con perjuicios en la producción de café.

Por el contrario, el enterrado profundo de la biomasa, genera condiciones de anaerobiosis, que dificulta la actividad de los organismos del suelo en su descomposición. Si el manejo fuese la quema, se perdería toda propiedad de la biomasa tanto como fuente de energía para la vida del suelo, así como factor estructurante del mismo (Magdoff, 1999).

La cobertura muerta obtenida por medio de la manutención de residuos vegetales en la superficie de los suelos, reduce la erosión, la evaporación del agua, la temperatura en la superficie y la infestación de yerbas espontáneas, además del aumento de la cantidad de materia orgánica. Souza (2005) cita diversos beneficios obtenidos a través de la utilización de la cobertura muerta, siendo su efecto mejorado cuando la misma es producida en el propio local; además de los efectos en la superficie del terreno, existen aquellos del sistema radicular en el subsuelo, que contribuyen a la descompactación del suelo y para reducir la mano-de-obra necesaria al transporte y los costos de producción.

Ponderación: Se dio, a ambas variables igual ponderación. Se consideró que el mecanismo de regulación del crecimiento de la cobertura, así, como la condición final de la biomasa de la cobertura, no difieren en relevancia dentro del subindicador.

Subindicador Manejo de la cobertura:

$MCV = (RCC + CFC)/2$ , donde:

MCV = Manejo de la cobertura vegetal, RCC = regulación del crecimiento de la cobertura, CFC = condición final de la biomasa de cobertura

**Frecuencia de aporte de biomasa de cobertura al suelo:** se evaluó la frecuencia de aporte de biomasa de cobertura al suelo y su distribución en el año. Para mantener activa una población de organismos en el suelo, más o menos constante durante todo el año, se requiere adición de residuos al mismo, a lo largo del año. De

esta forma, se optimiza la función de los organismos en relación con la descomposición de la materia orgánica del suelo (Abril, 2002).

Estandarización: para la construcción de la escala, se consideró la cantidad de aportes de biomasa de cobertura al suelo en un ciclo productivo del cultivo y su distribución a lo largo del año (Tabla 5.12).

**Reciclaje de la biomasa del café:** fue considerado el porcentaje de biomasa de café producido en los sistemas que permanece en los mismos. En los cultivos perennes, como el del café, optimizar al reciclaje de biomasa en el sistema favorece la disponibilidad de alimentos para los organismos del suelo y la menor salida de nutrientes del sistema. Se incluyó el destino de la biomasa de la cáscara del café originado en la trilla y beneficio del café; no fue considerado los destinos de la poda y desbrotado, porque los mismos se quedan en los respectivos cultivos.

Estandarización: fue considerada una escala de acuerdo con el retorno de la biomasa del café originada en el procesamiento y poscosecha (cáscara de café) en la parcela de café, donde cada nivel tuvo el valor del 20%. El valor máximo u óptimo fue considerado aquellos con retorno del 81 al 100%.

**Manejo de la biomasa del café:** para que la biomasa de café aporte a la materia orgánica del suelo, esta debe quedar en condiciones adecuadas. Se evaluó si el manejo utilizado por el caficultor en la aplicación de la cáscara del café deteriora la calidad de la biomasa, para ser aprovechada como fuente nutricional para el cultivo. En la evaluación se consideró el manejo de las operaciones que se realizaron sobre la cáscara del café.

**Balance de la materia orgánica del suelo:** la menor cantidad de materia orgánica en el suelo es un indicador de falta de poder tampón edáfico (Gliessman, 1998), de manera que para mantener unos rendimientos productivos es necesario aportar dosis altas de fertilizantes. El porcentaje de materia orgánica se ha determinado a nivel de cada finca y de cada sistema productivo. A partir de análisis de la materia orgánica oxidable en los primeros 20 cm, se ha realizado un promedio de los resultados de los suelos del sistema CC, CO y BPA.

Para la construcción de este subindicador, se otorgó el mayor promedio resultante del valor de la materia orgánica del suelo de los sistemas con el valor 100, siendo el de los otros el porcentaje sobre el valor del primero. El nivel mediano de materia orgánica para los suelos de la región varía de 1,5 y 3 dag/dm<sup>3</sup> (Prezotti y Fullin, 2007).

**Tabla 5.12- Escalas Estandarizadas para los subindicadores y variables del indicador “Aporte de la materia orgánica del suelo”.**

Subindicador	Variable	Escala	Parámetros para la transformación
Ciclaje de la biomasa de cobertura oriunda de corte		100	Retorna entre 81-100%
		80	Retorna entre 61 a 80%
		60	Retorna entre 41 a 60%
		40	Retorna entre 21 a 40%
		20	Retorna menos de 20%
Manejo de la vegetación espontánea o cobertura vegetal	Regulación de crecimiento de cobertura	100	Corte solamente con desbrozadora costal motorizada y o manual
		80	Corte con desbrozadora costal y o manual en porcentaje por encima de 70% das operaciones
		60	Corte con desbrozadota costal y o manual en por lo menos 51 y 70% de las operaciones
		40	Uso preponderante de herbicida y azadón; desmalezado por corte en menos de 50%
		20	Solamente uso de azadón y o herbicida total
	Condición final de biomasa de cobertura	100	Se deja en superficie
		80	Se entierra superficialmente
		60	Se entierra profundo
		40	Se quema
		20	Retira del área
Frecuencia de aporte de biomasa para cobertura del suelo		100	Se corta 4 o más veces al año, por lo menos durante tres estaciones del año
		80	Se corta 3 veces al año, por lo menos durante dos estaciones del año
		60	Se corta 2 veces
		40	Se corta 1 vez al año
		20	No se corta
Ciclaje de la biomasa del café (cáscara del café)		100	Retorna entre 81-100%
		80	Retorna entre 61- 80%
		60	Retorna entre 41- 60%
		40	Retorna entre 21 – 40%
		20	No Retorna
Manejo de la biomasa del café		100	Uso de la cáscara de café curtida aplicada bajo la copa del árbol del cafeto
		80	Uso de la cáscara de café curtida en el sistema productivo de café en medio as las hileras del cafetal
		60	Uso de la cáscara cruda aplicada bajo la copa del cafeto
		40	Cáscara cruda esparcida en las hileras del cafetal
		20	Se quema

Ponderaciones: dentro del indicador “Aporte de la materia orgánica del suelo”, se ponderaron más los subindicadores al manejo de la vegetación espontánea (cobertura), que los referidos al cultivo. Ello se debió a que para estos sistemas de cultivos perennes, la cobertura es el componente que mayor y mejor posibilidades de manejo tiene, para favorecer un adecuado aporte de materia orgánica al suelo. Esto se pudo observar en el análisis del funcionamiento de los sistemas.

A su vez, se ponderó más lo referente al manejo de la biomasa, que al ciclado de la misma, lo cual se debió a que el “manejo” es lo que condiciona la calidad de la materia orgánica como potencial alimento para los organismos heterótrofos del suelo. Indicador Aporte de la materia orgánica del suelo (AMOS):

AMOS = (3CBC + 4MC + 2FIC + CBC + 2MBV) + BMO/13, donde:

AMOS: aporte a la materia orgánica del suelo, CBC: ciclado de la biomasa de cobertura, MC: manejo de la cobertura, FIC: frecuencia de incorporación de la biomasa de cobertura, CBC: ciclado de la biomasa del café, MBC: manejo de la biomasa de café, BMO: balance de la materia orgánica.

**12- Disponibilidad de nutrientes y manejo de la fertilidad del suelo:** el manejo de la fertilidad de acuerdo con la disponibilidad de los nutrientes en el suelo y las exigencias de los cultivos se realizó en base a los macronutrientes esenciales para las plantas del café: nitrógeno (N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y potasio (K<sub>2</sub>O). Las entradas de nutrientes correspondieron a los abonos químicos y orgánicos aplicados en los cafetales.

Para alcanzar la productividad en kilogramos por hectárea considerada referencia (>1800 kg), las necesidades de nutrientes a aplicar mediante las fertilizaciones fueron calculadas en función de la extracción realizada por las cosechas (por los granos de cafés producidos), para la manutención y el crecimiento vegetal de la planta en el año de cultivo, además de las estimativas de las pérdidas de nutrientes por volatilización, lixiviación, erosión y fijación de fósforo expresiva en suelos tropicales. Aunque, la eficiencia de la recuperación o absorción de nutrientes por la planta del café ser variable para cada nutriente. Prezotti, (2001), estimó en 58,79% para N, 29,27 % para P y 61,78% la recuperación para el K.

Durante el proceso de beneficio del café, la cáscara retirada del grano genera un subproducto rico en nutrientes. El análisis mineral realizado en las dos partes generadas después del beneficio del fruto del café muestra que grandes cantidades de nutrientes son descartadas con la cáscara, donde están en este subproducto cerca del 59% del K y del 79% del Ca, de entre los demás macronutrientes extraídos por el fruto, y más del 50% de cada micronutriente constituyente. Por lo tanto, la cáscara de café cuando vuelve al cultivo es una excelente fuente de nutrientes, principalmente de K, que puede ser considerada en el cálculo de demanda nutricional de los cultivos objetivando reducción de los costes, en años de altos precios de fertilizantes y también como incremento en la cantidad de materia orgánica.

El rendimiento medio de materia seca después del beneficio está en orden del 50% para cáscara y el otro 50% para el grano (Medina et al., 2003), por tanto se consideró en este trabajo esta proporción de salida de nutrientes en la biomasa de la cáscara del café. La cantidad de nutrientes extraídos y también la constitución representativa en las diferentes partes del fruto pueden ser observadas en el cuadro inferior (Garcia, et al. 2008 y Valarini, et al. 2005), conforme véase en la Tabla 5.13.

**Tabla 5.13- Valores de los nutrientes analizados en las muestras de café en “côco<sup>18</sup>”, después del beneficio.**

Residuos en el beneficio del café	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
	Gramos de nutriente/kilo del producto		
Grano	23 y 24	1,4 y 1,6	18,3 y 20,3
Cáscara	15 y 25	0,8 y 0,9	27 y 27,5

Se consideró la demanda total de nutrientes por los sistemas de cultivo para obtener la productividad de referencia, considerando las extracciones, las pérdidas estimadas, la eficiencia de absorción y la disponibilidad de nutrientes en el suelo después de las fertilizaciones contabilizadas (Prezotti et al., 2007). Así, se ha

<sup>18</sup> Café en côco se refiere al café tipo cereza secado, con humedad cerca de 12-13%, listo para la trilla.

calculado las necesidades de entrada de nutrientes para los respectivos sistemas de cultivo, usando la plantilla electrónica disponible en el site del INCAPER: hyperlink "[www.incaper.es.gov.br](http://www.incaper.es.gov.br)" o en las recomendaciones oficiales (Prezotti et al., 2007). Cuando el agroecosistema está equilibrado desde el punto de vista de nutrientes, en sus entradas y salidas, el reflejo de este equilibrio se aprecia en la salud de los cultivos y en el estado nutricional de los cultivos: todo ello refleja en la producción de café.

El Indicador se subdividió en tres subindicadores, nitrógeno, fósforo y potasio, que fueron calculados basándose en la cantidad de nutrientes disponible en el suelo, calculado por el análisis químico y los nutrientes adicionados por las fertilizaciones, en relación a la cantidad de nutrientes demandados para alcanzar la productividad de referencia en los cafetales.

### **13- Indicador: Preservación ambiental de la contaminación por pesticidas (riesgo de contaminación):**

Una sustancia química puede ser peligrosa para la salud humana, para diferentes especies en un ecosistema, o aún ser severamente nociva por su contribución indirecta agravadora del efecto invernadero, destrucción de la capa de ozono, formación de ozono troposférico y deposición ácida en lluvias. Esas características pueden ser medidas a partir de múltiples líneas de evidencia, que son establecidas por la caracterización físico-química de la sustancia o producto químico y por la evaluación de su toxicidad en organismos (Chapman, 2007).

Estudios muestran qué agrotóxicos son utilizados de forma extensiva e intensa, de modo peligroso y en condiciones inseguras. Más del 90% de las propiedades rurales de Brasil usan agrotóxicos y aproximadamente el 75% de los trabajadores rurales tienen contacto con los mismos (Farias et al, 2000).

El uso de agrotóxicos en la agricultura brasileña ha aumentado más que la proporción del área cultivada. El consumo anual de agrotóxicos en el Brasil ha sido superior a las 300 mil toneladas de productos comerciales. Expreso en cantidad de ingrediente-activo (i.a.), son consumidas anualmente en el país cerca de 130 mil toneladas; representando un aumento en el consumo de agrotóxicos del 700% en los últimos cuarenta años, sin embargo el área agrícola aumentó el 78% en este período (Spadotto, 2006). Este dato indica una dependencia creciente del uso de agrotóxicos en la agricultura de Brasil, en la cual ha representado recursos externos caros y de gran riesgo socio ambiental. En la región productora de café de Minas Gerais, en monitoreo mensual de las aguas indicó alta contaminación con plaguicidas organofosforados en recursos hídricos, causado por la aplicación de agrotóxicos en cultivos de café ubicados cercanos al reservatorio de Furnas (Neto y Siquiera, 2005).

Itho, Fornazier, Tose (2008), analizando una serie histórica de caso de intoxicaciones humanas en el Estado del Espirito Santo, en el periodo comprendido entre los años 2000 a 2005, verificaron que los envenenamientos humanos son debidos a varios agentes tóxicos: los agrotóxicos fueron el agente tóxico que más presentó incidencia de óbitos.

De forma general, en la caficultura brasileña, la utilización de pesticidas ha crecido en los últimos años, principalmente para el control de plagas como la cigarra, la broca del café, el minador de hojas y enfermedades como la roya del café. Asimismo ha crecido el uso de herbicidas con finalidad de control de las hierbas espontáneas.

Existe una situación de riesgo, pudiendo agravarse cuando el manejo del suelo y de la vegetación de cobertura en los cultivos se efectúa de forma inadecuada. El trabajador también puede ser intoxicado por medio del contacto directo con los pesticidas, en el momento de la preparación de las mezclas, de la aplicación y en el acondicionamiento de esos productos.

Esto puede agravarse en las condiciones del cultivo de café localizado en regiones de altas declividades, como ocurre en el cultivo de café en las Montañas de Espírito Santo; regiones éstas, donde hay muchas fuentes del agua y manantiales, vulnerables a este tipo de polución y a la contaminación ambiental por medio de agroquímicos.

En los últimos años la agricultura convencional ha aplicado agroquímicos de forma indiscriminada para controlar plagas, enfermedades y arvenses, reflejo de un manejo poco sustentable de los agroecosistemas, causando riesgos socioambientales como contaminación de las fuentes del agua y directamente de los trabajadores en los cultivos de café (Fetaes, 2006).

Se evaluó el manejo de la aplicación de los productos fitosanitarios en los cultivos de café, los cuidados en su aplicación, la capacitación y uso de equipo de protección individual (E.P.I.) por parte de los caficultores.

Este indicador ha sido elaborado en base a las cantidades de los agrotóxicos aplicados, asociado a su toxicidad y potencial de peligrosidad ambiental, al uso de equipo de protección individual (E.P.I.), a la localización de los cultivos en relación con los cursos de agua, en área de preservación permanente (APP) y al manejo de la vegetación natural en el cultivo para disminuir el escurrimiento superficial de pesticidas.

**Agrotóxicos aplicado asociado a la clase toxicológica y peligrosidad ambiental:** los agrotóxicos producidos, importados, exportados, comercializados y utilizados en Brasil deben ser registrados en los órganos federales competentes: Ministerio de Agricultura, Ministerio de Salud – ANVISA y Ministerio de Medio Ambiente – IBAMA (Lei 7.802, 11/07/89; Dec. 98.816, 11/01/90; Dec. 991, 24/11/93; Dec. 4.074, 04/01/02), en los cuales se aplica la metodología de evaluación del Potencial de Peligrosidad Ambiental (PPA) (Portaria IBAMA nº 84, 15/10/96).

Según la Ley Federal nº 7.802 de 11/07/89, en su artículo 2º, inciso I, se afirma que los agrotóxicos son “productos y componentes de procesos físicos, químicos o biológicos destinados al uso en los sectores de producción, almacenamiento y beneficio de productos agrícolas, en los pastajes, en la protección de bosques nativos o implantados y de otros ecosistemas y también en ambientes urbanos, hídricos e industriales.

El termino agrotóxico, en vez de defensivo agrícola pasó a ser utilizado en Brasil para designar los venenos agrícolas, después de una gran movilización de la



sociedad civil organizada. Más que un simple cambio de la terminología, este término pone en evidencia la toxicidad de esos productos para el medio ambiente y para la salud humana. Son generalmente denominados plaguicidas o pesticidas.

La toxicidad de la mayoría de los defensivos se expresa en términos del valor de la dosis media letal (DL<sub>50</sub>), por vía oral, representada por miligramos del producto tóxico por kilo de peso vivo, necesarios para matar al 50% de ratones y a otros animales que sirven de cobaya (Tabla 5.14).

**Tabla 5.14- Clasificación toxicológica de los agrotóxicos en función de DL<sub>50</sub>.**

Clase toxicológica	Descripción	DL <sub>50</sub> (mg/kg de peso vivo)	Franja indicativa de color
I	Extremamente tóxicos	< 50	Rojo vivo
II	Muy tóxicos	DL <sub>50</sub> – 50 a 500	Amarillo intenso
III	Moderadamente tóxicos	DL <sub>50</sub> – 500 a 5000	Azul intenso
IV	Poco tóxicos	DL <sub>50</sub> > 5000	Verde intenso

Así, para fines de prescripción de las medidas de seguridad contra riesgos para la salud humana, los productos son encuadrados en función del DL<sub>50</sub>, inherente a cada uno de ellos.

### **Potencial de peligrosidad ambiental**

La evaluación del Potencial de Peligrosidad Ambiental está basada en estudios que evidencian las características del producto, sus propiedades físico-químicas, su toxicidad a los diversos niveles tróficos (microorganismos, lombrices, microcrustáceos, algas, peces, aves, abejas y mamíferos), bioacumulación, persistencia (biodegradabilidad en el suelo, hidrólisis y fotólisis) y transporte (movilidad, adsorción/desorción y solubilidad), bien como los potenciales mutagénicos, carcinogénicos y embriofetotóxicos (Tabla 5.15).

**Tabla 5.15- Clasificación de la peligrosidad ambiental de los agrotóxicos.**

Clase I	altamente peligroso para el medio ambiente
Clase II	muy peligroso para el medio ambiente
Clase III	peligroso para el medio ambiente
Clase IV	poco peligroso para el medio ambiente

Estandarización: el valor de las características fueron consideradas de acuerdo con la toxicidad, cantidades y grado de peligrosidad ambiental del agrotóxico aplicado en los cultivos de café (Tabla 5.16).

**Tabla 5.16- Escala estandarizada para el subindicador “Pesticida aplicado asociado a la clase toxicológica y peligrosidad ambiental”.**

Características	VE
Solo utiliza productos biológicos o naturales en cantidades y dosis adecuadas.	100
Preponderancia de pesticidas (100%) de baja toxicidad (clase IV), en cuanto al peligro para el medio ambiente (clase IV y III) y/o permitidos por la legislación orgánica en cantidades y dosis adecuadas.	80
Preponderancia (>60%) de pesticidas de baja toxicidad (clase IV), en cuanto al peligro al medio ambiente (clase IV y III) y/o cantidades de pesticidas con clase de toxicidad III (<40% del total).	60
Preponderancia de pesticidas de mediana toxicidad y peligrosidad ambiental (clase III) en dosis y frecuencia adecuadas	40
Uso preponderante de pesticidas de extrema toxicidad y de peligro ambiental (clase I y II).	20

VE= valor de estandarización

**Uso de equipamientos de protección individual – EPIs y acondicionamiento de los productos:** el uso seguro de productos fitosanitarios exige el uso correcto de los Equipamientos de Protección Individual (EPI). Según la Norma Reglamentaria Rural nº 4, aprobada por la Portaria nº 3.067, de 12 de abril de 1988, del Ministerio del Trabajo, los EPI son definidos como todo dispositivo de uso individual destinado a la protección de la integridad física de trabajador (Agostinetti *et al.*, 1998).

La subutilización o utilización ineficiente de los EPI representa gran peligro para la salud del trabajador, causando la elevación significativa en el número de intoxicaciones (Tabla 5.17).

En este aspecto se debe enfatizar que el uso de EPI es un punto de seguridad del trabajo que requiere acción técnica, educacional y psicológica para su aplicación. El uso inadecuado de agrotóxicos puede propiciar el flujo libre de esos agentes químicos en el medio ambiente, lo que significa, en último análisis, degradación ambiental y daños a la salud de las personas que habitan en la zona rural (Agostinetti *et al.*, 1998).

**Tabla 5.17- Escala estandarizada para el indicador “Uso de EPI y acondicionamiento de agrotóxicos”.**

Características	VE
Uso de los EPI en la preparación y en la aplicación. El acondicionamiento del agrotóxico se hace en un lugar adecuado y específico	100
Uso de los EPI en las fases de preparación, aplicación y el acondicionamiento se hace en un lugar separado, pero no específico	80
Uso de los EPI en todas las fases de preparación y aplicación, pero el acondicionamiento del agrotóxico se hace en un lugar inadecuado	60
Uso de los EPI solamente en la preparación o en la aplicación. El acondicionamiento es inadecuado	40
No se utilizan los EPI y almacena agrotóxicos en lugares inadecuados	20

VE=valor de estandarización

**Localización de los cultivos de café en relación con las fuentes de agua:** el manejo de terrenos marginales en los recursos hídricos es de vital importancia para evitar daños ambientales de gran dimensión, debido a la acción directa sobre el

agua, sobre la fauna y flora acuática y sobre las poblaciones que utilizan el agua, constituyéndose, por lo tanto, en una barrera física natural el transporte de contaminantes para los recursos hídricos a través de las aguas de infiltración o de la escorrentía superficial. Además de funcionar como áreas de control de crecidas, auxilian en la regularización de la escorrentía natural de las aguas, controlando la erosión del suelo y el asolvamiento de los manantiales (Tabla 5.18).

Por lo tanto, es preocupante la ocupación del suelo en estas áreas marginales a los cursos del agua, que deberían ser preservadas, principalmente cuando se utilizan agrotóxicos en los cultivos de café. El Código Forestal Brasileño determina que las propiedades deben tener un mínimo de 20% de vegetación natural. Los bosques de ribera, situados cercanos a los arroyos son áreas de preservación permanente (APP) y establecen diferentes franjas, con distancias de protección, que se relacionan con los cuerpos hídricos (Ley Federal nº 4.771/65, 2008).

**Tabla 5.18- Escala estandarizada para el subindicador Localización de los cultivos de café en relación a las fuentes de agua.**

Características de localización de los cultivos de café	VE
El área de cultivo está localizada en una distancia superior a los 50 m	100
El cultivo está entre los 30-50 metros del curso del agua y/o del naciente	80
El cultivo está a más de 20-30 m del curso de agua y/o del naciente	60
El cultivo está a menos de 10 -20 m del curso de agua y/o del naciente	40
Cultivo a menos de 10 m o el curso de agua y/o el naciente pasa dentro del área de cultivo	20

VE=valor de estandarización

**Manejo de la vegetación natural en el área de cultivo para disminuir la escorrentía superficial de pesticidas:** En la región sudeste de Brasil, frecuentemente caen lluvias torrenciales en el verano, haciendo que una parte del agua se infiltre en el suelo y el excedente a la capacidad de infiltración fluye superficialmente, promoviendo la erosión (Bertoni y Lombardi-Neto, 1993). El transporte de pesticidas en el agua que se mueve sobre la superficie del suelo, llamado escorrentía superficial, ha sido considerado como uno de los principales medios de contaminación de ríos y lagos (Lerch y Blanchard, 2003).

Ha sido demostrado en algunos estudios que esas pérdidas de pesticidas varían, dependiendo de las prácticas culturales, del suelo y su manejo, de su declividad, de su cobertura y de las propiedades de los pesticidas (Patty et al., 1997; Correia y Langenbach, 2006). El movimiento del agua de lluvia transporta sustancias solubles o adsorbidas a las partículas de suelos erosionados. Innumerables estudios han identificado problemas de polución de aguas superficiales y subterráneas debido al uso de pesticidas (Kreuger, 1998).

Este subindicador “manejo de la vegetación natural y del suelo en el área de cultivo para disminuir el riesgo de escorrentía superficial de pesticidas” se consideró como el mismo indicador de riesgo a la erosión, porque en la práctica los análisis son similares.

**Ponderaciones:** Dentro del indicador **Preservación de la contaminación por pesticidas**, se ponderaron los siguientes subindicadores: los agrotóxicos aplicados

asociados a la clase toxicológica y la peligrosidad ambiental, el uso de los EPI y el acondicionamiento de los agrotóxicos, la localización de los cultivos de café en relación a las fuentes de agua y arroyo, y el manejo del suelo en área de cultivo para disminuir el riesgo de escorrentía superficial de pesticidas. En la ponderación fue otorgado el valor 2 para el subindicador “agrotóxico aplicado asociado a clase toxicológica” y el valor 1 para los demás.

Indicador “Preservación de la contaminación por pesticidas” (PCP)

$PCP = (2CTPA + EPIA + LCC + MS)/5$ , donde:

PCP: Preservación de la contaminación por pesticidas, CTPA: clase de toxicidad y de peligrosidad ambiental del agrotóxico aplicado, EPIA: uso de equipamiento de protección individual y acondicionamiento del agrotóxico en la finca, LCC: localización del cultivo de café, MS: manejo del suelo para disminuir el riesgo de escorrentía superficial de pesticidas.

## Vulnerabilidad y diversidad económica

**14- Diversificación de renta agropecuaria:** este indicador se refiere a la diversificación de las fuentes de ingreso. Pueden ser originados de la diversificación de las actividades explotadas en la finca, consideradas por el agricultor de interés económico, que, normalmente, se realiza la comercialización del excedente de la producción, generando ingresos económicos para el agricultor. En la región cafetalera familiar de montaña del Espíritu Santo, Schmidt, De Muner, Fornazier (2004), informaron que más del 70% de la renta de las propiedades familiares son originadas de la actividad cafetalera.

Así, fueron evaluados los porcentajes de ingresos económicos proveniente de otras actividades que no eran el café, indicando el grado de diversificación de renta de la economía familiar, en contraposición a la dependencia económica del monocultivo de café en la finca.

**15- Disponibilidad y uso de insumos para fertilización orgánica:** se realizaron entrevistas con los agricultores y con las asociaciones involucradas en los diferentes sistemas de manejo para identificar los problemas de los agricultores para obtener los insumos requeridos para la fertilización y abonos y para la fabricación de compost y el uso efectivo de los mismos.

Se espera que en las fincas donde hay integración entre la agricultura y ganadería en el manejo de los agroecosistemas se encuentre mayor disponibilidad de fuentes de materia orgánica y que los agricultores utilicen de forma más efectiva los abonos orgánicos. Para evaluar el indicador fueron compuestos el subindicador “disponibilidad de residuo de beneficio del café (cáscara)” y “el uso de estiércol en las fincas cafetaleras”.

Ponderación: estas variables brindaron informaciones complementarias entre si, se les otorgó la misma ponderación.

Indicador “**disponibilidad y uso de abonos orgánicos para la fertilización**” (DUAO)

$DUAO = (DUC + DUE)/2$ , donde: DUC es disponibilidad y uso de la cáscara y DUE disponibilidad y uso de estiércol.

## Vulnerabilidad Social

**16- Participación de los caficultores en las organizaciones sociales:** Se refiere a la participación de los caficultores como afiliados en organizaciones sociales como cooperativas, asociaciones de agricultores y sindicatos y la asistencia de los agricultores tanto a las asambleas como a las reuniones ordinarias de los socios o grupos informales en los proyectos y procesos que se realizan en la comunidad con el objetivo principal de apoyar la comercialización de la producción de forma colectiva para añadir valor al producto.

Fueron construidos dos subindicadores: Afiliación de los agricultores en organización social y Frecuencia de los agricultores a asambleas y reuniones, ambos expresados en porcentaje.

Ponderación: Se les otorgó la ponderación (2) para afiliación en las organizaciones y (1) para la frecuencia del agricultor en las asambleas.

Indicador “**participación de los caficultores en las organizaciones sociales**”, donde, POS =  $(2AA + FAA)/3$ , POS: participación en organizaciones sociales, AA: afiliación del agricultor, FAA: frecuencia del agricultor en las asambleas.

## Adaptabilidad

La adaptabilidad en este contexto es sinónimo de flexibilidad para amoldarse a nuevas condiciones del entorno económico y biofísico, por medio de procesos de innovación y aprendizaje (Maserá *et al*, 1999), e incluso de recuperación de técnicas y/o tecnologías tradicionales.

**17- Capacidad de adopción de innovaciones (tecnologías apropiadas de bajo insumo):** la adaptabilidad cultural desde una perspectiva agroecológica hace referencia al conjunto de características que deben cumplir las tecnologías para ser incorporadas en un sistema de producción determinado, sin que ello suponga una limitación a la capacidad de control y decisión sobre el manejo del mismo. Se relaciona con lo que Gallopín (2003) denomina el empoderamiento, entendido como la capacidad del sistema socioecológico no sólo de responder al cambio, sino de innovar y de inducir el cambio en otros sistemas en la búsqueda de sus propias metas.

En este trabajo fueron analizadas algunas tecnologías disponibles en manejo CC, CO y BPA, como la renovación de los cultivos por medio de variedades resistentes a la roya, el manejo de leguminosas fijadoras de nitrógeno en asociación al café, el deshierbe por medio de desbroza manual y el cultivo de barrera vivas. Esas tecnologías tienen la particularidad de ser tecnologías o información de bajo coste que pueden ser replicadas por el caficultor familiar.

Estas técnicas son caracterizadas por su reproducibilidad total o parcial por parte de los cafetaleros, que puedan contribuir a incrementar el grado de control sobre los recursos propios, fortaleciendo a la vez el proceso de aprendizaje y capacitación de quienes las aplican.

El indicador fue construido con base en la media aritmética de los porcentajes de propiedades, o caficultores que se apropian de las cuatro tecnologías estudiadas.

## Equidad

La equidad en este caso, se refiere a la capacidad del agroecosistema de café para distribuir la productividad (beneficios y costes) de una manera equitativa y lo más justa posible, de tal forma que estén aseguradas las necesidades básicas de los agricultores y que, en definitiva, contribuyen a posibilitar la reproducción social de los caficultores familiares. Así, situaciones que puedan aumentar la desigualdad entre los agricultores y sus organizaciones pueden ser considerados generadores de inequidad, por lo tanto, de menor sustentabilidad.

Según Garcia-Barrios et al. (2008), un proceso productivo es equitativo se permite distribuir de manera apropiada los beneficios y los costos entre los agentes sociales que participan de el (intra e intergeneracionalmente). La equidad no tiene solamente un valor ético innegable, sino que es en si misma un mecanismo de autorregulación-estabilidad social que contribuyen a que puedan persistir y evolucionar adecuadamente los acuerdos de cooperación entre los agentes que participan en el proceso.

**18- Demanda de fuerza de trabajo:** la creación de empleo es un aspecto valorado positivamente en la perspectiva de la equidad, en la medida que supone el reparto de los ingresos que una unidad de producción contribuye a generar, en este caso una hectárea de café. El sistema de producción de café es de gran inversión de mano de obra para el manejo de las prácticas y tratos culturales, notablemente en la cosecha. Generalmente esta mano de obra adicional es, principalmente, de origen familiar.

La valoración de este indicador fue medido en función del número de jornales por hectárea que genera el manejo convencional, orgánico y de buenas prácticas agrícolas en la caficultura, tratando de separar los jornales familiares, los jornales de reciprocidad (intercambio entre vecinos), los jornales de aparceros y los jornales asalariados. Para la construcción de este indicador, fue considerado el valor mayor promedio resultante del número de jornales generados por los sistemas. Se le asigna el valor 100, siendo el de los otros el porcentaje sobre el valor del primero.

**19- Integración familiar en el proceso de producción y toma de decisión:** el indicador pretendió capturar el nivel de autonomía en la participación e integración familiar en el proceso de producción y toma de decisión en la unidad de producción familiar (Tabla 5.19).

**Tabla 5.19- Escala estandarizada para el indicador “integración familiar en la producción y toma de decisión”.**

Características en relación a la integración familiar en el proceso de producción y toma de decisión	VE
Todos participan	100
Participación de los padres, algunos de los hijos y otros integrantes	80
Participación del padre y o madre y alguno de los hijos y/u otro integrante	60
Solamente uno integrante	40
No hay integración	20

VE= valor de estandarización

## Autogestión

Es la capacidad del sistema de regular y controlar sus interacciones con el exterior (Maserá et al., 2000). La autogestión está relacionada con el grado de integración de los agroecosistemas y su control y con la capacidad interna de suministrar los flujos necesarios para la producción de manera que la misma decrece en la medida en que se incrementa la necesidad de los recursos externos. Depende de la medida en que el sistema ejerza control sobre sus propias interacciones con su ambiente (Gallopín, 2003).

En este caso, la autonomía permite mostrar, desde el punto de vista de la sostenibilidad, el grado de dependencia que tienen los sistemas de cultivo de café respecto al exterior. En este sentido, se va a analizar la participación y control social, la autonomía de los recursos externos y la autosuficiencia alimentaría.

**20- Nivel de capacitación de los caficultores:** la capacitación técnica y gerencial de los agricultores debe ser una preocupación de los mismos en la medida que ellos tienen una aspiración de autonomía tecnológica, organizativa y de los procesos de gestión de sus actividades, valorizando los recursos endógenos presentes en las comunidades de productores de café.

Generalmente, la capacitación de los agricultores se da fundamentalmente por sus propias organizaciones, por ofertas formales de programas agropecuarios, escuelas que utilizan pedagogía alternativa o a través de técnicos de la extensión pública, incluso aun por empresas privadas que comercializan agroquímicos. Eses últimos fueron considerados de menor autonomía porque tiene el objetivo mayor en la venta de insumos agrícolas.

El indicador pretendió capturar el nivel de autonomía en el proceso de aprendizaje y capacitación de los agricultores familiares de la región de producción de café arábica.

La “Capacitación” lleva en cuenta el proceso de aprendizaje por los miembros de la familia, escuelas de alternancia, cursos de ATER, cursos formales, además de capacitación por parte de empresas que comercializan insumos (Tabla 5.20).

**Tabla 5.20- Escala estandarizada para el indicador “Capacitación de los caficultores”.**

Parámetros para la transformación	VE
Características para capacitación y proceso de aprendizaje: 1- aprendizaje con los miembros de la familia o comunidad; 2- escuelas de alternancia; 3- cursos de ATER; 4- cursos formales	
Todas las opciones de capacitación	100
Al menos tres opciones de capacitación	80
Al menos dos opciones de capacitación	60
Una o más opción con empresas de insumo	40
Capacitación solamente por empresas de insumos	20

VE= valor de estandarización

**21- Nivel de gestión de la finca:** el indicador pretendió capturar el nivel de autonomía en la capacidad de gestión de las fincas de los agricultores familiares en la región de café arábica.

Para el indicador se llevó a cabo la capacidad de planeamiento de la explotación, el diagnóstico de la finca, los cronogramas de actividades, los registros por parte del agricultor de compra, venta, etc., con el objetivo de una mejor administración de la actividad cafetalera (Tabla 5.21).

**Tabla 5.21- Escala estandarizada para el indicador Capacidad de gestión.**

Características de la capacidad de gestión del caficultor	VE
Planeamiento y diagnóstico de la finca, cronograma de las actividades, registro de compra y venta	100
Diagnóstico de la finca, cronograma de las actividades, registro de compra y venta	80
Diagnóstico de la finca, registro de compra y venta	60
Registro de compra y/ o venta	40
No realiza registros	20

VE= Valor de la estandarización

**22- Grado de uso de insumos (físico-económico):** la dependencia de los agricultores con respecto al uso de recursos en la finca indica el grado de autogestión. Se midió, en términos económicos, teniendo como referencia de análisis los aspectos físicos de la procedencia de los materiales utilizados en el proceso de producción. El subindicador evaluado fue “Recursos externos/unidad del producto” (R\$/saco), dado en porcentaje del costo económico de una unidad del producto resultante de los diversos sistemas de cultivos.

El indicador puede calcularse con un índice porcentual que muestre la relación entre los productos obtenidos en el sistema y el uso de insumos externos/unidad de producto (Maserá et al., 2000).

**23- Eficiencia de la utilización del préstamo bancario (relación del valor de la financiación bancaria por la productividad):** fueron también analizados el porcentaje de recursos externos provenientes de fuentes de financiamientos de inversión y de manutención durante el ciclo del café arábica, en los dos últimos años relacionados con la capacidad productiva de cada sistema.

### **Autosuficiencia alimentaría**

**24- Fracción del alimento familiar producidos en la propia finca (dependencia alimentaría externa):** para la suficiencia alimentaría de las familias de los agricultores en las fincas de las montañas del Espirito Santo, es común los policultivos de frutales, huerto para producción de verduras y plantas medicinales y sobre todo los denominados “cultivos alimentarios”, que son pequeñas áreas de tierra, cercanas a su casa, donde los agricultores hacen cultivos de temporada y cría de pequeños animales.

Sin embargo, se observa que esta práctica está disminuyendo en la agricultura convencional, pues hay una gran tendencia al monocultivo de café, llevando a los



agricultores a perder la autonomía alimentaria con la adquisición de sus alimentos y subproductos fuera de la finca.

El indicador fue expresado en porcentaje de alimentos básicos producidos en la finca destinado al consumo familiar y pretende capturar la autosuficiencia alimentaria de los sistemas de producción.

### **5.2.5- Paso 5- Presentación e integración de resultados**

En esta fase se comparó la sostenibilidad de los sistemas de manejo analizados y se indicó los principales obstáculos para la sostenibilidad, así como los aspectos que más la favorecen.

Esta etapa incluyó el diseño de los instrumentos de la evaluación para la obtención de la información deseada. Para cada indicador seleccionado fue determinado el mecanismo de medición más adecuado, los cuales variaron en función del nivel de análisis de referencia. Los indicadores finales resultantes en cada sistema productivo tuvieron un carácter relativo que se ajustó a una escala.

De manera general, fueron presentadas dos o más circunstancias básicas en función de que existan o no valores de referencia en los criterios de diagnóstico. Cuando no existió, fue asignado al mayor de los valores resultantes en cada sistema el valor 100 y los menores fueron obtenidos como porcentaje del valor absoluto de este. Si, por el contrario, existe un valor de referencia se tomaron los porcentajes relativos al mismo en cada sistema de producción.

La construcción de los indicadores de sustentabilidad compuestos y estandarizados fue realizada por medio del agrupamiento de los subindicadores orientados por su similitud de objetivos.

En continuación, un resumen de los indicadores de sustentabilidad manejados, con el valor de ponderación de cada subindicador: la calidad del producto, número de especies útiles que se manejan, sanidad de los cultivos, conservación del suelo y del agua, nivel de aporte y manejo de la materia orgánica, preservación de la contaminación por pesticidas, disponibilidad de insumos orgánicos, nivel organizativo de la caficultura familiar (Cuadro 5.4).

Los otros indicadores de sustentabilidad fueron obtenidos directamente por medio de una sola variable en una escala estandarizada. Fueron el rendimiento físico, la relación energía de salida/energía de entrada, el beneficio (balance económico), la diversidad genética del café, la vegetación natural circundante, la disponibilidad de nutrientes, la diversificación de la renta, la capacidad de adopción de innovaciones, la adopción de tecnologías apropiadas, la demanda de la fuerza de trabajo, la distribución de la renta, la Integración familiar en la producción y toma de decisión, el nivel de capacitación de los caficultores, la capacidad de gestión, el grado de uso de insumos internos (dependencia de insumos externos), la eficiencia de la utilización del préstamo bancario y la dependencia externa de alimentos (Cuadro 5.4).

**Cuadro 5.4- Resumen de los indicadores estratégicos adoptados para la evaluación de la sustentabilidad en sistemas de producción de café.**

Indicadores estratégicos	Subindicadores y valores de peso o ponderación adoptado
1- Rendimiento físico	1- Productividad física por hectárea
2- Calidad del producto	1- Tipo del café (1) y 2- por bebida [1]
3- Beneficio (balance económico)	1- Balance económico por hectárea
4- Energía salida/ energía entrante	1 -Índice de energía salida/energía entrada
5- Diversidad genética del café	1- Grado de diversidad genética del café
6- N° de especies útiles que se manejan	1- Porcentual de parcelas cultivadas con explotaciones útiles asociadas al café (1)
	2- Porcentual de parcelas que cultivan especies alimentarias en asociación al café (1)
7- Vegetación natural circundante	1- Nivel de ocurrencia de la vegetación natural circundante
8- Diversificación de cultivos	1- Porcentaje de agricultores que cultivan otras actividades económicas
9- Sanidad de los cultivos de café	1- Nivel de incidencia de broca en granos almacenados (2)
	2- Nivel de incidencia de minador de hoja (1)
	3- Nivel de incidencia de Cercospora (1)
	4- Nivel de incidencia de Roya del café (5)
10- Conservación del suelo y del agua (riesgo de erosión)	1-Signos de erosión en la parcela de café (1)
	2- Manejo de las yerbas espontáneas (2)
	3- Manejo de los caminos internos en la parcela de café (1)
11- Nivel de aporte y manejo de la materia orgánica	1- Ciclado de biomasa de cobertura (3)
	2- Manejo de la vegetación espontánea (4)
	3- Frecuencia de aporte de biomasa al suelo (2)
	4- Reciclaje de la biomasa del café (1)
	5- Manejo de la biomasa del café (2)
	6- Balance de la materia orgánica del suelo (1)
12- Preservación ambiental de la contaminación por pesticidas (riesgo de contaminación)	1- Agrotóxico aplicado asociado a la clase toxicológica y la peligrosidad ambiental (2)
	2- Uso de Equipos de protección individual – EPI y acondicionamiento del producto (1)
	3- Ubicación de los cultivos en relación as las fuentes hídricas (1)
	4- Manejo de la vegetación en las parcelas de café (1)
13- Disponibilidad de nutrientes	1- disponibilidad de nutrientes y manejo de la fertilidad
14- Diversificación de la renta	1- Porcentaje de ingresos proveniente de otras actividades
15- Disponibilidad de insumos orgánicos	1- Disponibilidad y uso de la cáscara del café (1)
	2- Disponibilidad y uso del estiércol en el cultivo de café (1)
16- Nivel organizativo de los caficultores familiares	1- Porcentaje de los caficultores afiliados (2)
	2- Nivel de frecuencia en las asambleas (1)
17- Capacidad de adopción de innovaciones con tecnologías apropiadas de bajo insumo	1- Apropiación de las tecnologías: cultivo de variedades resistentes a la roya, asociación con leguminosas, desbroza manual para deshierbe en por lo menos 50% de las operaciones de cultivo, cultivo de barreras vivas.
18- Demanda de fuerza de trabajo	1- N° de jornal generado por hectarea de café
19- Integración familiar en las decisiones	1- Integración familiar en el proceso de producción y tomada de decisión
20- Nivel de capacitación	1- Nivel de capacitación de los caficultores
21- Nivel de gestión de las fincas	1- Capacidad de gestión del caficultor
22- Grado de uso de insumos internos	1 -Recursos internos y externos /unidad del producto (dependencia de insumos externos)
23- Eficiencia de la utilización del prestamo bancario	1- Recursos externos obtenido por préstamo bancario en relación la producción por ha
24- Fracción de alimento familiar producidos en la propia finca	1- Porcentaje de alimentos producidos para la familia

[1] El número entre paréntesis significa la ponderación atribuida a los subindicadores.

### **5.2.6- Paso 6- Conclusiones y recomendaciones**

Finalmente, en este paso se hizo la síntesis del análisis y se propusieron las sugerencias y las medidas para fortalecer la sustentabilidad de los sistemas de manejo de la caficultura de base familiar del Estado del Espíritu Santo, así como para mejorar el proceso de evaluación para el monitoreo del resultado de las prácticas y su efecto en la sustentabilidad de los agroecosistemas mencionados.

## 6 – RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO DE CAFÉ Y DISCUSIÓN

### 6.1- Rendimiento físico de la productividad

La productividad se define como el producto obtenido por unidad de recurso empleado. En este caso se van a calcular indicadores relativos a la productividad física, el beneficio económico y la eficiencia energética.

Las fincas cafetaleras presentaron áreas medias similares, variando de 13,8 a 17,4 hectáreas; el área total del café orgánico ocupó una superficie media de 3,5 ha, menor que a de los demás sistemas y representaron un 22% del área de la finca. Correspondió aproximadamente el 50% de las áreas totales cultivadas con café en los sistemas de CC y el de BPA. Las propiedades muestradas en el sistema convencional y BPAs presentaron, respectivamente, el 41% y el 50% de sus áreas totales cultivadas (Tabla 6.1) con café, demostrando su dependencia económica de la actividad. Resultados semejantes fueron constatados por Schmidt, De Muner, Fornazier (2004), donde observaron que el café arábica fue la principal fuente de renta de la Agricultura Familiar, con la contribución media del 71% del total de las rentas en las fincas. La producción media total de café de las zafras en el periodo comprendido entre 2006 a 2009 fue de 4914, 2706 y 11508 kg por finca, respectivamente, para los caficultores CC, CO y BPA (Tabla 6.1).

En efecto: el paso de la tierra de generación en generación ha ido fragmentando las parcelas de las fincas. Se ha encontrado que la superficie media de las fincas es de 15,6 hectáreas (ver Tabla 6.1), haciendo muy difícil la supervivencia económica de esta agricultura, a medida que los hijos de agricultores van constituyendo familia. Por ello, se pueden encontrar diferentes estrategias productivas como el trabajo como aparcerero y la venta de mano de obra para otras fincas de agricultores empresariales.

**Tabla 6. 1- Área de café y producción (kilogramos beneficiados de 60 Kg) en las fincas cafetaleras en el periodo 2006-2009.**

Sistemas	AF	AC	%	CP	CF	Producción (2006-2009)				
	Áreas de la finca y de café					2006	2007	2008	2009	Promedio
	ha	ha	%	ha	ha	Kilogramos por finca				
CC	17,4	7,2	41	6,3	0,9	6168	3480	7044	2952	4914
CO	15,8	3,5	22	3,1	0,4	3366	2118	3588	1746	2706
BPA	13,8	6,9	50	6,7	0,2	13206	9840	13500	9498	11508
Media	15,6	5,8	37	5,3	0,5	7560	5160	8040	4740	6360

AF = área total de la finca, AC = área total de café, CP = área de café en producción, CF = área de café en formación.

Otra consecuencia de esta disminución de la superficie de la finca por esta fragmentación, es la tendencia del aprovechamiento de zonas de difícil accesibilidad en suelos con altas pendientes, inadecuadas para el uso agrícola y susceptible a la erosión, con difícil condición para realizar las labores. Por otro lado, se da la tendencia de ocupar con el cultivo de café regiones cercanas de los manantiales y arroyos, que son consideradas, por ley, áreas de preservación permanente (APP), que establece diferentes franjas, con distancias de protección, que se relacionan con

los cuerpos hídricos (Ley Federal nº 4.771/65, 2008). Esta cuestión ha generado un problema socioambiental de grandes proporciones, que necesita de estrategias adecuadas y del establecimiento de políticas públicas para enfrentarse a esta realidad en las regiones de las Montañas de las zonas cafetaleras del Espírito Santo.

En cuanto a los datos de productividad por unidad de superficie (kilogramos de café por hectárea), estos han sido obtenidos como promedio de las últimas cuatro campañas de los caficultores entrevistados. Los mayores rendimientos medios observados en las cuatro campañas fueron constatados en las fincas que utilizaron las buenas prácticas agrícolas. No fueron observadas diferencias significativas en las productividades entre el sistema CC y CO. Se constató que la aplicación de tecnologías asociadas a la utilización de las buenas prácticas agrícolas promovió un sensible incremento de la producción y de la productividad, superior al 100% (Tabla 6.2).

En este sentido, es necesario señalar que estos valores medios resultantes del cultivo convencional son muy similares a las medias de los obtenidos por la Compañía Nacional de Abastecimiento - CONAB (responsable de realizar la previsión de las zafra brasileñas de café en el Estado de Espírito Santo y en todo territorio nacional). Además, son datos que demuestran coherencia con los datos del diagnóstico de la "Cadena Productiva del Café Arábico de la Agricultura Familiar de Espírito Santo, (Schmidt, De Muner, Fornazier, 2004), con productividad que varía entre 12 a 15,2 sacos ha<sup>-1</sup> y con los reportados por INCAPER (2009) para las zafra de 1995 a 2008 de esta región (de 10 a 14 sacos ha<sup>-1</sup>). Ello permite apuntar que la muestra establecida en este trabajo es representativa en esta zona, no sólo en cuanto a los rendimientos en sí, sino también respecto a los factores climáticos, los edáficos, el manejo, etc., que influyen en la consecución de los mismos.

**Tabla 6.2- Rendimientos del cafetal CC, CO y BPA en kilogramos beneficiados por ha en el periodo 2006-2009.**

Sistema de producción	Área en producción ha	Productividad media en los años 2006-2009				
		2006	2007	2008	2009	Promedio
		Kilogramos por hectárea				
CC	6,3	984	558	1122	474	768 <b>a</b>
CO	3,1	1086	684	1158	564	864 <b>a</b>
BPA	6,7	1962	1464	2004	1410	1782 <b>b</b>
Media	5,3	1320	900	1440	840	1140

Medias seguidas de la misma letra, en la misma columna, no difiere estadísticamente entre sí (ANOVA pos hoc HSD p=0,05). 1 saco = 60 kg de café beneficiado.

De acuerdo con el valor de la productividad considerada referencia, mayor que 1800 kg/ha (100%), los sistemas de producción CC, CO y BPA presentaron el valor de indicador de sustentabilidad del 42,6%, el 48,0% y el 99%, respectivamente. No obstante, es necesario reiterar que los cafetales que iniciaron la reconversión para sistemas más ecológicos, eran poco productivos y por falta de asesoramiento técnico, incluso no abonaban, ni trataban contra las plagas y enfermedades, buscando solamente el sobrepago para los cafés orgánicos.

Los resultados muestran que las fincas en producción orgánica, son estables y han superado la limitación de la transición, los cuales se encuentran en valores similares

a los reportados por Sarcinelli y Ortega (2006), en São Paulo (996 kg ha<sup>-1</sup>) ó Hagggar *et al.* (2011) en Nicaragua (942 kg ha<sup>-1</sup>). Basamos este planteamiento de estabilidad, por lo propuesto por Malta *et al.* (2007) quien evalúa el café en sistema orgánico en conversión, donde observa diferencias en el segundo año, siendo la productividad inferior a la del cultivo convencional, influenciado por la nutrición de las plantas. Así mismo, reportes como Sosa *et al.* (2004), en donde la producción convencional fue un 50% mayor que en las fincas orgánicas. Lyngbaek *et al.* (2001), en Costa Rica e Zúñiga (2000), en Nicaragua, han reportado productividades por hectárea un 22% y 25%, respectivamente, mayor en fincas convencionales.

No obstante, es necesario resaltar las dificultades observadas en los sistemas orgánicos de producción de café, principalmente en relación a la disponibilidad de fertilizantes orgánicos en las fincas, tratamiento de las plagas y enfermedades y que esos agricultores buscaban principalmente el sobreprecio pagado para estos cafés. Van der Vossen (2005), en un análisis crítica sobre la sustentabilidad agronómica y económica de la producción del café orgánico, afirmó que para mantener niveles de producción económicamente viables, grandes cantidades adicionales de abonos orgánicos tendrán que venir de fuentes externas para satisfacer las necesidades de nutrientes. Concluye que la mayoría de los pequeños agricultores no pueden adquirir tal cantidad, con consecuente disminución de rendimientos. En consecuencia, es necesario definir lo que es la producción sostenible de café para proporcionar el mantenimiento de la calidad de vida de los pequeños agricultores.

## 6.2- Calidad del café

El café fue clasificado de acuerdo con la norma brasileña (Resolución nº 12.178) que fija padrones de calidades y de identificación del café a través de métodos físicos (tipo) y sensoriales (bebida). Fueron establecidos estos dos subindicadores de la calidad.

### 6.2.1- Calidad evaluada por tipo (en las cosechas de 2007/2008 y 2008/2009)

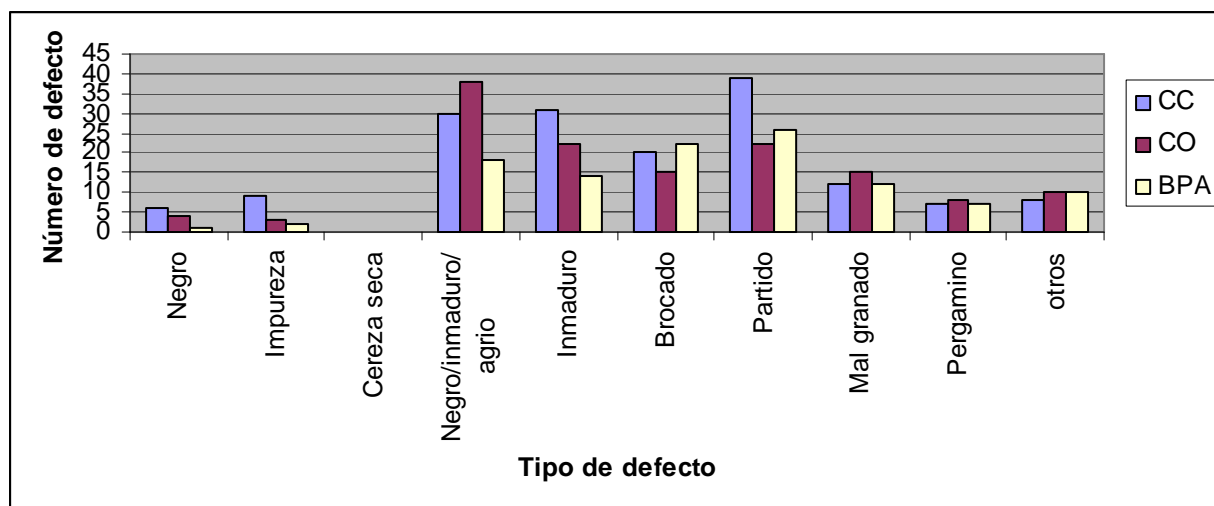
La calidad del café obtenida para el tipo especificado en las Tablas 6.3 y 6.4 refleja directamente el empleo de tecnologías por el caficultor, principalmente relativas a la nutrición, al manejo de la broca del café durante el año agrícola, a la pluviosidad, a la época adecuada para recolección, así como al manejo de los granos en la post cosecha.

**Tabla 6.3- Tipo y número de defectos encontrados en la clasificación física del café.**

Sistemas	Negro	Imp.	CS	NIA	Inmaduro	Brocado	Partido	MG	Pergamino	otros	Total
	Número medio de defectos observados en las muestras de café (Nº)										
CC	6	9	0	30	31	20	39	12	7	8	162
CO	4	3	0	38	22	15	22	15	8	10	137
BPA	1	2	0	18	14	22	26	12	7	10	112
Media	3,7	4,7	0,0	28,7	22,3	19,0	29,0	13,0	7,3	9,3	137,0

Imp.= impurezas (materiales extraños); CS=cereza seca (café en "côco"); NIA = negro, inmaduro, agrio; MG = mal granado.

La clasificación por tipo totalizó para el sistema convencional la media de 162 defectos, para los orgánicos 137 defectos y 112 defectos para los de agricultores de buenas prácticas agrícolas, confirmando una clasificación del Tipo 7 (entre 160 y 220 defectos físicos) para el CC y 6 - 6/7 (entre 86 – 160 defectos) para los CO y BPA (Figura 6.1). Los defectos predominantes, en todas las muestras fueron el partido (mordido), el NIA (negro, inmaduro y agrio), los inmaduros y brocados, con el número medio de 29, 28,7, 22,3 y 19, respectivamente (Tabla 6.3).



**Figura 6.1- Tipo y número de defecto del café según los sistemas de producción.**

Los resultados para el tipo 6, 6/7 y superiores fueron del 62,5% para el CC, del 81,8% para el CO y del 80,0% para el BPA. Pero, solamente el sistema orgánico ha producido café del tipo 2, 3 y 4 (de mejor calidad), totalizando el 18,2%. La frecuencia del tipo 6 y superiores fueron (de media) el 74,5% para los sistemas de cultivo de café familiar del Espíritu Santo (Tabla 6.4). Los resultados obtenidos para la calidad en cuanto al tipo fueron mejores, cuando fueron comparados con los trabajos realizados por Fornazier et al. (2000) y De Muner et al. (2001), en análisis de la calidad del café arábico del Espíritu Santo, en los cuales se ha demostrado mejoras crecientes de la calidad del café producido en la zona de montañas.

**Tabla 6.4- Tipos de café arábico en diferentes sistemas de cultivo en la región de las montañas del Espíritu Santo.**

Calidad del café por Tipo	Sistemas de producción							
	CC		CC		CC		CC	
	NM	%	NM	%	NM	%	NM	%
Hasta 46 defectos ( Tipo 2, 3 y 4)	0	0,0	2	18,2	0	0,0	2	4,3
De 46 a 86 defectos (Tipo 5, 5/6)	2	12,5	6	54,5	6	30,0	14	29,8
De 86 a 160 defectos (Tipo 6 y 6/7)	8	50,0	1	9,1	10	50,0	19	40,4
De 160 a 220 defectos (Tipo 7)	6	37,5	0	0,0	4,0	20,0	10	21,3
de 220 hasta 360 defectos (Tipo 7/8 y 8)	0	0,0	2	18,2	0,0	0,0	2	4,3
Total	16	100,0	11	100,0	20	100,0	47	100,0

NM = N° de muestras

Por tanto, el resultado del indicador de sustentabilidad respecto a la calidad por tipo fue, respectivamente, 55,0%, 70,8% y 62% para los sistemas CC, CO y BPA.

### 6.2.2- Calidad evaluada para la bebida (en las cosechas del periodo 2007/2008 y del 2008/2009)

La calidad del café obtenida para bebida (calidad en la taza), especificado en la tabla 6.5, refleja directamente el manejo adoptado y las tecnologías empleadas por el caficultor, principalmente en las fases de recolección y en la poscosecha, en el secado y en el beneficio para la producción de café de calidad superior.

**Tabla 6.5- Bebidas de café arábico en diferentes sistemas de cultivo en la región de las Montañas del Espíritu Santo.**

Tipo de Bebida	Sistemas de producción					
	CC		CO		BPA	
	Nº muestras	%	Nº muestras	%	Nº muestras	%
Apenas mole	0	0,0	2	18,2%	0	0,0%
Dura	4	25,0	5	45,5%	12	60,0%
Dura/riada	2	12,5	0	0,0%	1	5,0%
Riada	3	18,8	3	27,3%	3	15,0%
Riada/río	7	43,7	1	9,1%	4	20,0%
Total	16	100,0%	11	100%	20	100%

Los mayores porcentajes de mejor padrón de bebida fueron observados en el café orgánico, seguido de aquellos de las BPA, con porcentajes de bebida dura y mejor del 63,7% y del 60%, respectivamente. Lo que en parte explica los mejores precios recibidos por esos cafés. Esos porcentajes fueron de apenas el 25% en sistema de cultivo convencional, donde predominaron bebidas riadas a río, con el 62,5% de las muestras analizadas.

Para el CO se ha observado una mejoría en la producción de café de calidad superior. Los caficultores produjeron café orgánico de “Bebida Apenas Mole”, considerado un producto “gourmet”, muy apreciado y valorado en los mercados y consumidores más exigentes, probando que el café orgánico puede tener calidad de excelencia. Se observa que esta producción fue obtenida por caficultores familiares, que utilizaron maquinarias y equipamientos adaptados en sus fincas, de forma más ecológica y solidaria.

Los cafés producidos por los agricultores que vienen adoptando buenas prácticas agrícolas, se concentraron notoriamente en la producción de café de “Bebida dura”, también una bebida de sabor bastante apreciado en los mercados. Este tipo de bebida fue sensiblemente superior a las demás, pero se observó una cantidad razonable de sabores “Riada-Río”, menos valorado en el mercado consumidor.

Los resultados indicaron que los agricultores familiares tienen un gran potencial para la mejoría de la calidad, principalmente en cuanto a la bebida y así alcanzaron mejores precios de sus productos, tanto en el mercado interno, como en el de exportación. Por tanto, el resultado del indicador de sustentabilidad respecto a la calidad por bebida fue: del 46,2%, del 67,2% y del 61% para los sistemas CC, CO y



BPA, respectivamente.

Ha sido notoria, de una forma general, una mejoría significativa en la producción de café arábico de calidad superior en las montañas capixabas, confirmado por otras fuentes, por el comportamiento del mercado consumidor en la adquisición de café regional, con premiaciones y un precio superior obtenido por caficultores de la zona cafetalera. Donna et al. (2008) relataron trabajos de constante mejoría, de una forma general, en la calidad de los cafés del Espíritu Santo, a demás de los esfuerzos para una producción de forma más sustentable, con la adopción de procesos eficientes y transparentes con responsabilidad ambiental y social en la producción por parte principalmente de los afiliados a las cooperativas.

El resultado final del indicador de sustentabilidad “Calidad del Café” obtenido por medio de la ponderación de la media entre los dos subindicadores calidad por la bebida y calidad por tipo fueron, respectivamente, del 50,6%, del 69% y del 61,5% para el sistema CC, CO y BPA.

### **6.3- Relación beneficio económico y costes**

#### **6.3.1- Costes de Producción**

Los costes totales de producción por hectárea fueron mayores en los sistemas de cultivo que utilizaron BPA y en el orgánico, mientras no se observaron diferencias significativas entre ellos. Esos costes pueden ser principalmente explicados por el uso de dosis más elevadas de fertilizantes y por la demanda de mano de obra en el período de cosecha en el sistema de BPA, debido a la mayor productividad obtenida en este sistema.

Formentini *et al.* (2008), en análisis de los costes del café orgánico en la región de las montañas del Espíritu Santo, encontraron costes totales de producción de R\$ 3.222,89 por hectárea, para la productividad media de 16 sacos por hectárea, siendo el costes por saco de R\$201,43, los cuales se asemejan a la productividad y los costes totales del sistema orgánico de la región investigada. Los autores afirmaron que los gastos fueron de un 41% para la fertilización y un 59 % para la mano de obra.

Para el sistema orgánico se observaron mayores gastos principalmente con la mano de obra y con la certificación de la producción, obligatoria para este sistema de producción). Los convencionales y orgánicos, aunque con productividad semejante, presentaron costes totales diferenciados, influenciados por los distintos factores de producción, principalmente por la reducción de los costes de mano de obra en la fertilización del sistema de cultivo convencional (Tablas 6.6 y 6.8). Resultados semejantes fueron obtenidos por Saito (2004) y Sosa et al. (2004).

El grado de mecanización en los cultivos es bajo, lo que refleja en los altos porcentajes de empleo de mano de obra respecto del total, típica de la explotación familiar de café en las Montañas de Espíritu Santo, debido los cultivos en regiones accidentadas.

**Tabla 6.6- Costes medios del sistema de producción convencional, orgánico y BPAs según los factores de producción ( $\pm$  EE).**

Factores	Convencional		Orgánico		BPAs	
	R\$/ha	%	R\$/ha	%	R\$/ha	%
Fertilización	537 $\pm$ 95,9 a	28	336 $\pm$ 72,6 a	11	1.100 $\pm$ 77,6 b	28
Mano de obra	1.095 $\pm$ 83,4 a	56	1.784 $\pm$ 228 b	59	2.022 $\pm$ 131 b	52
Fitosanitarios	195 $\pm$ 57,1 a	10	-	-	267 $\pm$ 61,9 a	7
Maquinaria	113 $\pm$ 20,6 a	6	262 $\pm$ 20,6 a	9	433 $\pm$ 49,3 b	11
Certificación	-	-	654 $\pm$ 179 a	21	44 $\pm$ 40 b	2
Total	1.940 $\pm$ 191 a	100	3.036 $\pm$ 384 b	100	3.866 $\pm$ 227 b	100

Medias seguidas de la misma letra, en la línea, no difiere estadísticamente entre si (Tukey y Mann Whitney,  $p=0,05$ ).

Se observó que la utilización de maquinaria fue mayor en las propiedades de cultivo que utilizaron las BPA, principalmente en el transporte de insumos y de la producción y también en los procesos poscosecha, asociados a la seca de los granos de café. Mientras los caficultores orgánicos y convencionales (de forma predominante), secan los granos de café a pleno sol, con gastos restringidos, principalmente, con mano de obra. Los costos de maquinaria en el sistema orgánico presentaron una tendencia al aumento, debido a la utilización de vehículos en la fase de transporte interno de grandes volúmenes de fertilizantes orgánicos (Tabla 6.6).

En el sistema orgánico, el efecto del costo de la certificación, representa cerca del 21% de los costos totales (Tabla 6.6). En el sistema orgánico la certificación son hechas por la Asociación de Certificación de Productos Orgánicos del Espirito Santo - Chão Vivo, mediante un acuerdo de cooperación con la empresa alemana BCS Oko - Garantie GmbH, posibilitando la comercialización de la producción orgánica Capixaba en los mercados internacionales. Los caficultores orgánicos que están afiliados a cooperativas son certificada por la Fair Trade. En BPAs, el 75% de los caficultores son afiliados a cooperativas que son acreditadas y participan del sistema de comercio justo (Fair Trade), solo 10% de las fincas son certificadas por Utz Kapeh (Tabla 6.7). En el sistema de cultivo convencional solamente el 25% de los agricultores son afiliados a las cooperativas y el 12,5% en cooperativas que son acreditadas a Fair Trade.

**Tabla 6.7- Relación de la certificación de la producción de la caficultura familiar en Suroeste y Caparaó en Espirito Santo.**

Sistemas de producción	Chão Vivo <sup>1</sup> (%)	Fair Trade (%)	Utz Kaphe (%)
Convencional	-	12,5	-
Orgánico [1]	100,0	100,0	-
BPAs	-	65,0	10,0

[1] Productores pueden tener varias certificaciones. Estadística de las zafras 2008 y 2009.

Caixeta y Pedini (2002) relataron que el coste de la certificación impuesto por las certificadoras puede ser un impedimento para el éxito del sistema de cultivo orgánico, principalmente en el escenario futuro de reducción del premio pagado a estos cafés, debido a las exigencias del mercado consumidor en relación a la calidad del producto y la competición por estos nichos de mercado. A este respecto Gliessman *et al.* (2007) sugieren un cambio ético y de valores para reconvertir el

mercado en una reconexión entre el consumidor y productor, pero considerando las precauciones que al caso deben ser tomadas como la experiencia en Chiapas - México descrita por Renard (2010).

Se constató que el costo del control de plagas y enfermedades se situó respectivamente entre el 7 y el 10% del coste total de producción, para el sistema de cultivo con el uso de BPA y para el sistema CC. No se observó una utilización de fitosanitarios en el sistema orgánico de producción. Son utilizadas diversas caldas y productos para fertilización foliar que poseen efectos complementarios en el control de las plagas y de las enfermedades (Tabla 6.6).

Se observó que la recolección es el coste más importante en términos porcentuales en todos los sistemas de producción, representando el 68%, el 45,0% y el 69% de los costes totales de las labores, respectivamente, en el CC, CO y BPA (Tabla 6.8 y Figura 6.2). Los costes de la mano de obra para la limpia fueron similares para los sistemas convencionales y de BPAs, pero predomina el uso de herbicidas para estos cultivos, disminuyendo el número de jornales; en el orgánico utiliza más las desbrozas para el desyerbe, lo cual aumenta los costes porcentuales referentes a la mano de obra (Tabla 6.8). Mientras el control de hierbas usando desbrozadoras manuales ha sido una práctica eficiente para evitar las pérdidas del suelo por erosión en esas áreas de cultivo de café arábica del Espirito Santo (Rocha et al., 2000).

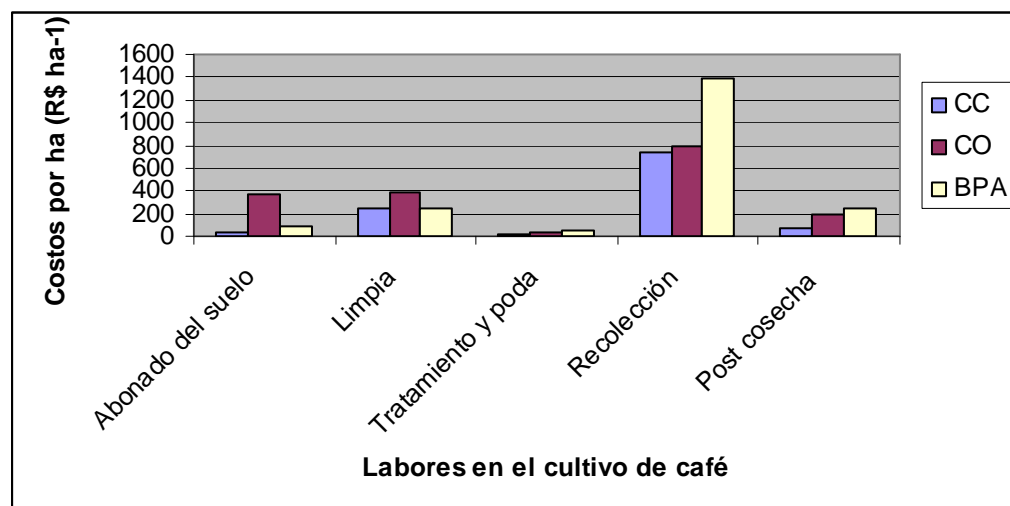
Otro importante componente en el costo de la mano de obra es el abonado de suelo, que representó cerca del 21% de los costos de mano de obra, cerca de 10 veces superior al sistema convencional (Tabla 6.8). Esos datos concuerdan con los obtenidos por Mora-Delgado, Ramírez, Quirós (2006), que constataron que la fertilización orgánica del café, en sistemas de caficultura campesina en Costa Rica, representaron los mayores costes de producción, tanto en el coste del abono orgánico, como en la mano de obra necesaria para su elaboración y aplicación en los cultivos.

**Tabla 6.8- Costes medios de las labores en los sistemas de cultivo de café.**

Labores en las fases/explotación	Sistemas de Producción de Café					
	Convencional		Orgánico		Buenas prácticas	
	R\$/ha	%	R\$/ha	%	R\$/ha	%
Abonado del suelo	31,8	2,9	370,0	20,7	81,5	4,0
Limpia	244,3	22,1	389,6	21,8	250,0	12,1
Tratamiento foliar/poda	11,4	1,0	32,7	1,8	50,4	2,5
Recolección	742,1	68,0	797,3	45,0	1390	69,0
Post cosecha	64,4	5,9	194,4	10,9	249,81	12,4
Total laboreo	1094,0	100,0	1784,0	100,0	2022,0	100,0

Costa et al. (2002) calcularon el coste de producción para la misma región de estudio y concluyeron que la mano de obra total representó cerca del 50% de los costes de producción. Rocha et al (2009), analizando los costes de formación y producción de café arábica en la región, observaron que los costes de la mano de obra evolucionaron del 17% en el primer año, hacia más del 66% con el aumento de la productividad, siendo que la cosecha fue responsable por más del 50% de estos costes.

El hecho de que el coste de recolección por hectárea sea más alto en el cultivo de BPA está, en un principio, íntimamente relacionado con el mayor nivel de productividad (kilogramos de café) por hectárea. Todavía, el coste unitario en la recolección es menor en el BPA, porque cuanto menor es la productividad, hay una mayor tendencia a disminuir el rendimiento de la mano de obra en la cosecha.



**Figura 6.2- Costes medios de las labores en los sistemas de cultivo de café.**

Sin embargo, la participación porcentual de mano de obra en los costes de producción de los diferentes sistemas son semejantes, variando del 52 al 59% (Tabla 6.6). Se ha observado que la cantidad de mano de obra empleada en el sistema CO (64 jornales) fue superior al CC (38 jornales) y fue similar al de BPA (63 jornales), pero en el sistema orgánico se evidenciaron resultados bastantes inferiores en la productividad por hora de trabajo (Tabla 6.9). Schmidt, De Muner, Fornazier (2004) constataron que la caficultura familiar emplea sus propios recursos para satisfacerla y no supone un gasto extra, siendo que la fuerza de trabajo familiar en la región es de 3,62 personas por propiedad. Pero ha sido necesaria la contratación de alguna mano de obra para auxiliar en la fase de la cosecha del café.

**Tabla 6.9- Índices de productividad de los sistemas de producción de café CC, CO y BPA.**

Índices de productividad	Convencional	Orgánico	Buenas Prácticas
Costes por saco (R\$/saco) <sup>1</sup>	151,75 <b>a</b>	212,30 <b>b</b>	134,40 <b>a</b>
Costes jornales (R\$/ha)	1.095,00	1.784,00	2.022,00
Costes mano de obra (R\$/saco)	85,55	123,89	68,08
Nº de jornales/ha (Nº/ha)	38	64	63
Kg de café/hora de trabajo	2,5	1,7	3,5

1- Medias seguidas de la misma letra, no difiere estadísticamente entre si (ANOVA pos hoc HSD p=0,05).

Todavía puede ser percibido como negativo por aquellos caficultores que emplean mano de obra contratada, no tanto por el precio de ésta, sino principalmente por la dificultad de encontrar trabajadores en la zona cafetalera.

### 6.3.2- Balance Económico

Se constató que los mayores valores recibidos por saco beneficiado de café fueron en el sistema orgánico de producción, debido a la valorización del mercado por el tipo de café obtenido, orgánico y despulpado; seguido del café originado de las BPAs, que presentaron mayor proporción de cafés de mejor calidad, cuando se comparó al producto obtenido por el sistema convencional. El precio del orgánico fue superior (un 40%) al precio del café convencional y un 28% con relación a los precios del café de BPA (Tabla 6.10 y Figura 6.3)

El precio medio de la comercialización del café común (tipo 7, bebida riada, con hasta el 10% de broca) en el mercado fue de R\$ 184,05 por saco de 60 kg beneficiado (Centro de Comercio de Café de Vitória, 2009), un 5,9% inferior al precio medio del café comercializado en el sistema convencional.

Los cafés orgánicos son, generalmente, despulpados, un 12% (a más de lo sistema BPA), en la cual añade valor al producto, por la forma diferenciada de producción, pero también por ser el café despulpado (cereza descascado) de mayor valor económico en el mercado consumidor.

Los caficultores orgánicos que produjeron cafés despulpados totalizaron un 91%, mientras los de BPA totalizaron el 55% del total de los agricultores en la zafra 2008 y 2009. Por otro lado, la cantidad del café despulpado fue, respectivamente, del 44% y del 32% para el sistema CO y BPA respectivamente, en relación a la cantidad de café producido, en aquellas cosechas.

La cantidad de café despulpados varían con la condición climática de la región y el manejo adoptado por el caficultor; sus precios cambian de acuerdo con las demandas y ofertas del mercado internacional. Sin embargo también, el mercado local presenta una oportunidad interesante, principalmente para que los caficultores orgánicos familiares amplíen las opciones de ventas, directamente al consumidor.

El café orgánico despulpado presentó un precio diferenciado en el mercado, debido principalmente a la mejor calidad en la taza y por la aceptación del mercado. Además de que la comercialización de estos productos fue hecha con la mediación de la Cooperativa de las Federaciones de las Asociaciones Familiares del Caparaó (COOFACI), donde los caficultores orgánicos familiares están afiliados.

Los caficultores orgánicos han encontrado dificultades en la comercialización de su producto, alegando que actualmente los precios de mercado no fueron justos, ante el coste de producción de este tipo de café, detectando esta debilidad y la poca demanda para el café orgánico en el mercado consumidor. Esta realidad también fue reportada por Oliveira, (2007), afirmando que es necesario encontrar consumidores que estén dispuestos a pagar un mayor sobreprecio por el café producido de forma orgánica.

Todo lo anterior resalta la importancia que tienen los niveles de ingresos, especialmente la consecución de un sobreprecio en la economía de las explotaciones para los cafés despulpados y más aún, en el sistema de producción orgánico.

El sobreprecio del café orgánico contribuye, en la mayoría de los casos, a la mayor rentabilidad financiera de la producción (Rice y Ward, 1997; Saito, 2004). Caixeta y Pedini (2002) resaltaron que el café orgánico ha sido valorado con premio que varían del 30 al 100% superior al precio del café convencional, dependiendo de las exigencias del mercado, de la calidad del producto y la competencia por estos nichos de mercado.

A su vez los caficultores familiares convencionales pueden hacer algún tipo de inversión para mejorar de la calidad del café, para añadir valor al producto, además de usar métodos más amigables al medio ambiente. La organización comunitaria de esos agricultores por medio de la cooperativa es fundamental para la inserción más igualitaria en el mercado y haber mejor distribución de renta entre los caficultores familiares.

El valor medio de los ingresos obtenidos por unidad del producto (sacos beneficiados de 60 kg) en la comercialización del café producido se valoró en el sistema convencional en R\$ 194,81 reales brasileños; 274,54 para el orgánico y 214,23 para el café producido en el sistema de BPA (Tabla 6.10).

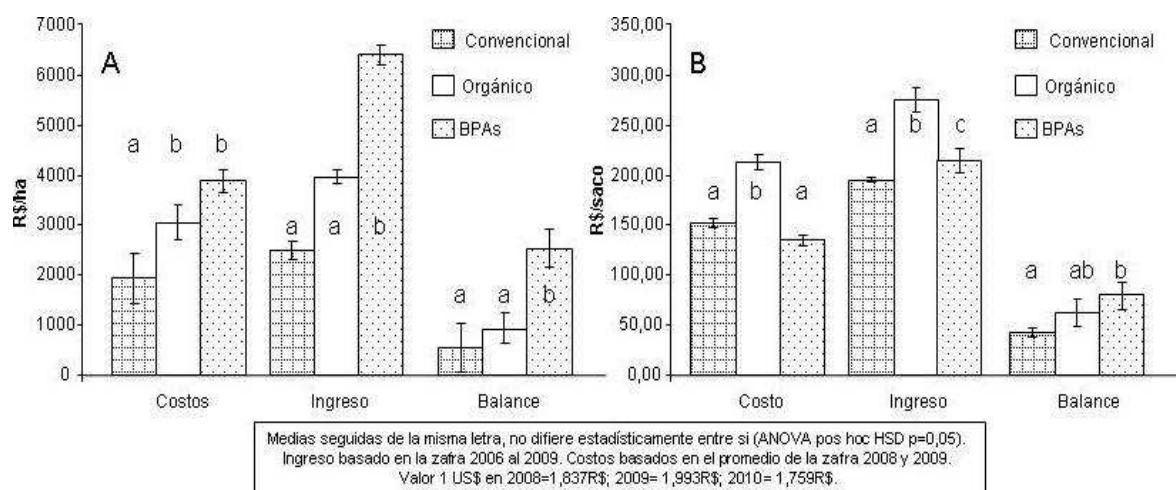
Se observó que la sustentabilidad económica está en la relación directa de la productividad y de la mejoría de la calidad del café, disminuyendo los costos de la producción y añadiendo valor al café comercializado. La certificación añade valor, tanto en el sistema BPA para comercialización en el mercado justo (Fair Trade) y principalmente en el mercado del café orgánico.

**Tabla 6.10- Cantidad (%) de café de diferentes calidades y precios medios pagos al caficultor en los diferentes sistemas de cultivo.**

Sistemas de producción	Café despulpado				Café natural				Precio medio (R\$/saco)
	NF	Finca (%)	Café (%)	Precio [1]	NF	Finca (%)	Café (%)	Precio [1]	
CC	0	0	0	[2]	16	100	100	195,00	195,00
CO	10	91	44	325,00	11	100	56	240,00	274,54
BPA	11	55	32	277,00	20	100	68	195,00	214,23

[1]: (R\$/saco), [2]: No hubo producción del café despulpado para el sistema CC, NF = N° de Fincas

El mayor retorno económico por hectárea, durante las dos campañas mostradas (2008 y 2009), fue obtenido en las propiedades que utilizaron el sistema BPA debido a la mayor productividad, en el que presentó un balance positivo de R\$79,84 por saco beneficiado y un total de R\$2.522,00 por ha. El sistema orgánico tuvo un balance económico de R\$925,90 por hectárea, superior en un 70,5% al convencional (R\$543,11 por ha). Aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa (Figura 6.3 A). Mientras, el balance económico medio por unidad de producto demostró una tendencia de mejores resultados económicos para los de BPAs, intermedio para el orgánico e inferior para el convencional. El balance por saco fue estadísticamente igual entre el sistema convencional y el sistema orgánico y también entre el orgánico y el BPA (Figura 6.3 B).



**Figura 6.3- Balance económico medio de los sistemas convencionales, orgánico y de buenas prácticas por hectárea y por unidad de producto (saco de 60 Kg).**

El balance de la actividad en las fincas cafetaleras evidencia ingresos considerados bajos para el CC y CO, agravado por la gran dependencia económica del café. A continuación (Tabla 6.11) se puede observar el balance económico en el que se reflejan los ingresos obtenidos, multiplicando la producción del café por la liquidación, con influencias directa de la productividad y de la calidad del producto.

**Tabla 6.11- Balance económico medio de los sistemas de cultivo por hectárea y por unidad de producto (saco de 60 kg).**

Sistema	Productividad	Costes Totales/ha	Ingreso por ha	Balance por ha	Costes por saco	Ingreso por saco	Balance por saco
CC	12,8	1939,70 a	2482,81 a	543,11 a	151,75 a	194,81 a	43,07 a
CO	14,4	3035,96 b	3961,83 a	925,87 a	212,30 b	274,54 b	62,24 ab
BPA	29,7	3866,29 b	6388,32 b	2522,03 b	134,40 a	214,23 c	79,84 c

Medias seguidas de la misma letra, no difiere estadísticamente entre si (ANOVA pos hoc HSD p=0,05). Ingreso basado en la zafra 2006 al 2009. Costes basados en el promedio de la zafra 2008 y 2009. Valor 1US\$ en 2008=1,837 R\$; 2009=1,993R\$; 2010=1,759R\$.

Todo lo anterior resalta la importancia que tienen los niveles de ingresos, especialmente la consecución de un sobreprecio en la economía de las explotaciones para los cafés despulpados y más aún, en el sistema de producción orgánico. En análisis socioeconómico, Siqueira (2009) observó gran dependencia del premio para viabilizar el cultivo orgánico, para compensar su menor productividad.

Sarcinelli y Ortega, 2006, en análisis comparativo de sistema orgánico y convencional, en São Paulo, demostraron que ambos sistemas poseen ventajas competitivas y puntos débiles que pueden continuar haciendo inviable económicamente la producción cafetalera en las pequeñas fincas. El resultado apunta a la necesidad de adopción de técnicas de gestión administrativa más económicamente racionales y la utilización sustentable de los recursos ambientales disponibles en las propiedades.

En los tres sistemas de cultivo evaluados, la cantidad de fertilizantes orgánicos producidos en la propia finca debería ser incrementada, con la disminución de

insumos externos. La explotación integrada de café-ganadería-silvicultura disminuye los costes económicos, las distancias de transporte y el uso de combustible fósil. Según, Gusman et al. (2008), la gestión orgánica podría mejorar su eficiencia energética cuando se ajusta e internaliza los flujos de nutrientes necesarios para lograr una mayor sostenibilidad.

En el trabajo sobre evaluación de la sustentabilidad de sistemas de cultivo de café, en México, Perez-Grova (2000) observó la ventaja económica del sistema orgánico respecto del tradicional, incentivando la adopción del sistema orgánico por los productores para realizar las labores culturales adicionales que requiere el sistema. Mientras, en Costa Rica, Mora-Delgado et al. (2006), en un análisis del beneficio-coste y en una cuantificación de la energía invertida en sistemas de caficultura campesina, observó mejores resultados económicos a corto plazo para la caficultura convencional.

Los sistemas convencional y orgánico demostraron una debilidad creciente, debido a la baja productividad y a los costes elevados, agravada para el sistema convencional por los bajos precios de mercado para el café beneficiado de forma común, sin ningún valor añadido al producto.

El beneficio económico medio por hectárea fue de R\$543,11, R\$925,90 y R\$2522,00 en el sistema CC, CO y BPA, respectivamente (Figura 6.3 y Tabla 6.11). Aunque no han existido diferencias significativas ( $p = 0,05$ ) entre el CC y CO, se toman estos valores para la construcción de los indicadores relativos: 100 en el cultivo BPA, 36,71 para el CO y 21,53 para el sistema CC. En el caso del CC y CO, han sido muy bajos los valores absolutos obtenidos por hectárea, cuya causa principal es la baja productividad de los sistemas.

#### **6.4- Relación energía saliente/energía entrante**

El cálculo de la eficiencia energética conlleva contabilizar en términos energéticos todas las entradas o insumos y salidas o productos resultantes bajo diversas formas de cada sistema.

##### **Eficiencia energética**

Los gastos energéticos fueron superiores para el cultivo de BPAs. El sistema aumentó los gastos energéticos principalmente por los fertilizantes químicos y maquinaria; también los fitosanitarios y fertilizantes en los convencionales. En coherencia con los resultados de diversos autores (Mora-Delgado et al., 2006; Guzman et al., 2008). Mientras los gastos totales del CO se consideraron bajos, el factor maquinaria fue alto (un 78%), debido a las largas distancias del transporte, con ocasión de la adquisición del abono orgánico y la preparación del compost.

Araújo et al. (2008) también resaltan estos costes y la importancia de la producción local de biomasa para la fabricación del compost. Gusman et al., 2008, afirma que la gestión orgánica podría mejorar su eficiencia energética si ajustase más e internalizase los flujos de nutrientes necesarios para lograr una mayor sostenibilidad. Para mejorar la eficiencia energética de los sistemas la producción se debería integrar la explotación café-ganadería-silvicultura, en las fincas y disminuir las distancias de transporte y el uso de combustible fósil.



Los costos para el factor maquinaria en el sistema BPA son más elevados (un 46%), incrementándose por la energía gastada principalmente en el secado del café por medios mecánicos con utilización de electricidad y leña. Sin embargo, en los sistemas convencionales y orgánicos predominaron los procesos de menor coste energético, exponiendo el producto en patios, removiéndolo sistemáticamente y secándolo utilizando de forma predominante la energía solar (véase en la Tabla 6.12).

**Tabla 6.12. Gasto energético por factores y sistemas de producción ( $\pm$  EE).**

Factores de producción	Convencional		Orgánico		Buenas prácticas	
	MJ/ha	%	MJ/ha	%	MJ/ha	%
Mano de obra	403 $\pm$ 25 <b>a</b>	4	711 $\pm$ 82,7 <b>b</b>	21	649 $\pm$ 42,7 <b>b</b>	3
Fertilizante	6.259 $\pm$ 1037 <b>b</b>	66	28 $\pm$ 9,9 <b>a</b>	1	12.090 $\pm$ 922 <b>c</b>	47
Fitosanitarios	1.558 $\pm$ 548 <b>a</b>	16	-	0	1.084 $\pm$ 300 <b>a</b>	4
Maquinaria	1.282 $\pm$ 578 <b>a</b>	14	2.703 $\pm$ 943 <b>b</b>	78	11.669 $\pm$ 2241 <b>c</b>	46
Total de insumos	9.502 $\pm$ 1489 <b>a</b>	100	3.442 $\pm$ 1000 <b>a</b>	100	25.492 $\pm$ 2595 <b>b</b>	100

Medias seguidas de la misma letra, en la línea, no difiere estadísticamente entre si (Tukey  $p=0,05$ )

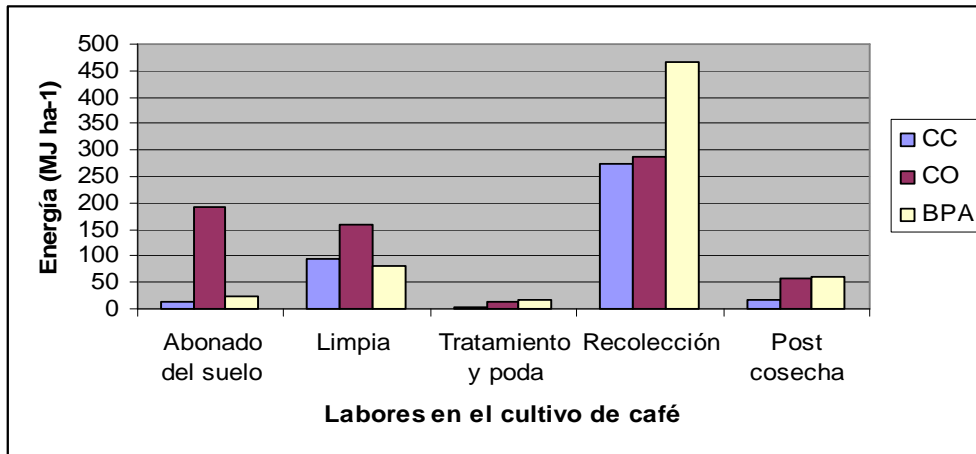
El factor mano de obra también presentó un valor considerable en el cultivo orgánico (un 21%), debido a la preparación, al transporte y a la aplicación del abono al suelo. Los gastos de energía para mano de obra (Tabla 6.12 y 6.13) son semejantes en el cultivo BPA y el CO. En los sistemas evaluados el uso de la mano de obra se da mayormente en la recolección (Tabla 6.13 y Figura 6.4).

**Tabla 6.13- Gasto energético por labores.**

Labores en las fases/explotación	Sistemas de Producción de Café					
	Convencional		Orgánico		Buenas prácticas	
	MJ/ha	%	MJ/ha	%	MJ/ha	%
Abonado del suelo	12,4	3,1	192,5	27,1	24,5	3,8
Limpia	96,0	23,8	159,0	22,4	80,7	12,4
Tratamiento foliar/poda	4,3	1,1	13,0	1,8	16,9	2,6
Recolección	273,3	67,8	287,8	40,5	465	71,6
Post cosecha	17,0	4,2	58,7	8,3	61,9	9,5
Total laboreo	403,0	100,0	711,0	100,0	649,0	100,0

Para el sistema de BPA, el gasto energético en la recolección es más destacado, debido su mayor productividad. La eficiencia energética de los sistemas de producción ecológicos, según Ziesemer (2007) es debida a la menor dependencia de inputs externos que es compensada por una mayor utilización de fuerza de trabajo.

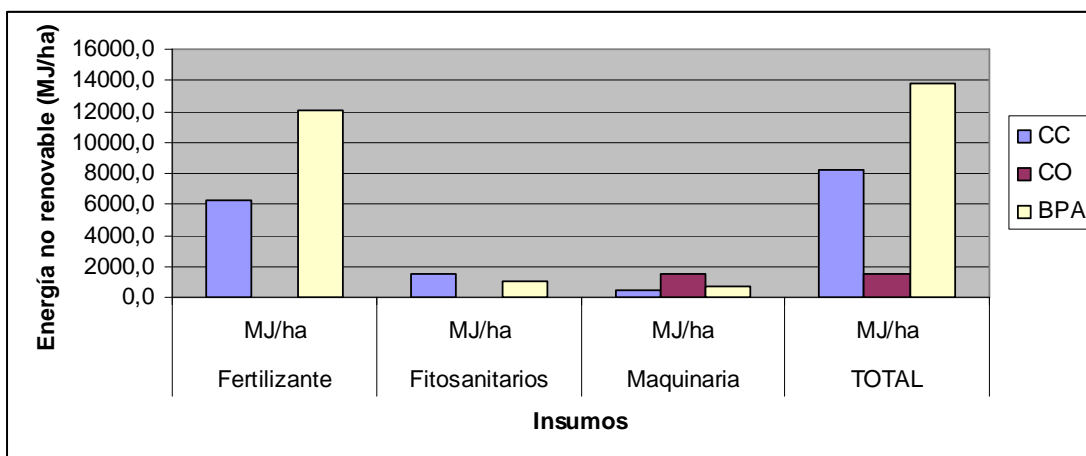
Por otro lado se ha calculado la energía que sale del proceso de producción, que comprende la energía contenida en el propio café. Los restos de cosecha no se consideran en este balance, pero los residuos contienen unas cantidades importantes de biomasa, que generalmente se quedan en el sistema productivo. Del mismo modo se podría valorar el resto de residuos de cosechas, la cáscara del café, como recursos gratuitos económicamente y renovables energéticamente.



**Figura 6.4- Gasto energético por labores y sistemas de producción.**

Como se puede observar la eficiencia del CO es superior a la de los demás, obteniéndose alrededor de 3,3 MJ por cada unidad de entrada. El sistema BPA y el CC tienen resultados de eficiencia similares (Tabla 6.14). Caso de considerar solamente la energía para la producción del café maduro (sin procesamiento), los gastos energéticos, de media, reducen expresivamente en el BPA (un 43%), principalmente debido al factor maquinaria (electricidad y leña), confiriendo una eficiencia para el sistema orgánico (4,7), BPA (1,3) y convencional (1,9) (Tabla 6.13). Varios estudios han demostrado la mayor eficiencia energética de los sistemas de CO frente a sistemas convencionales (Alonso et al., 2004a; Alonso et al., 2004b; Pimentel et al., 2006; Guzman et al., 2008).

Esta mayor eficiencia del manejo orgánico se debe, sobre todo, al abandono de los productos químicos de síntesis, agroquímicos, que son grandes consumidores de energía fósil; éstos son sustituidos por los cafetaleros orgánicos, por productos renovables, principalmente por la cáscara del café, el estiércol y por productos biológicos para el control de plagas. La mayor cantidad de salida de energía no renovable, en los sistemas de producción evaluados, fue para el uso de fertilizantes. (Figura 6.5).



**Figura 6.5- Energía no renovable invertida en el cultivo de café arábico familiar.**

Eso hace que la eficiencia de la energía no renovable sea mayor en el cultivo orgánico (7,9) que en el convencional (1,6); en el BPAs presenta un índice de eficiencia del 1,4. La energía aportada es menor para el sistema orgánico, en todas las evaluaciones. El porcentaje de utilización de energía renovable fue mayor para los sistemas orgánicos (47,4%) y BPA (38,1%), en comparación con el convencional, que utilizó solamente un 17,8% (Tabla 6.13). Mora-Delgado et al., (2006) observó la misma tendencia en el trabajo realizado en Costa Rica con la caficultura campesina. Todavía con mayor aporte de energía en el sistema evaluado, debido a la mayor inversión en agroquímicos en la caficultura familiar del Espíritu Santo.

Con esos valores se construyó el indicador de sostenibilidad respecto a la eficiencia energética total invertida; 1,8; 3,3 y 0,7 para el sistema CC, CO y BPA, respectivamente, de tal manera que, como se explicaba en el apartado metodológico, toma el valor 100 en el manejo orgánico al ser mayor; el valor 21,2% y 54,5%, respectivamente, para el sistema BPA y convencional (porcentajes sobre el orgánico).

**Tabla 6.14- Valores energéticos (MJ/ha) e índices de eficiencia energética.**

Conceptos	CC	CO	BPA
Total de energía de entrada en el sistema (A)	9502 <b>a</b>	3442 <b>a</b>	25492 <b>b</b>
Total de energía de entrada (café maduro) (B)	8562 <b>b</b>	2111 <b>a</b>	14407 <b>c</b>
Energía de entrada No renovable (C)	8251	1491	13814
Energía de entrada Renovable (D)	1251	1951	11678
Total de extracciones del grano de café (salida) (E)	7501	8170	17455
Eficiencia de la energía total invertida (salida/entrada) (E/A)	1,8 <b>a</b>	3,3 <b>b</b>	0,7 <b>a</b>
Eficiencia de la energía del Café Maduro (cereza) (E/B)	1,9 <b>a</b>	4,7 <b>b</b>	1,3 <b>a</b>
Eficiencia de la energía No Renovable (E/C)	1,6 <b>a</b>	7,9 <b>b</b>	1,4 <b>a</b>
Producción (kg/ha) (F)	771	839	1794
Energía aportada/kg de producto (MJ/kg) (A/F)	12,4	4,0	14,3
% de Energía renovable (D/A*100)	17,8% <b>a</b>	47,4% <b>b</b>	38,1% <b>b</b>

Medias seguidas de la misma letra, en la línea, no difiere estadísticamente entre si (Tukey y Mann Whitney,  $p = 0,05$ ). Medias calculadas a partir de las muestras individuales de las repeticiones de los sistemas de producción.

A modo de conclusión de este apartado cabría hacer una serie de reflexiones encaminadas a la mejora del indicador de la eficiencia de la energía no renovable y la sostenibilidad de los sistemas. Se ha demostrado que, tanto en el CC y BPA, la maquinaria y los fertilizantes son los principales consumidores de energía fósil, mientras para el CO fue notablemente la maquinaria (transporte de abono orgánico). Para la disminución de los gastos de la maquinaria, es posible ya la utilización de biocombustibles, así como mejorar la eficiencia del uso de los medios de transporte, etc., pero para los orgánicos es urgente la producción de abonos orgánicos en las fincas, integrando las explotaciones de ganadería con el cultivo de café, con preparación del compost con abonos oriundos en la propia finca, lo más cercano posible del cultivo para disminuir las distancias de transporte y el de combustible fósil.

Por otro lado, conjugando los aspectos energéticos con las necesidades nutricionales del café, existen una serie de actuaciones que, de llevarse acabo,

podrían mejorar la sostenibilidad global de los cultivos de café. Entre ellas cabe destacar a dos: una sería la extensión de la siembra de leguminosas como abono verde (raramente utilizadas), de manera que con un gasto energético muy pequeño se podrían reducir las necesidades energéticas en fertilización, sobre todo la nitrogenada, tanto orgánica, como química, principal nutriente limitante de la productividad cafetalera de la zona. La segunda estaría en el aprovechamiento de las salidas poco utilizadas o utilizadas inadecuadamente (cáscaras del café), originadas del beneficio del café.

Otra alternativa es la utilización más eficiente en el proceso de seca del café, por medio de la energía solar, por medio de secaderos en patio de cimiento, invernaderos, o alternativos, evitándose el uso intensivo de secadores mecánicos que demandan grandes cantidades de energía, aunque utilizan energías eléctricas originadas de hidroeléctricas (renovable); además demandan gran volumen de leña (combustible) provenientes de bosques, que son zonas de preservación, o de cultivos forestales.

### **Estabilidad, Resiliencia y confiabilidad**

La sostenibilidad en este apartado guarda relación con la capacidad de los sistemas de manejo para mantenerse de manera estable en equilibrio dinámico a través del tiempo, salvando pequeñas fuerzas perturbadoras que surgen de las normales fluctuaciones o ciclos del medio ambiente circundante (Maser et al., 2000). Diversas prácticas de manejo pueden incrementar estas habilidades, siendo reforzada por otras como la reducción de la dependencia de los insumos externos como agroquímicos y la utilización adecuada de los recursos hídricos.

### **Biodiversidad vegetal**

En este trabajo, el concepto de diversidad se aplica a nivel de explotación, analizando el complejo del agroecosistema café, la diversidad genética de las variedades de café presente en el cultivo, las especies útiles manejadas, la diversidad natural circundante y la diversidad de las otras explotaciones consideradas de fin económico.

#### **6.5- Diversidad genética del café**

Por medio de este indicador fue calculada la diversidad de las variedades de café cultivadas en las fincas, siendo más sustentable, en la medida que aumenta la diversidad del propio cultivo, teniendo en cuenta el potencial de susceptibilidad, tolerancia y resistencia genética a las plagas y a las enfermedades.

Se evidenció uno monocultivo de la explotación de café con una sola variedad, del grupo Catuaí, variedad de porte bajo, adaptada a los diversos climas del Brasil. El porcentaje llegó a casi un 100% de las parcelas evaluadas (Tabla 6.15). No obstante, presentaron un pequeño remanente de la variedad Mundo Novo, y otras nuevas variedades mejoradas como el Catucaí, Iapar, Katipó y Paraíso.

**Tabla 6.15- Número de cultivos de café arábica encuadrados en las características de la diversidad genética.**

Sistemas	Características de diversidad genética									
	Muy alta		Alta		Media		Pobre		Muy pobre	
	NF	%	NF	%	NF	%	NF	%	NF	%
CC	1	6,3	0	0,0	2	12,5	1	6,3	12	75,0
CO	1	9,1	0	0,0	1	9,1	1	9,1	8	72,7
BPA	2	10,0	2	10,0	1	5,0	0	0,0	15	75,0

NF = número de fincas por clase de diversidad de variedades

El resultado del porcentaje de las parcelas de cultivo por clase de diversidad, demostró una “diversidad genética del café” muy pobre y pobre, con un porcentaje de estas dos características sumadas totalizando el 81,3%; el 81,8% y el 75% para el sistema CC, CO y BPA, respectivamente (Tabla 6.15).

Estos datos confirman el gran predominio de la variedad del grupo Catuaí en los cultivos en la zona cafetalera de café arábico del Espíritu Santo, semejante al encontrado por Schmidt, De Muner, Fornazier (2004), llevando a mayor preocupación, porque esta variedad se muestra susceptible a las enfermedades, principalmente a la roya del café (*Hemileia vastatrix*), en lo cual favorece el uso de agroquímicos para el control de las mismas (Ferrão et al., 2004). Este indicador es de extrema relevancia y estratégico para el programa de renovación del parque cafetalero arábico de Espíritu Santo, teniendo en cuenta los riesgos socioeconómicos y ambientales que provienen de esta práctica, lo que ha provocado un estrechamiento y homogeneización del material genético del café arábico.

El empleo de variedades resistentes a la roya adaptada al ambiente local constituye la medida más importante en el control de esta enfermedad. Las principales variedades resistentes que presentan aún resistencia vertical y horizontal a la roya son el Icatu Rojo y Amarillo, Iapar 59, Tupi, Obatã, Katipó, Catucaí Rojo y Amarillo, Oeiras y Paraíso (Zambolim, 2007; Incaper, 2009).

Aplicando la metodología, se encontraron los indicadores correspondientes a los sistemas mencionados con valor resultante del 31,2%; del 32,8% y del 36%. Los valores obtenidos, semejantes entre los sistemas evaluados, pueden ser considerados muy bajos, indicando el monocultivo de una única variedad de café arábico.

## 6.6- Número de especies útiles que se manejan

En el sistema orgánico el 54,5 % de agricultores cultivan leguminosas, el 18,2% ingá (*Inga spp*), el 81,8% el plátano (especie de sombra) y el 100% hacen el manejo con barrera viva. El cultivo de leguminosas fijadoras de nitrógeno y especies de sombra han sido una práctica poco adoptada por la agricultura familiar. Los resultados fueron mejores en la asociación con el plátano y el uso de barrera viva, donde se destacaron los agricultores orgánicos y los de BPA, siendo esta práctica adoptada por el 100 y el 50% de los caficultores, respectivamente. Las especies utilizadas en las barreras vivas predominan el Plátano (*Musa spp*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y el capin napier (*Pennisetum purpureum*) (Tabla 6.16).

**Tabla 6.16- Cultivo de leguminosas, especies de sombra y barreras vivas asociado al café.**

Sistemas	Leguminosas			Especies de sombra						Barrera viva	
	ha	NF	%	Ingá			Plátano			NF	%
				NP	NF	%	NP	NF	%		
CC	0	0	0,0	0	0	0	565	3	18,8	2	12,5
CO	2,8	6	54,5	27	2	18,2	291	9	81,8	11	100
BPA	0	0	0,0	17	1	5	1266	4	20,0	10	50

NF = número de fincas; NP = número de piés;

Se ha constatado que se empieza la práctica de cultivo de café en asociación con árboles maderables, como el cedro australiano y el eucalipto; la mamona (oleaginosa) y algunas especies que son propias para la producción de polen y del alimento para las abejas para la producción de miel, también empiezan a ser cultivadas. Pero el porcentaje de esos cultivos son bastantes incipientes en la caficultura familiar capixaba (Tabla 6.16 y 6.17).

**Tabla 6.17- Cultivo de especies maderables, nativas y umbelíferas en asociación al café.**

Sistema	Especies maderables				Especies nativas y umbelíferas				Fincas
	NP	NE	NF	%	NE	NP	NF	%	%
CC	4000	1	2	12,5	0	0	0	0,0	8,8
CO	2519	2	3	27,3	5	132	3	27,3	58,2
BPA	1500	1	1	5,0	1	0	0	0,0	15,0

NF = número de fincas; NE = número de especies; NP = número de piés;

El porcentaje de fincas cultivadas con explotaciones útiles (leguminosas, árbol de sombra, barreras vivas, maderables y umbelíferas) en asociación al café representaron el 8,8%; el 58,2% y el 15% de las fincas, para los sistemas CC, CO y BPA, respectivamente. Esos porcentajes fueron considerados base del subindicador "Porcentaje de fincas familiares que cultivan especies con funciones útiles". En la tabla 6.18 se relacionan las especies útiles cultivadas en asociación con los cafetales de la región.

**Tabla 6.18- Especies útiles manejadas en asociación al cultivo del café arábica familiar.**

Manejo de las especies	Nombre popular y científico de las especies útiles
Cultivo arbóreo y sombra	Plátano ( <i>Musa spp</i> ), del grupo Cavendish, ingá ( <i>Inga spp</i> ), aguacate ( <i>Persea americana</i> ), citrus ( <i>Citrus sp</i> ), assapeixe ( <i>Vernonia polysphaera</i> ), mamona ( <i>Ricinus communis L.</i> )
Luminosas fijadoras de N	Crotalaria ( <i>Crotalaria juncea</i> ), guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ), Cacahuete -forrajero ( <i>Arachis pintoi</i> ), calopogônio ( <i>Calopogonium mucunoides</i> )
Cultivo alimentario	Maíz ( <i>Zea mays</i> ), frijoles ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> ), yuca ( <i>Manihot esculenta</i> )
Barrera viva	Plátano ( <i>Musa spp</i> ), caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> ), capin napier ( <i>Pennisetum purpureum</i> ), leucena ( <i>Leucaena leucocephala</i> ), Eucalipto ( <i>Eucalyptos spp</i> )
Maderable	Eucalipto ( <i>Eucalyptos spp</i> ), cedro ( <i>Toona ciliata</i> )

Los cultivos de maíz, frijol y yuca predominaron en la explotación de especies alimentarias en asociación al café, con más expresión para los CC y BPA; sin embargo fue poco utilizado en el CO (Tabla 6.19), en el que predominó el cultivo de especies arbóreas (Tabla 6.16 y 6.17). Las especies de frutales más comunes fueron el aguacate y el cítrico.

Esta información se convierte en importante, en la medida que los agricultores interesados han que tener esta preocupación para la recomendación de tecnologías, como la densidad del cultivo, la distancia entre pies de café y variedades, principalmente en los municipios del Caparaó (Íluna, Ibatiba e Irupi), que son municipios grandes productores de café arábico familiar del Estado, que, generalmente, hacen el cultivo intercalar con especies alimentarias, afirmando también la mayor facilidad de hacer la cosecha.

Sobre este dato hay declaraciones en las entrevistas con representantes de cooperativas y extensionistas, que sugieren hacer este tipo de investigación de acuerdo con la necesidad del cultivo intercalar, en áreas ubicadas entre las líneas del cultivo de café destinada al cultivo de especies alimentarias, sobre todo en suelos, con declive donde no hay riesgo inmediato de erosión. Además, con distancias más anchas entre las hileras del café, se facilitan los procesos de cosecha y sucede mayor incidencia de luminosidad, corriente de aire, evitándose la formación de un microclima favorable a la roya del café (Zambolim, 2006).

**Tabla 6.19- Especies alimentarias explotadas en asociación al café arábica, área, número y porcentaje de fincas cultivadas.**

Sistema	Explotaciones alimentarias básicas y frutales en asociación al café														
	Maíz			Frijoles			Yuca			Frutales					
	ha	NF	%	ha	NF	%	NP	NF	%	NEF	NP	NF	%	NTF	%
CC	1,5	7	44	1,4	7	44	1667	3	19	9	638	5	31	10	62,5
CO	0,3	1	9	0,3	3	27	200	1	9	7	105	3	27	4	36,3
BPA	1,1	7	35	1,1	12	60	489	4	20	4	43	4	20	12	60,0

NF = número de fincas con el cultivo alimentario (maíz, frijoles y yuca) asociado con el café; NP = número de pies; NEF = número de especies frutales; NTF = número total de fincas, sin repetición, que cultivan alguna especie alimentar asociada al café.

Los cultivos con explotaciones alimentarias básicas y con frutales en asociación al café representaron un 62,5; un 36,3 y un 60% de las fincas, para los sistemas CC, CO y BPA, respectivamente, además de presentar un área media de cultivo superior para os CC y BPA. Esos porcentajes fueron considerados base del subindicador “Porcentaje de fincas familiares que cultivan especies alimentarias”.

Aplicando la metodología, por medio del cálculo de las medias ponderadas para el indicador “Número de las Especies Útiles que se manejan”, se encontraron los indicadores correspondientes a los sistemas mencionados con valor resultante del 35,6, del 47,2 y del 37,5%, respectivamente, para los sistemas CC, CO y BPA.

## 6.7- Vegetación natural circundante

Este indicador valoró el nivel de diversidad circundante a los cultivos de café. La flora autóctona dentro del establecimiento actúa como sitio de refugio y provee de recursos alimenticios para enemigos naturales, en época de escasez de plagas en el

campo (Nicholls, 2001). Estas áreas silvestres cercanas a los cultivos aumentan las interacciones que ayudan a mantener los niveles poblacionales de insectos y enemigos naturales equilibrados (Tabla 6.20).

**Tabla 6.20- Características de la biodiversidad natural circundante a los cultivos de café arábica.**

Sistema	Muy alta		Alta		Media		Pobre		Muy pobre	
	NC	%	NC	%	NC	%	NC	%	NC	%
CC	3	18,8	1	6,3	4	25,0	4	25,0	4	25,0
CO	3	27,3	1	9,1	4	36,4	2	18,2	1	9,1
BPA	1	5,0	4	20,0	3	15,0	2	10,0	10	50,0

NC = número de cultivos

El resultado del porcentaje de las características de la “biodiversidad circundante” observadas entre el nivel pobre y muy pobre fueron del 50, del 27,3 y del 60% para los cultivos CC, CO y BPA, respectivamente.

Los cultivos orgánicos tuvieron una mejor evaluación, con la biodiversidad natural circundante considerada como media, por que por lo menos un lado de las parcelas de café está rodeado por vegetación natural; sin embargo el CC demostró también, una tendencia de pequeña mejoría en comparación con el BPA. No obstante, los cultivos de café, en su mayor parte fueron caracterizados como de biodiversidad natural circundante pobre, una vez que los cultivos son rodeados por otros, campos baldíos (con algún café y sin vegetación natural).

La existencia de vegetación natural aumenta su importancia ecológica en función de su localización, cercana a la parcela de café, además de por el tamaño de la superficie geográfica de bosques y de la vegetación natural en regeneración (capoeira). Las áreas de bosques en las fincas orgánicas representaron también un porcentaje mayor; un 45,4% de los agricultores orgánicos poseen áreas de bosques superiores al 20% del área de la finca, que es una exigencia actual del Código Forestal Brasileño (Ley Federal nº 4.771/65, 2008). Las fincas del sistema BPA y CC tienen respectivamente un 40% y un 18,7% de sus agricultores atendiendo esta exigencia (Tabla 6.21).

**Tabla 6.21- Áreas ocupadas por la vegetación natural en los sistemas de producción de café.**

Sistema	Bosque	Capoeira	Cobertura natural (CN)	Relación CN por el área de la finca	Caficultores con el área de CN >20% del AF
	ha	ha	ha	%	%
CC	2,9	0,6	3,5	13	18,7
CO	2,9	0,9	3,8	23	45,4
BPA	1,3	1,3	2,6	15	40,0

AF = área de la finca

La existencia de la vegetación natural llega a convertirse de vital importancia para el equilibrio y para mantener el nivel de las poblaciones de enemigos naturales (existencia de corredores ecológicos, los refugios al lado de caminos y las barreras vivas que favorecen las plantas con flores).



Aplicando la metodología por medio del cálculo de las medias ponderadas del número del número de cultivos encuadrados en las características de la biodiversidad circundante al café, se encontraron los indicadores correspondientes a los sistemas mencionados con valor resultante del 54, del 68 y del 48%, para los sistemas CC, CO y BPA, respectivamente.

## 6.8- Grado de diversificación de los cultivos en la finca

El indicador pretendió capturar el número de actividades explotadas en la finca considerada de interés económico con la identificación del grado de diversificación de los cultivos en la finca (Tabla 6.22). Fueron observadas, de media, cuatro explotaciones consideradas de interés económico, que no sean el café, representadas por el maíz, el frijol, el eucalipto y los pastos para la ganadería. Se observó una frecuencia de diversificación de cultivo con explotaciones económicas del 44%, del 57% y del 30%, respectivamente para el sistema CC, CO y BPA, mientras con un mayor realce para el sistema CO y CC para el cultivo alimentario y los pastos para la ganadería.

El cultivo BPA indicó mayor frecuencia en el cultivo del eucalipto, en sustitución a las áreas de pastos y del cultivo alimentario. El huerto casero está presente en todos sistemas de producción, en menor intensidad en el CC, mientras la crianza de pequeños animales, normalmente, las gallinas y los cerdos están presentes en pequeña escala en todas las fincas familiares, variando en la cantidad de animales.

**Tabla 6.22- Área media cultivada, no asociada (ha) y porcentaje de frecuencia de los tipos de explotaciones agropecuarias en la finca familiar.**

Explotaciones agropecuarias	Sistemas de producción de café arábica					
	CC		CO		BPA	
	Frecuencia	AM	Frecuencia	AM	Frecuencia	AM
	%	ha	%	ha	%	ha
Café	100	7,2	100	3,5	100	6,9
Maíz	50	1,1	55	0,9	30	1,1
Frijoles	38	1,1	45	0,8	25	1,0
Eucalipto	25	2,8	55	2,2	55	3,2
Pastos	63	7,8	73	5,6	10	3,0
Explotaciones económicas	Frecuencia	AM	Frecuencia	AM	Frecuencia	AM
<b>Media</b>	<b>44</b>	<b>3,2</b>	<b>57</b>	<b>2,4</b>	<b>30</b>	<b>2,1</b>
Huerto casero	50	0,5	73	0,4	70	0,4
Pequeños animales	100	-	100	-	100	-
Frutales	6	5,9	0	0,0	10	0,9
Horticultura	6	3,0	0	0,0	5	0,9
Palmito	6	0,1	9	0,2	20	0,1
Forraje	0	0,0	27	1,3	0	0,0
Arroz	0	0,0	18	0,2	15	0,1
Piscicultura	0	0,0	18	0,5	0	0,0
Cedro	0	0,0	0	0,0	5	1,0

AM = área media en hectárea.

## Vulnerabilidad biológica

### 6.9- Sanidad de los cultivos

La incidencia de plagas y enfermedades y de las pérdidas provocadas en el cultivo de café, es reflejo del manejo adoptado en el agroecosistema. Para el cálculo del indicador de sanidad del cultivo, se realizó una categorización, considerando para cada propiedad, los niveles críticos de incidencia de las plagas y de las enfermedades.

Para el minador de hojas los resultados fueron semejantes a los trabajos en la zona, evidenciando que este insecto no causó problemas en las regiones de montañas de la zona cafetalera, con población equilibrada para los agroecosistemas estudiados, con un porcentaje medio de menos del 30% de ataque con menos del 10% de minas vivas (Fornazier et al., 2010ab).

Solamente una muestra observada fue superior al 30% de ataque, en el sistema convencional (Tabla 6.23). Las mayores infestaciones no alcanzaron un nivel superior al 30% y el número de hojas con lagartas vivas no sobrepasaron el 5%, dispensando la intervención para el control (Fornazier et al., 2010a).

Los resultados del porcentaje de las hojas con incidencia de plagas y enfermedades fueron comparados con los niveles críticos establecidos para las mismas. La “incidencia de la broca” del café (*Hypothenemus hampei*) fue evaluada en los granos almacenados, en las condiciones de almacenamiento de las fincas después de la cosecha.

**Tabla 6.23- Porcentaje de Incidencia del Minador de hojas en las parcelas de los cultivos de café arábico familiar.**

% de incidencia del minador de hojas	CC		CO		BPA	
	NP	%	NP	%	NP	%
Hasta un 30% de ataque con < 10% de minas vivas	15	94,0	11	100,0	20	100,0
Hasta un 30% de ataque con > 10% de minas vivas	1	6,0	0	0,0	0	0,0
31 hasta un 50 % de ataque con < 10% de minas vivas	0	0,0	0	0,0	0	0,0
31 hasta un 50% de ataque con > 10% de minas vivas	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Más de un 50% de ataque con > 10% de minas vivas	0	0,0	0	0,0	0	0,0

NP = número de parcelas

Según la metodología propuesta, el subindicador originado de esos resultados fue el 98%, el 100% y el 100% para el sistema CC, CO y BPA respectivamente.

Para la enfermedad Cercospora el índice de incidencia fue considerada regular y dentro del nivel de control, resultando que en la mayoría de las muestras se quedaron por debajo del nivel crítico, por debajo del 8% de incidencia, no provocando ningún daño económico (Tabla 6.24).

**Tabla 6.24- Porcentaje Incidencia de Cercospora en las parcelas de los cultivos de café arábico familiar.**

% de incidencia de cercospora	CC		CO		BPA	
	NP	%	NP	%	NP	%
Menos de un 2% de incidencia	3	18,8	0	0,0	5	25,0
Índice desde un 2 hasta un 8% de incidencia	12	75,0	8	72,7	13	65,0
Índice de incidencia entre un 8,1 hasta un 15%	1	6,3	2	18,2	2	10,0
Índice de incidencia entre un 15,1 hasta 25%	0	0,0	1	9,1	0	0,0
Más de un 25% de incidencia	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Aplicando la metodología, se encontraron los indicadores correspondientes a los sistemas mencionados con valor resultante del 82%, del 72% y del 84% para el CC, CO y BPA respectivamente.

La broca del café, históricamente ha sido la plaga que ha causado mayores perjuicios en los cafetales del Espíritu Santo (De Muner et al., 2000), pero en las cosechas evaluadas, no provocó daños económicos. Sin embargo, necesita ser monitoreada sistemáticamente, pues su población varía mucho con el factor climático.

En la evaluación de incidencia de la broca, en los granos de café almacenados, en la propia finca, resultó una media del 4,3; del 3,3 y del 4,6% de incidencia, respectivamente para los sistemas CC, CO y BPA. Los defectos causados por la broca fueron determinados a partir de la clasificación física del café. Se registraron respectivamente, 20, 15 y 22 defectos para los sistemas de producción citados (Tabla 6.25).

**Tabla 6.25- Porcentaje de Incidencia de broca del café de los cultivos de café arábico (granos almacenados).**

% de incidencia de broca	CC		CO		BPA	
	NP	%	NP	%	NP	%
Ninguna incidencia de broca	0	0,0	0	0,0	1	5,0
Menos de un 3%	6	37,5	8	72,7	5	25,0
Entre 3 hasta 8%	9	56,3	2	18,2	13	65,0
Más de 8% hasta 12%	1	6,3	1	9,1	1	5,0
Por encima del 12%	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Al aplicar la estandarización, como prevé la metodología, el subindicador de sustentabilidad, respecto al porcentaje de incidencia de broca fue el 66,2%; el 72,7% y el 66,6% para los sistemas CC, CO y BPA, respectivamente.

Mientras, la Roya del Café causada por el hongo *Hemileia vastatrix* ha sido la principal enfermedad de la zona. Causó perjuicios económicos y daños severos, principalmente al cultivo orgánico y en menor grado al convencional, pues en este sistema no se hace un control a la enfermedad o el control es inadecuado o ineficiente. Las tablas siguientes muestran la incidencia de la Roya en las parcelas de los sistemas evaluados.

Se observa un porcentual del 50% de las parcelas que estuvieron con un valor de incidencia de Roya en la época de la muestra arriba del valor crítico considerado (6%). Este valor fue mayor para el sistema orgánico correspondiendo el 81,8% de las parcelas evaluadas (Tabla 6.26). Es necesario para la explotación efectuar el plantío con variedades resistentes a esta enfermedad, cuando por ocasión de la renovación de nuevos cultivos en la finca.

La incidencia de roya del café alcanzó el 91% de infección en el periodo de marzo a julio, en el cultivo no sometido a intervención de poda, -sistema este común en los cultivos del Espirito santo- (Fornazier, et al. 2010b).

### 6.26- Incidencia de la roya del café (*Hemileia vastratrix*) en las parcelas de los cultivos de café arábico familiar.

% de incidencia	Convencional		orgánico		Buenas prácticas	
	NP	%	NP	%	NP	%
hasta un 3%	6	37,5	2	18,2	7	35,0
entre el 3,1 y el 6%	2	12,5	0	0,0	6	30,0
entre el 6,1 y el 12%	2	12,5	1	9,1	4	20,0
13 hasta 25%	1	6,3	2	18,2	2	10,0
Por encima del 25%	5	31,3	6	54,5	1	5,0

En el sistema de buenas prácticas la incidencia de la Roya para este mismo nivel de incidencia no sobrepasó el 35%, (que es considerado un valor dentro de los límites de control). Los índices de control son favorecidos por el uso de agrotóxicos, causando otro tipo de impacto ambiental que será explicado en otro apartado.

Se encontraron los indicadores de los sistemas mencionados con valor resultante de los índices con porcentaje del 64%, del 42% y del 76% para el CC, CO y BPA, respectivamente.

El indicador “Sanidad de los cultivos”, resultante de las ponderaciones de los subindicadores:  $SC = (2IB + IMH + IC + 5IRC) / 9$ , donde: SC = sanidad de los cultivos; IB = incidencia de broca; IMH = incidencia del minador de hojas; IC = incidencia de cercospora; IRC = incidencia de roya del café (Tabla 6.27).

Por tanto, el resultado del indicador de sustentabilidad respecto a la sanidad del cultivo que evalúa la incidencia y posibles daños causados por las plagas y enfermedades en cafetales fue de 70,2%; 58,6% y 77,5%, respectivamente para el sistema CC, CO y BPA.

**Tabla 6.27- Indicador Sanidad de los cultivos.**

Sistema de producción	Broca del café	Minador de hojas	Cercospora	Roya del café	Media ponderada
	%	%	%	%	%
CC	66,2 (2)	98	82	64 (5)	70,2
CO	72,7 (2)	100	72	42 (5)	58,6
BPA	66,6 (2)	100	84	76(5)	77,5

## 6.10- Conservación del suelo y del agua (riesgo de erosión)

Este indicador fue resultante de los subindicadores “signos de erosión”, “manejo de las hierbas espontáneas” y “manejo de los caminos internos en el área de los cafetales”, conforme a las siguientes líneas:

### Signos de erosión en la parcela

Se observó mayor nivel de uso de técnicas conservacionistas y un mayor nivel de sustentabilidad en el sistema BPA, cuando fue comparado con el sistema CC, teniendo en cuenta que en este último sistema el 43,7% de las fincas presentaron niveles de erosión más acentuados, donde se constató erosión en surcos (6,2%) y con formación de cárcavas en estadio avanzado (6,2%) (Tabla 6.28).

**Tabla 6.28- Signos de los procesos erosivos en las fincas de café en diferentes sistemas de cultivo.**

Signos de erosión en la parcela de café	CC		CO		BPA	
	NP	%	NP	%	NP	%
Ausencia de erosión	1	6,3	9	81,8	8	40,0
Erosión laminar incipiente	8	50,0	2	18,2	12	60,0
Erosión laminar evidente, con surcos incipientes y raíces superficiales expuestas	5	31,3	0	0,0	0	0,0
Erosión en surcos evidente y alguna evidencia de formación de cárcavas	1	6,2	0	0,0	0	0,0
Erosión con formación de cárcavas (mínimo de dos cárcavas individuales)	1	6,2	0	0,0	0	0,0

NF = número de parcelas

Las mejores condiciones de preservación del suelo, basado en los signos de los procesos erosivos se observaron en las fincas de cultivo orgánico: el 81,8% de estas propiedades no presentaron ningún tipo de proceso erosivo. Apenas el 18,2% presentaron erosión laminar incipiente, lo que causó mayor preocupación ambiental para estos caficultores. Los agricultores del sistema CO demostraron una mayor utilización de técnicas conservacionistas, evidenciado por un mejor manejo de los suelos y del agua en los cafetales.

El subindicador de sustentabilidad respecto a signos de erosión fue el 44,0%, el 96,0% y el 88% para el CC, CO y BPA, respectivamente.

### Manejo de las hierbas espontáneas

En este estudio ha sido observado que los caficultores utilizaron de forma predominante técnicas y operaciones de manejo que evitan la erosión y la pérdida de agua y suelo en las áreas de cultivo de café. Se observó el uso significativo de la desbroza motorizada costal y manual en todos los sistemas de cultivo, en especial en el cultivo orgánico, totalizando cerca del 75% de las operaciones de manejo (desbroza manual y motorizada). El uso de herbicida, de una cierta forma, evita la erosión del suelo por la preservación de la cobertura vegetal en el sistema de cultivo, ha sido usado en el 20,7% de las operaciones de manejo. Se ha observado que alrededor de apenas el 23,1% de las fincas utilizaron el azadón para el control de las yerbas espontáneas (Tabla 6.29).

**Tabla 6.29- Operaciones anuales de manejo de las hierbas espontáneas en diferentes sistemas de cultivo de café.**

Sistemas	Uso de azadón		Desbroza manual		Desbroza motorizada		Uso de herbicida		Nº medio de las operaciones
	NMO	%	NMO	%	NMO	%	NMO	%	
CC	0,94	24,6	0,38	9,8	1,81	47,5	0,69	18,0	3,8
CO	1,00	25,0	0,09	2,3	2,91	72,7	0	0,0	4,0
BPA	0,80	20,8	0,2	5,2	1,95	50,6	0,90	23,4	3,9
Media	0,89	23,1	0,24	6,0	2,12	54,9	0,27	20,7	3,9

NMO = número medio de operaciones

La técnica de la desbroza manual motorizada está siendo adoptada, representando el 54,9% de las operaciones, con mayor expresión para el sistema CO, con un 72,7% de las operaciones de manejo de las hierbas espontáneas. Tal vez este hecho, sea debido a la falta de mano de obra y el alto coste de la misma. En los sistemas CC y BPA esta sustitución se hizo con el uso de herbicida (18,0% y 23,4%), en un uso complementario a la desbroza manual motorizada.

La desbroza manual fue utilizada de forma complementaria, principalmente en cultivos asociados; sin embargo, es una técnica que está disminuyendo, hasta incluso en el sistema orgánico, debido a su bajo rendimiento. La misma situación se observó en relación al uso del azadón, que presentó cerca del 23,1% de las operaciones. También es una técnica que presenta bajo rendimiento operacional y coste elevado, además de poder favorecer los procesos erosivos del suelo. El número medio de operaciones de manejo de las hierbas en todos los sistemas fue similar –de medias 3,9 operaciones por año- (Tabla 6.29).

En sistemas de manejo de la cobertura vegetal, cuando predomina la práctica del desbrozamiento de las hierbas espontáneas, la cobertura vegetal del suelo será efectiva y eficiente para evitar la erosión, al igual que en las épocas más lluviosas y en el inicio de las estaciones lluviosas-consideradas una época crítica-. Esta práctica ha sido adoptada por más del 90% de los agricultores en alguna forma de manejo (Tabla 6.30).

**Tabla 6.30- Manejo de la hierbas espontáneas, número y porcentaje de agricultores que utilizaron la práctica.**

Sistema	Uso de azadón		Desbroza		Uso de herbicidas	
	Nº caficultores	%	Nº caficultores	%	Nº caficultores	%
CC	9	56,2	15	93,7	14	87,5
CO	10	91,1	11	100,0	0,0	0,0
BPA	13	65,0	18	90,0	14	70,0
Media	32	68,0	44	93,6	28	60 (78)

En relación a las operaciones de manejo, fueron observadas que el 68% de los agricultores aún utilizan el azadón, en especial en el CO (91,1%), pero en menos del 25% de las operaciones. La desbroza por el 93,6% de los caficultores en el 60,9% de las operaciones de manejo (desbroza manual y la desbroza manual motorizada).

Por otro lado se debe evitar el uso excesivo de herbicidas, como ocurre en algunos casos en los cultivos convencionales. Los herbicidas son utilizados por el 87,5% y el

70% de los caficultores del sistema CC y BPA, respectivamente (Tabla 6.30). Sin embargo, estuvo restringido al 20,7% de las operaciones de manejo (6.29). La combinación de las prácticas de manejo de las hierbas adoptadas por los caficultores familiares confieren una mayor o menor eficacia en el control de la erosión. En la tabla 6.31 se observa la combinación de las prácticas de acuerdo con el sistema de producción utilizado.

**Tabla 6.31- Prácticas de manejo de las hierbas adoptadas por los caficultores para evitar la erosión en los cultivos de café.**

Combinación de prácticas de manejo para la conservación del suelo y agua en los cultivos de café	Sistemas de Producción					
	CC		CO		BPA	
	NP	%	NP	%	NP	%
Manejo de las yerbas a través de desbrozamiento y hasta un 30% por medio de herbicidas	4	25,0	1	9,1	5	25,0
Manejo de la cobertura a través de desbrozamiento y el uso de herbicidas en, por lo menos, un 75% de las operaciones	5	31,3	7	63,6	11	55,0
Manejo de las hierbas a través de desbrozamiento o por medio de herbicidas, siendo lo máximo un 35% por el uso de azadón	2	12,5	2	18,2	1	5,0
Manejo por medio del uso de azadón en más de un 35 % hasta un 50% de las operaciones, combinado con otros manejos	4	25,0	1	9,1	3	15,0
Uso preponderante de azadón en más de un 50% de las operaciones de control y manejo de la cobertura vegetal	1	6,2	0	0,0	0	0,0

Por tanto, aplicando la metodología, el resultado del subindicador de sustentabilidad respecto al manejo de las hierbas espontáneas fue del 68%, del 74% y del 78% en los sistemas CC, CO y BPA respectivamente.

### **Manejo de los caminos en las áreas de cultivo de café**

La erosión en áreas de café de montañas también se potencia cuando los caminos rurales dentro de las parcelas de café fueron ubicados y manejados de forma inadecuada, sin cobertura vegetal, barreras naturales y sin captación del exceso del agua. Cuando no se utilizan las prácticas de conservación, el agua de lluvia es conducida a los caminos formando escorrentía, tomando velocidad y normalmente desaguando en medio de los cultivos de café causando erosión (Dadalto, 1990; Lani, 2008).

En el sistema CO más del 90% de las fincas se presentaron en buen estado de conservación: los caminos protegidos de la erosión con cobertura vegetal y relativamente bien ubicados. Se observó que no hubo escorrentía de tierra y ninguna sedimentación en las partes bajas del cultivo ni tampoco en los cuerpos de agua cercanos; en apenas el 9,1% de las fincas orgánicas fueron observadas alguna sedimentación. La misma tendencia fue observada en las propiedades del sistema BPA, donde el 70% de los cultivos presentaron buenos estados de conservación, pero el 30% de las fincas presentaron alguna sedimentación. Mientras, en el sistema CC, solamente el 18,8% de las fincas presentaron nivel de conservación de los caminos considerados en buen estado. Se destacó el alto índice de fincas con acentuada erosión en los caminos internos, que se presentaron sin protección y con erosión visible, dificultando, incluso, el acercamiento a las áreas de cultivo -43,8%- (Tabla 6.32).

**Tabla 6.32- Escala de manejo de los caminos internos para evitar erosión en cultivo de café.**

Signos de erosión y prácticas de manejo de los caminos internos en la parcela de café	Sistemas de producción					
	CC		CO		BPA	
	NP	%	NP	%	NP	%
Los CI existentes en el área de cultivo están bien ubicados, con vegetación, protegidos de la erosión y no hay sedimentación de las partes bajas del cultivo y cuerpos de agua.	1	6,3	7	63,6	4	20,0
Los CI existentes en el área de cultivo tienen vegetación y están protegidas de la erosión y no hay sedimentación de las partes bajas del cultivo y cuerpos del agua. Todavía no están bien ubicados.	2	12,5	3	27,3	10	50,0
Los CI son protegidos de la erosión, todavía de forma insuficiente, observándose alguna sedimentación en las partes bajas del cultivo.	6	37,5	1	9,1	6	30,0
Los CI con erosión visible y alguna sedimentación de las partes bajas. Todavía se observa el uso de alguna práctica de conservación	3	18,8	0	0,0	0	0,0
Los CI sin protección, con surcos de erosión visibles y sedimentación en las partes bajas del área de cultivo y cuerpos del agua.	4	25,0	0	0,0	0	0,0

CI = caminos internos en la parcela de café

Así, se observó que la erosión en las regiones de café de Montaña del Espíritu Santo es potenciada por la topografía con declividad acentuada cuando los caminos rurales son manejados inadecuadamente, -sin cobertura vegetal, sin barreras de contención y sin captación del exceso del agua por medio de cuevas llamadas en la región de “cajas secas”-. Cuando el agua de la lluvia no se maneja eficientemente, es conducida, formando escorrentía, que normalmente desagua en los propios cultivos formando erosión de grandes dimensiones, causando daños significativos.

El criterio al momento de la localización y construcción de los caminos internos se debe a observar el declive de los terrenos, el tipo de suelo, a la necesidad de instalación de “cajas” para captar el agua y a los desvíos del agua de la lluvia a través de pequeñas barreras además de a la cobertura vegetal imprescindible en los caminos y en las barreras vivas al lado de los caminos.

Por tanto, el resultado del subindicador de sustentabilidad respecto al manejo de los caminos internos fue del 54%, del 90% y del 78% para los sistemas CC, CO y BPA, respectivamente.

El indicador de “Conservación del suelo y del agua (riesgo de erosión) fue evaluado a través del manejo del caficultor en el área de cultivo, según la posibilidad de que ocurriese erosión. Como este indicador es de manejo, no se determinó directamente la erosión del suelo, sino el riesgo de erosión para los sistemas, según el manejo apropiado por los caficultores familiares (Tabla 6.33).

La valoración se ha dado de acuerdo con la metodología y fórmula siguiente:  
 $CS = (SE + 2 MHE + MCI)/4$ , donde: CS = conservación del suelo; SE = signos de evidencias de erosión; MHE = manejo de las hierbas espontáneas de cobertura del suelo; MCI = manejo de los caminos internos en la parcela de café.



**Tabla 6.33- Indicador “Conservación del suelo y los subindicadores”.**

Sistema de producción	Signos de erosión	Manejo de las hierbas espontáneas	Manejo de los caminos	Media ponderada
CC	44	(2) 68	54	58,5
CO	96	(2) 74	90	83,5
BPA	88	(2) 78	78	80,5

Por tanto, el resultado del indicador de sustentabilidad que evalúa el la Conservación del suelo y del agua de los cultivos fue del 58,5%; del 83,0% y del 80,5% para los sistemas CC, CO y BPA, respectivamente, demostrando que los sistemas de cultivo CO y BPA, fueron los que tienen los menores riesgos de erosión.

### **6.11- Nivel de aporte y manejo de la materia orgánica en el suelo**

Fueron evaluados cinco subindicadores de manejo: “el ciclado de biomasa de cobertura”, “manejo de la cobertura”, “frecuencia de aporte de biomasa de cobertura al suelo”, “ciclado de café y manejo de la biomasa de café” y “el contenido de la materia orgánica en el suelo”.

#### **Ciclado de biomasa de cobertura**

Se ha considerado el porcentaje de biomasa de la cobertura vegetal producida dentro del sistema (parcela de café) se mantuvo en el mismo. Se evaluó si el manejo del caficultor optimizaba el proceso interno de ciclaje de materia orgánica de la vegetación espontánea (cobertura vegetal). A medida que hay mayor retorno y acumulación de materia orgánica mayor será la disponibilidad de alimentos para los organismos heterótrofos del suelo. El subindicador obtenido fue del 100,0% para todos los sistemas de cultivo, debido a que todo el material de cobertura permanecía en la parcela después del corte o limpia.

#### **Manejo de la cobertura**

El efecto del manejo sobre la cobertura fue evaluado en dos aspectos: uno en relación a los mecanismos de regulación del crecimiento de las hierbas espontáneas y otro en relación a la condición en que queda la biomasa de la cobertura, para que no se pierda su calidad con el objeto de ser utilizada por los organismos del suelo.

##### **Variable a – “Regulación del crecimiento de la cobertura”**

Se consideró como más favorables aquellas prácticas que regulan el crecimiento manteniendo la cobertura viva durante todo el año. Prevaleció el manejo de regulación por medio de corte con desbrozadora manual en por lo menos del 50 al 70% de las operaciones, con un valor más elevado para el cultivo orgánico, donde hay tendencias de mejorías y mayor uso de desbrozas en el manejo de las hierbas. Con este sistema de corte se deja área foliar fotosintética activa remanente permite un mejor rebrote de la vegetación (Tabla 6.34).

##### **Variable b- “Condición final de la biomasa de cobertura”**

Con esta segunda variable, se evaluó de qué manera el manejo de la biomasa de la cobertura condiciona su calidad (Tabla 6.34), debido a que el residuo sobre la superficie del suelo se degrada más lentamente (Abril, 2002). En todos los sistemas evaluados, los caficultores manejan las hierbas espontáneas dejándolas en la superficie del suelo. En la agricultura, esto no es del todo deseado porque la

disponibilidad de nutrientes para el cultivo -producto de la mineralización- es muy lenta. Esto es similar a lo que ocurre en los sistemas de siembra directa, por lo cual estos sistemas dependen de una mayor fertilización.

**Tabla 6.34- Manejo de la vegetación espontánea o cobertura vegetal adoptado por los caficultores.**

Características del manejo adoptado	Sistemas de producción					
	CC		CO		BPA	
Variable a - Regulación de crecimiento de cobertura	NP	%	NP	%	NP	%
Corte solamente con desbrozadora costal motorizada y o manual	3	18,8	1	9,1	2	10,0
Corte con desbrozadora costal y o manual en porcentaje por encima de 70% das operaciones	4	25,0	7	63,6	5	25,0
Corte con desbrozadota costal y o manual en por lo menos 51 y 70% de las operaciones	4	25,0	3	27,3	10	50,0
Uso preponderante de herbicida y azadón; desmalezado por corte en menos de 50%	1	6,3	0	0,0	3	15,0
Solamente uso de azadón y o herbicida total	4	25,0	0	0,0	0	0,0
Variable b - Condición final de biomasa de cobertura	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Se deja en superficie	16	100,0	11	100,0	20	100,0
Se entierra superficialmente	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Se entierra profundo	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Se quema	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Retira del área	0	0,0	0	0,0	0	0,0

NP = número de parcela

Pero, en condiciones de cultivo del café en región de clima tropical de altitud y de topografía accidentada de la región de Montañas del Espíritu Santo, es deseable la permanencia en la superficie con el objetivo de la protección del suelo contra la insolación y el impacto directo de las fuertes lluvias tropicales, evitando así, la erosión (Primavesi, 2006). Además de inúmeros beneficios obtenidos a través de la utilización de la cobertura muerta (Souza, 2005). Generalmente, al incorporar residuo orgánico al suelo, ocurre el corte de raíces del árbol del café con perjuicios en la producción de los cafetales.

La regulación del crecimiento de cobertura de las hierbas se da por combinación de las operaciones de desbrozas manuales, por medio de herbicidas y por la limpia con azadón, de acuerdo con el manejo adoptado por el caficultor y por los sistemas de producción. Los índices verificados a través de la metodología fueron del 62%, del 80% y del 66% para el CC, CO y el BPA, respectivamente.

En el sistema de manejo en las montañas capixabas toda biomasa se deja en la superficie en su condición final, siendo valorado con el valor 100 para todos sistemas de cultivo.

El subindicador “Manejo de la cobertura” se obtuvo por la formula:

$MCV = (RCC + CFC)/2$ , donde: MCV = manejo de la cobertura vegetal, RCC = regulación del crecimiento de la cobertura, CFC = condición final de la biomasa de cobertura.

El subindicador manejo de la cobertura vegetal (MCV), resultante de la ponderación efectuada fue el 81%, el 90% y el 83% para los sistemas CC, CO y BPA, respectivamente.

### **Frecuencia de aporte de biomasa de cobertura al suelo**

Se evaluó la frecuencia de incorporación de biomasa de cobertura al suelo y su distribución en el año. Para mantener activa una población de organismos en el suelo, más o menos constante durante todo el año, se requiere incorporar residuos al mismo, a lo largo del año (Tabla 6.35). La frecuencia de aporte de biomasa predominó la incorporación de tres veces al año (51%), durante dos estaciones del año, preferentemente en el período lluvioso.

**Tabla 6.35- Frecuencia de aporte de biomasa para cobertura del suelo.**

Frecuencia de aporte de biomasa para cobertura del suelo	Sistemas de producción					
	CC		CO		BPA	
	NP	%	NP	%	NP	%
Se corta 4 o más veces al año, por lo menos durante tres estaciones del año	4	25,0	3	27,3	2	10,0
Se corta 3 veces al año, por lo menos durante dos estaciones del año	7	43,8	5	45,5	12	60,0
Se corta 2 veces	2	12,5	3	27,3	6	30,0
Se corta 1 vez al año	3	18,8	0	0,0	0	0,0
No se corta	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Por tanto, el resultado del subindicador de sustentabilidad respecto a la frecuencia de aporte de biomasa para cobertura del suelo fue del 74%, del 80% y del 76%, para los sistemas CC, CO y BPA, respectivamente.

### **Reciclaje de la biomasa del café**

Se incluyó el destino de la biomasa de la cáscara originado en la trilla y el beneficio del café; no fueron considerados los destinos de la poda y el desbrotado porque los mismos se quedan en los respectivos cultivos (Tabla 6.36).

Los resultados fueron sensiblemente mayores para los cultivos orgánicos, con valor integral, porque todos los agricultores retornaron el 100% de la cáscara del café para las parcelas, seguido del cultivo BPA y del CC, lo que evidencia una menor reciclaje de la biomasa del café en estos dos últimos sistemas. En el sistema CC, el 50% de los agricultores retornaron menos del 20% de la biomasa producida (cáscara del café) para las parcelas de cultivo.

Por tanto, el resultado del subindicador de sustentabilidad respecto a la reciclaje de la biomasa del café y porcentaje de retorno fue del 47,5%, del 100% y del 63% para los sistemas CC, CO y BPA, respectivamente.

**Tabla 6.36- Ciclaje de la biomasa del café y porcentaje de retorno (cáscara de café).**

Ciclaje de la biomasa del café (cáscara del café)	Sistemas de producción					
	CC		CO		BPA	
	NP	%	NP	%	NP	%
Retorna más que 80%	3	18,8	11	100,0	6	30,0
Retorna entre 61-80%	2	12,5	0	0,0	4	20,0
Retorna entre 41-60%	1	6,3	0	0,0	2	10,0
Retorna entre 21-40%	2	12,5	0	0,0	3	15,0
Retorna menos que 20%	8	50,1	0	0,0	5	25,0

Los agricultores que no utilizaron la cáscara de café como fuente de fertilización afirmaron que la producción es procesada y beneficiada por maquinaria particular (fuera de la finca), no existiendo condiciones de devolución. Otros, comercializan el café cereza; empiezan a utilizar la cáscara como combustible, o incluso usan para fertilizar otras especies de cultivos en la propia finca.

### **Manejo de la biomasa del café**

Para que la biomasa de café aporte a la materia orgánica del suelo, esta debe quedar en condiciones adecuadas. Se evaluó si el manejo utilizado por el caficultor en la aplicación de la cáscara del café deteriora la calidad de la biomasa, para ser aprovechada como fuente nutricional para el cultivo. En la evaluación se consideró el manejo de las operaciones que se realizaron sobre la cáscara del café (6.37).

Los valores obtenidos fueron correspondientes el 36%, el 90% y el 46% para el CC, CO y BPA, respectivamente. Estos datos evidenciaron un uso inadecuado de la biomasa del café para el cultivo CC y el BPA. Mientras, en el cultivo orgánico el uso de la biomasa es agronómica y ecológicamente más adecuado, a través de la aplicación del compost bajo la copa del árbol del café, en la parte superior de la hilera del cafetal.

**Tabla 6.37- Manejo de la biomasa del café en las áreas de cultivo.**

Manejo de la biomasa del café	Sistemas de producción de café					
	CC		CO		BPA	
	NP	%	NP	%	NP	%
Uso de la cáscara curtida esparcida bajo la copa del cafeto	0	0,0	7	63,6	1	5,0
Uso de la cáscara curtida esparcida en las hileras del cafetal	1	6,3	3	27,3	1	5,0
Uso de la cáscara cruda esparcida bajo la copa del cafeto	2	12,5	0	0,0	5	25,0
Cáscara cruda esparcida en las hileras del cafetal	6	37,5	1	9,1	8	40,0
No utiliza	7	43,8	0	0,0	5	25,0

### Balance de la materia orgánica en el suelo

El balance de materia orgánica, medido como porcentaje o en (dag/dm<sup>3</sup>) en los suelos de todas las explotaciones, fue netamente favorable para las fincas de cultivo del sistema orgánico, seguido del sistema de buenas prácticas agrícolas y en menor nivel para el sistema CC (Tabla 6.38). Esta tendencia confirmó el mejor manejo y aporte de materia orgánica en el sistema orgánico. Manejo eficiente de las hierbas espontáneas, mayor mantenimiento y control de las mismas con la utilización de técnicas de desbrozas manuales, el uso de leguminosas en asociación al café, Además de la utilización sistemática de la fertilización orgánica, por medio del compost y de la cáscara del café.

El nivel medio de materia orgánica para los suelos de la región varía de 1,5 y 3 dag/dm<sup>3</sup> (Prezotti, Fullin, 2007). Para la construcción de este indicador, se otorgó el mayor promedio resultante del análisis del valor de la materia orgánica de los sistemas con el valor 100, siendo el de los otros el porcentaje sobre el valor del primero. De tal forma, los indicadores resultantes, calculados como porcentaje son: el 69%, el 100% y el 78% para los sistemas de CC, CO y BPA, respectivamente.

**Tabla 6.38- Contenidos de la materia orgánica en los suelos cultivados.**

Sistemas	M O (dag/ dm <sup>3</sup> )
CC	2,3
CO	3,3
BPA	2,6

La valoración final, se ha dado, de acuerdo con la metodología propuesta:  
AMOS = CBCV (3) + MC (4) + FIC (2) + CBC (1) + MBV (2) + BMO/13, donde:

AMOS corresponde al aporte a la materia orgánica del suelo, CBCV: ciclado de la biomasa de cobertura, MC: manejo de la cobertura, FIC: frecuencia de incorporación de la biomasa de cobertura, CBC: ciclado de la biomasa del café, MBC: manejo de la biomasa de café (Tabla 6.39).

**Tabla 6.39- Resumen de los subindicadores componentes del indicador nivel de aporte y manejo de la materia orgánica al suelo.**

Sistemas de producción	Subindicadores de sustentabilidad						Indicador
	CBCV	MC	FIC	RBC	MBC	BMO	AMOS
	%	%	%	%	%	%	Media (%)
CC	100 (3)	81 (4)	74 (2)	47,5	36 (2)	69	73,9
CO	100 (3)	90 (4)	80 (2)	100	90 (2)	100	92,3
BPA	100 (3)	83 (4)	76 (2)	63	46 (2)	78	78,2

El indicador de sustentabilidad Nivel de aporte de la materia orgánica del suelo (AMOS), fue resultado de la ponderación y uso de los subindicadores descritos anteriormente, de acuerdo con la metodología propuesta. La Tabla 6.38 se refiere a los resultados obtenidos por el aporte de materia orgánica para los diversos sistemas de producción de café. Fueron el 73,9%, el 92,3% y el 78,2% para los sistemas CC, CO y BPA, respectivamente.

## 6.12- Disponibilidad de nutrientes y manejo de la fertilidad del suelo

El manejo de la fertilidad de acuerdo con la disponibilidad de los nutrientes en el suelo, se realizó en base a los macro-nutrientes esenciales para las plantas: nitrógeno (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) y potasio ( $K_2O$ ). Las entradas de nutrientes correspondieron a las fertilizaciones químicas y orgánicas aplicadas en los cafetales (Tabla 6.40).

Las entradas de nutrientes fueron superiores para el cultivo BPA debido a la aplicación de dosis más elevadas de fertilizantes químicos, con en lo cual se obtuvieron también mayores productividades. Todos los sistemas utilizaron abonos orgánicos originados principalmente de la biomasa del propio café, (la cáscara del café -residuo del procesamiento y beneficio, compuesta por la cáscara y subproducto de la despulpa del café-).

**Tabla. 6.40- Cantidad de Nutrientes, nitrógeno (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) y potasio ( $K_2O$ ), aplicados en los cultivos de café por hectárea.**

Sistemas de producción	Entradas Fertilización	Cantidad totales de nutrientes por hectárea		
		N	$P_2O_5$	$K_2O$
	kg	kg	kg	
CC	Orgánica (a)	6	0,4	8
	Química (b)	117	31	97
	Total (a + b)	123	31,4	105
CO	Total (orgánica)	161	28	180
BPA	Orgánica (c)	15	1	20
	Química (d)	226	55	166
	Total (c + d)	241	56	186

Los orgánicos utilizaron solamente el compost, hecho con materia orgánica originada en la propia finca o complementado con cáscara de café, estiércol bovino o de pollo de otras fincas o de granjas vecinas. Como fue comentado en otro apartado, la fertilización orgánica para el sistema CC fue insignificante, siendo restringida a unos pocos agricultores; mientras que los de BPA, tuvieron mayor participación que el CC. La composición química de los abonos químicos, de los orgánicos, como residuos del café, del estiércol, y del compost están ilustrados en el anexo (Tabla 10.2.2, en anexo).

La disponibilidad de los nutrientes fue determinadas por la interpretación del análisis del suelo (Tabla 6.41), en el cual todos los sistemas de cultivo presentaron baja saturación de bases ( $V < 50\%$ ), con acidez potencial y con necesidad de corrección de la acidez y un nivel medio del contenido de la materia orgánica para los CC y BPA, y alto para el CO. Los niveles de potasio variaron de medios a bajo y los de fósforo fueron medios para todos los sistemas.

En relación a los micronutrientes el nivel de Zn fue medio para el CC y alto para el sistema CO y BPA. Se registró un nivel alto para el (Fe, Mn) y medio para el (B) en todos los sistemas, de acuerdo con Prezotti (2007), (Tabla 6.41).

**Tabla 6.41- Características químicas de las muestras y de la fertilidad del suelo en los cafetales.**

Características	Sistemas de Producción		
	CC	CO	BPA
pH-H <sub>2</sub> O (1:2,5)	5,2	6,0	5,6
Al <sup>3+</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> ) <sup>1/</sup>	0,7	0,3	0,5
Ca <sup>2+</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> ) <sup>1/</sup>	1,2	2,1	1,7
Mg <sup>2+</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> ) <sup>1/</sup>	0,3	0,6	0,5
H + Al (cmolc dm <sup>-3</sup> ) <sup>2/</sup>	4,6	4,0	4,3
K (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>3/</sup>	75,3	75,4	79,0
P (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>3/</sup>	12,6	13,9	20,0
Zn (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>3/</sup>	2,8	6,1	7,4
Fe (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>3/</sup>	76,3	77,6	80,2
Mn (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>3/</sup>	22,5	12,7	16,2
B (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>4/</sup>	0,4	0,4	0,4
P remanente (mg L <sup>-1</sup> ) <sup>5/</sup>	21,8	20,4	22,1
Materia orgánica (dag kg <sup>-1</sup> ) <sup>6/</sup>	2,3	3,3	2,6
SB	1,7	2,9	2,4
t	2,4	3,2	2,9
T	6,3	6,9	6,7
V	27,2	40,3	36,9
m	34	16	19

<sup>1/</sup>Extractor KCl 1 mol L<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 1997); <sup>2/</sup>Extractor acetato de calcio 0,5 mol L<sup>-1</sup>, pH = 7 (EMBRAPA, 1997); <sup>3/</sup>Extractor Mehlich-1 (Braga & Defelipo, 1974); <sup>4/</sup>Extractor agua caliente; <sup>5/</sup>Concentración de P de la solución de equilibrio, después de agitar por 1 h el suelo con CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>, conteniendo 60 mg L<sup>-1</sup> de P. Relación 1:10 (Alvarez V. et al., 2000); <sup>6/</sup>Método de Walkley e Black (Jackson, 1958); Materia Orgánica (Carbono orgánico x 1,724; SB - Suma de Bases cambiables; t – Capacidad de intercambio de cationes; T - Capacidad de cambio de cationes a pH-7 (CTC); V – Índice de saturación de bases; m – Índice de saturación de aluminio.

En la definición de las cantidades de nutrientes a ser aplicadas (mediante las fertilizaciones), para la realización de una nutrición adecuada de los cafetales y como consecuencia alcanzaren la producción por hectárea de referencia (1800 kg), fueron considerados los siguientes aspectos: el contenido de nutrientes en reserva existente en los suelos (determinado por el análisis químico), la extracción de nutrientes realizada por medio de las cosechas (por los granos y cáscaras de café producidos), las cantidades para la manutención del crecimiento vegetal de la planta, además de las pérdidas de nutrientes (por volatilización, por lixiviación, por erosión y por fijación de fósforo -expresiva en suelos tropicales-) y en la capacidad de absorción de los nutrientes por la planta del café (Prezotti et al., 2007), (Tabla 6.42 y 6.43).

**Tabla 6.42 – Dosis de Nitrógeno y potasio para el café arábico en producción en el Estado de Espírito Santo – Brasil.**

Productividad	Dosis de Nitrógeno	Contenido de potasio en el suelo (mg/dm <sup>3</sup> )			
		<60	61 -120	121 - 200	>200
(kg por ha)	kg/ha/año	Dosis de potasio en el suelo (kg/ha/año)			
1200 - 1800	260	230	160	90	0
1801 - 3000	320	290	220	150	0
3001 - 4200	380	350	280	210	80
> 4200	450	410	340	270	140

Las dosis recomendadas de nitrógeno y potasio deben ser divididas, como mínimo, en tres parcelas, de preferencia en la floración, inicio y fin de la formación de los granos. Las dosis del fósforo estimadas de acuerdo con la Tabla 6.43.

**Tabla 6.43. Recomendación de fertilización de producción de fósforo para el café arábica en el Estado del Espíritu Santo.**

P-rem (mg/L)	Nivel del fósforo en el suelo (mg/dm <sup>3</sup> )			
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto
< 20	<3	3 - 6	7 -10	>10
20 - 40	<5	5 - 10	11 - 20	>20
>40	<10	10 - 20	21 - 30	>30
Productividad Kg/hectárea	Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kilogramos por hectárea por año			
1200 - 1800	70	50	0	0
1801 - 3000	90	70	0	0
3001 - 4200	110	90	30	0
> 4200	130	110	50	0

Considerando los criterios citados anteriormente y las fertilizaciones realizadas en los sistemas de cultivo, se calcularon las demandas, las entradas y el balance de nutrientes para los respectivos sistemas de cultivo, basándonos en la plantilla electrónica disponible en la página web del Instituto Capixaba de Pesquisa, Asistencia Técnica y Extensión Rural - INCAPER: "<http://www.incaper.es.gov.br>" o en las recomendaciones oficiales (Prezotti et al., 2007) (Tabla 6.44).

**Tabla 6.44- Balance y cantidad de nutrientes necesaria para la fertilización adecuada de los cafetales para la productividad de referencia.**

Sistemas		Nitrógeno		Fósforo		Potasio	
		kg	%	kg	%	kg	%
CC	Demanda	277,0	100,0	51,0	100,0	210,0	100,0
	Entrada	123,0	44,4	31,4	61,5	105,0	50,0
	Balance	-154,0	-65,6	-19,6	-48,5	-105,0	-50,0
CO	Demanda	267,0	100,0	45,0	100,0	207,0	100,0
	Entrada	161,0	60,3	28,0	62,0	180,0	87,0
	Balance	-106,0	-39,7	-17,0	-38,0	-27,0	-13,0
BPA	Demanda	274,0	100,0	0,0	100,0	205,0	100,0
	Entrada	241,0	88,0	56,0	100,0	186,0	90,0
	Balance	-33,0	-18,0	+56,0	-	-19,0	-10,0

Cuando los aspectos de la nutrición del cafetal están equilibrados, en sus entradas y salidas, el reflejo de este equilibrio radica en la salud y en el estado nutricional de las plantas, con reflejo directo en la producción y en la productividad de los cultivos de café. En la fase de fructificación, los frutos son considerados preferenciales en la partición de nutrientes y estos como limitantes en la productividad de gran parte de los cultivos de café, debido a la baja cantidad fornecida, principalmente de N y K.

Malta et al. (2007) evaluando el café en el sistema orgánico en conversión, observó diferencias significativas en el segundo año, resultando que la productividad de ese cultivo fue inferior a la del cultivo convencional, influenciados principalmente, por la nutrición de las plantas.

Van der Vossen (2005), en un análisis crítico sobre la sustentabilidad agronómica y económica de la producción del café orgánico, afirmó que para mantener niveles de



producción económicamente viables, grandes cantidades adicionales de abonos orgánicos tendrán que venir de fuentes externas para satisfacer las necesidades de nutrientes.

Niveles similares de aportes de nutrientes proporcionaron productividades semejantes para los sistemas de cultivo de café orgánico y convencional en Nicaragua, en lo cual la producción acumulada de café cereza por más de 5 años fue de 28,3 t ha<sup>-1</sup> y 30,9 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, sin diferencias estadísticas (Haggar et. al, 2011). En este trabajo, fueron observados algunos cultivos orgánicos, de la región de Montañas del Espíritu Santo, con productividades consideradas elevadas, en nivel superior a los 1800 kg ha<sup>-1</sup> de café beneficiado, mediante un mayor aporte de abonos, principalmente de cáscara de café y estiércol de pollo.

Las fertilizaciones realizadas por los caficultores del sistema CC y CO, no fueron suficientes para promocionar las productividades por hectárea esperadas o de referencia. Para todos los cultivos, el balance de nutrientes exigido para la productividad de referencia fue negativo, con excepción del P para el sistema BPA. En consecuencia, es necesario definir lo que es la producción sostenible de café para proporcionar el mantenimiento de la calidad de vida de los pequeños agricultores.

El Indicador fue calculado basándose en la cantidad de nutrientes disponibles en relación a la productividad de referencia para nitrógeno, fósforo y potasio, indicando mayor deficiencia para el nitrógeno, elemento fundamental en la nutrición y para el aumento de la productividad de los cafetales (Tabla 6.45).

**Tabla 6.45- Indicador Disponibilidad de nutrientes en el suelo para los respectivos sistemas de producción.**

Sistema	N (%)	P (%)	K (%)	Indicador (%)
CC	44,4	61,5	50,0	52,0
CO	60,3	62,0	87,0	69,7
BPA	88,0	100,0	90,0	92,6

Por lo tanto, el indicador de sustentabilidad respecto a la disponibilidad de nutrientes y el manejo de la fertilidad del suelo fueron el 52,0%; el 69,7% y el 92,6% para el CC, CO y BPA, respectivamente.

### **6.13- Preservación ambiental de la contaminación por pesticidas**

En los últimos años la agricultura convencional ha aplicado agroquímicos de forma indiscriminada para controlar plagas, enfermedades y arvenses, lo cual es reflejo de un manejo no sustentable de los agroecosistemas, y ha causado riesgos socioambientales como la contaminación de las fuentes del agua y directamente la contaminación a los trabajadores en los cultivos. Fueron considerados los subindicadores "pesticida aplicado", el "uso de EPI", "ubicación de los cultivos" y finalmente el "manejo del suelo" para disminuir la escorrentía superficial de pesticidas.

#### **Pesticida aplicado asociado a la clase toxicológica y peligrosidad ambiental**

En los sistemas de cultivo de café fueron utilizados agrotóxicos clasificados con

preponderancia de pesticidas de baja toxicidad (clase IV), en cuanto al peligro al medio ambiente (clase IV y III) y/o cantidades de pesticidas con clase de toxicidad III. En el sistema de BPA, el 65% de las fincas utilizaron productos de clase toxicológica IV, mientras, ese número fue del 50% en el sistema CC. Predominó el uso de insecticidas/fungicidas aplicados vía suelo y herbicidas del grupo glifosato para el control de hierbas en los cultivos de café (Tabla 6.46).

**Tabla 6.46- Escala estandarizada para el subindicador “Pesticida aplicado asociado a la clase toxicológica y peligrosidad ambiental”.**

Uso de manejos de agrotóxicos en los cultivos de café arábico familiar	Sistemas de producción					
	CC		CO		BPA	
	NP	%	NP	%	NP	%
Solo utiliza productos biológicos o naturales en cantidades y dosis adecuadas; o no se utiliza agrotóxicos	3	18,8	11	100,0	2	10,0
Preponderancia de pesticidas (100%) de baja toxicidad (clase IV), en cuanto al peligro al medio ambiente (clase IV y III) y/o permitidos por la legislación orgánica en cantidades y dosis adecuadas.	4	25,0	0	0,0	5	25,0
Preponderancia (>60%) de pesticidas de baja toxicidad (clase IV), en cuanto al peligro al medio ambiente (clase IV y III) y/o cantidades de pesticidas con clase de toxicidad III (<40% del total).	1	6,3	0	0,0	6	30,0
Preponderancia de pesticidas de mediana toxicidad y peligrosidad ambiental (clase III) en dosis y frecuencia adecuadas	4	25,0	0	0,0	3	15,0
Uso preponderante de pesticidas de extrema toxicidad y de peligro ambiental (clase I y II).	4	25,0	0	0,0	4	20,0

Fueron aplicados, de media por año agrícola (2008 y 2009), 6,5kg de agrotóxicos por hectárea de café cultivado en el sistema convencional (Tabla 10.2.6, en anexo). En el BPA fue aplicado 3,5 kg por hectárea, superior a la cantidad de agrotóxicos aplicados en la agricultura brasileña - que en año de 2001 fue de 3,13 kg por hectárea- (IBGE, 2004). El total del 18,8% y del 10% de los agricultores no utilizaron ningún agroquímico, en los sistemas CC y BPA, respectivamente. En los cultivos orgánicos solamente se utilizaron productos biológicos o naturales (caldo visosa, super magro y otros caldos), en las cantidades y en las dosis recomendadas (Tabla 6.46).

De acuerdo con la escala estandarizada definida en la metodología, los resultados del subindicador “Pesticida aplicado asociado a la clase toxicológica y peligrosidad ambiental fueron del 57,5%, del 100% y del 58% para el CC, CO y BPA, respectivamente. El valor del subindicador para los sistemas que usan agrotóxicos fueron similares, cuanto a clase toxicológica y de peligrosidad ambiental. No obstante, la cantidad aplicada por hectárea fue prácticamente el doble de los convencionales si lo comparamos al sistema de BPA.

### **Uso de equipamientos de protección individual – EPIs y acondicionamiento de los productos**

Se observó que el 75% de los agricultores de BPA utilizaron EPI en todas las fases de la aplicación del agrotóxico, pero que apenas el 25% adoptaron esta práctica en el sistema CC. En relación al correcto acondicionamiento de los agrotóxicos se ha constatado que cerca del 55% y del 25%, en el sistema BPA y CC, respectivamente adoptaron condiciones satisfactorias, aumentando los riesgos de contaminación ambiental y humana (Tabla 6.47).

**Tabla 6.47- Escala estandarizada para el indicador “Uso de EPI y acondicionamiento de agrotóxicos”.**

Uso de equipos de protección individual y acondicionamiento de agrotóxicos en las fincas cafetaleras familiares	Sistemas de producción					
	CC		CO		BPA	
	NP	%	NP <sup>1</sup>	%	NP	%
Usa EPI en la preparación y en la aplicación. El acondicionamiento del agrotóxico se hace en un lugar adecuado y específico	2	12,5			6	30,0
Uso de EPI en las fases de preparación, de aplicación y del acondicionamiento se hace en un lugar separado, pero no específico	2	12,5			5	25,0
Uso de EPI en todas las fases de preparación y en la aplicación, pero el acondicionamiento del agrotóxico se hace en un lugar inadecuado	0	0,0			2	10,0
Uso de EPI solamente en la preparación o en la aplicación. El acondicionamiento es inadecuado	3	18,7			4	20,0
No utiliza EPI y almacena agrotóxicos en lugares inadecuados	9	56,2			3	15,0

<sup>1</sup>Para los caficultores de CO, no se aplica el subindicador.

La preocupación se agrava cuando se observa en el sistema CC que el 56,2% no utiliza ningún tipo de EPI en la manipulación de agrotóxicos y acondiciona el producto en lugares inadecuados; además, ponen en riesgo al trabajador directamente involucrado y a todos los miembros de la familia.

Muchas veces no hay un lugar específico para el acondicionamiento del producto, siendo guardado en el almacén, juntamente con otros productos agrícolas. Solamente el 12% de los agricultores poseían lugares específicos para acondicionamiento de agrotóxico.

Los índices convertidos en porcentaje corresponden al valor del 42%, del 100% y del 70% para el sistema CC, CO y BPA, respectivamente. Es necesario entrenar a estos agricultores para el uso adecuado de estos equipamientos.

### **Localización de los cultivos de café en relación a las fuentes de agua y arroyos**

El manejo de terrenos marginales en los recursos hídricos es de vital importancia para evitar daños ambientales de grandes dimensiones, debido a la acción directa sobre el agua, sobre la fauna y la flora acuática así como sobre las poblaciones que utilizan el agua, constituyéndose, por lo tanto, en una barrera física natural al transporte de contaminantes para los recursos hídricos a través de las aguas de infiltración o de la escorrentía superficial (Tabla 6.48).

La ocupación del suelo en estas áreas marginales a los cursos del agua debería ser preservada, (áreas denominadas "de preservación permanente" -APP-). La distancia mínima del área ocupada por la cobertura de vegetación natural es de 30 metros para arroyos o ríos con hasta 10 metros de anchura (Ley Federal nº 4.771/65, 2008). Se adecuaron a la legislación el 56,2%, el 81,8% y el 55% de las fincas de los sistemas CC, CO y BPA, respectivamente.

**Tabla 6.48- Localización de los cultivos en relación a las fuentes de agua.**

Características de localización de los cultivos de café	Sistemas de producción					
	CC		CO		BPA	
	NP	%	NP	%	NP	%
El área de cultivo está localizada en una distancia superior a los 50 m	3	18,7	1	9,1	5	25,0
El cultivo está entre los 30-50 metros del curso del agua y/o nacimiento	6	37,5	8	72,7	6	30,0
El cultivo está a más de 20-30 m del curso de agua y/o nacimiento	6	37,5	2	18,2	7	35,0
El cultivo está a menos de 10 -20 m del curso de agua y/o nacimiento	0	0,0	0	0,0	2	10,0
Cultivo a menos de 10 m o el curso de agua y/o nacimiento pasa dentro del área de cultivo	1	6,3	0	0,0	0	0,0

La preocupación ambiental se queda para las parcelas que están a menos de 30 metros de la fuente de agua, representados por un porcentaje medio del 38,3% de todos los agricultores.

La mayor preocupación está en el sistema CC y BPA, que presentaron el 43,8% y el 45% de las fincas con distancias inferiores al orientado por la legislación, mientras que el CO presentó solamente el 18,2% de las fincas con las distancias inferiores al preconizado por la legislación. Sin embargo, principalmente debido a la erosión laminar del suelo con escorrentía de abonos orgánicos para las partes más bajas, puede causar la eutrofización de los arroyos y cuerpos hídricos.

Los valores estandarizados obtenidos fueron, respectivamente el 72%, el 78% y el 76% para el cultivo CC, CO y BPA, indicando una ubicación similar de los cultivos en la finca, con un valor medio cercano a los 30 metros de distancia del manantial y arroyos.

### **Manejo del suelo para disminuir la escorrentía superficial de pesticidas**

Fue evaluada la utilización de prácticas de manejo para la conservación de suelos y del agua y su efectividad para evitar la escorrentía superficial de agua de lluvias, que pueden llevar sustancias más solubles y adsorbidas en el suelo erosionado. Los valores fueron los mismos considerados por la erosión en el subindicador “manejo de las hierbas en las parcelas”, con resultados del 68%, del 74,0% y del 78,0% respectivamente para el sistema CC, CO y BPA (Tabla 6.31).

Para calcular el indicador “Preservación de la contaminación ambiental por pesticidas”, se ponderó los siguientes subindicadores: “pesticidas aplicados asociados a la clase toxicológica y peligrosidad ambiental”, con ponderación de valor 2, “uso de EPI y acondicionamiento de agrotóxicos”, “ubicación de los cultivos de café en relación a las fuentes de agua”; y “manejo del suelo para disminuir el riesgo de escorrentía superficial de pesticidas” (Tabla 6.49).

**Tabla 6.49- Indicador Preservación de la contaminación por pesticidas.**

Sistemas de producción	Subindicadores				Indicador PCP
	Clase toxicológica y peligrosidad ambiental	Uso de EPI	Localización de los cultivos	Manejo de las hierbas	
CC	57,5 (2)	42,0	72,0	68,0	59,4
CO	100,0 (2)	100,0	78,0	74,0	90,4
BPA	58,0 (2)	70,0	76,0	78,0	68,0

El indicador de sustentabilidad “Preservación de la contaminación ambiental por pesticidas” (PCP), fue el resultado de la ponderación y del uso de los subindicadores descritos anteriormente, de acuerdo con la metodología propuesta. En la Tabla 6.48, se reflejan a los resultados obtenidos para los diversos sistemas de producción de café. Fueron el 59,4%, el 90,4% y el 68,0% para los sistemas CC, CO y BPA, respectivamente.

#### **6.14- Diversificación de las rentas agropecuarias**

El porcentaje de ingresos proveniente de otras actividades que no son las del café, fueron respectivamente el 39,6%; el 53,9% y el 25,6% para los sistemas CC, CO y BPA, lo cual indicó un nivel mayor de diversificación de renta de la economía familiar para el sistema orgánico, indicando el monocultivo de café en la finca de los CC (60,4%) y BPA (74,4%). Schmidt, De Muner, Fornazier (2004), relataron la dependencia económica de los agricultores de la región, donde el café representó más del 70% de la renta de las fincas.

Los ingresos del café cultivado por el sistema BPA representaron una entrada significativa de renta, debido principalmente a la mayor productividad por hectárea, ya explicado en el indicador productividad física del café arábica.

#### **6.15- Disponibilidad y uso de abonos orgánicos para la fertilización**

En las entrevistas con los agricultores y asociaciones fue observado el número de agricultores que tuvieron problemas para obtener los insumos requeridos para la fertilización y los abonos para la fabricación de compost. Fueron considerados los subindicadores “la disponibilidad y uso de cáscara de café” y “la disponibilidad y uso del estiércol”.

##### **Disponibilidad y uso de cáscara del café**

La principal fuente de abono orgánico en las fincas es la cáscara del café y el estiércol bovino. El número y porcentaje de agricultores que utilizaron la cáscara de café alcanzó un total medio del 80,9%. Solamente los orgánicos utilizaron toda la cáscara disponible en la finca. Los de BPA, que presentaron un 90% de este porcentaje, prácticamente el 50% de los caficultores usan encima del 60% de la cáscara de café disponible. En el sistema convencional el 43,8% no utilizan ningún residuo de café en las explotaciones de café (Tabla 6.50).

Además de la necesidad de la concienciación de las ventajas agronómicas del uso de la cáscara del café, existe la dificultad de la devolución de la cáscara a la finca, cuando el caficultor procesa el producto en alguna estación de procesamiento fuera de la finca (en estaciones de beneficio de los intermediarios compradores, o incluso

en las cooperativas). Los valores estandarizados para la disponibilidad y uso de la cáscara de café fueron del 47,5%, del 100,0% y del 63,0% para los agricultores CC, CO y los de BPA, respectivamente (Tabla 6.50).

**Tabla 6.50- Porcentaje de retorno de la biomasa del café (cáscara de café) según la disponibilidad de las explotaciones.**

Sistema	Retorno >80%		Retorno (81-60)		Retorno (41-60)		Retorno (21-40)		Retorno <20%		Total	No retorno	
	NA	%	NA	%	NA	%	NA	%	NA	%	%	NA	%
CC	3	18,8	2	12,5	1	6,3	2	12,5	1,0	6,3	56,3	7	43,8
CO	11	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	100,0	0	0,0
BPA	6	30,0	4	20,0	2	10,0	3	15,0	3,0	15,0	90,0	2	10,0
Total	20	42,6	6	12,8	3	6,4	5	10,6	4,0	8,5	80,9	9	19,1

### Disponibilidad y uso del estiércol

En cuanto a la disponibilidad y uso del estiércol de bovinos sería de esperar una gran utilización por parte de la caficultura familiar, dado que gran parte de los caficultores también explotan la actividad de ganadería bovina (un 43%). Todavía la utilización del estiércol en el café es considerado insignificante, indicando que la integración caficultura-ganadería, deseable para incrementar la sustentabilidad del manejo del agroecosistema, es deficitario. El estiércol fue usado con más frecuencia en los pequeños huertos ubicados cerca de las viviendas de las fincas. También, queda constatado que no existe la práctica de compostaje en los CC y de BPA evaluados (Tabla 6.51).

**6.51- Porcentaje de retorno del estiércol bovino según la disponibilidad de las explotaciones.**

Sistemas de producción	Fincas cafetaleras que explotan ganadería %	Fincas que usan estiércol en el cultivo de café %
CC	63,0	0,0
CO	73,0	91,0
BPA	10,0	0,0
Total	43,0	21

El estiércol fue usado solamente por los agricultores orgánicos, incluso muchos de los mismos tienen necesidad de adquirir más materia orgánica para componer el compost, principalmente estiércol de pollo, proveniente de granjas de la región, muchas veces alejadas de las fincas, aumentando los costes de producción y sobre todo de combustible y energía fósil en el agroecosistema. El valor estandarizado para el uso de estiércol bovino fue del 0%, del 91% y del 0% para el cultivo CC, CO y BPA, respectivamente.

En los orgánicos evaluados la producción de fertilizantes debería realizarse en la propia finca, integrando la explotación café-ganadería-silvicultura para disminuir los costes económicos, distancias de transporte y el uso de combustible fósil. Según, Gusman et al. (2008), la gestión orgánica podría mejorar su eficiencia energética si se ajusta más y se internalizan los flujos de nutrientes necesarios para lograr una mayor sostenibilidad.

Estos índices brindaron informaciones complementarias entre sí (se les otorgó la misma ponderación). El indicador de sustentabilidad respecto a la disponibilidad y uso de abonos orgánicos fueron del 23,7%, del 95,5% y del 31,5% para los cultivos CC, CO y BPA, respectivamente.

### 6.16- Nivel de participación de los caficultores en las organizaciones sociales

Fueron considerados los subindicadores afiliación y frecuencia de los caficultores en las asambleas y reuniones de las organizaciones sociales.

#### Afiliación en las organizaciones sociales

Los caficultores de modo general tienen un razonable nivel de afiliación en las organizaciones sociales. Pero los convencionales tienden a afiliarse en los sindicatos de los trabajadores (STR), en búsqueda, principalmente de sus derechos laborales; se involucran menos en los problemas relativos a la producción y en la resolución de sus problemas comunes. Los agricultores familiares se dedicaron por muchos años a presionar los gobiernos (municipal y estadual) con carácter predominantemente reivindicativo. Para Matos (1998), muchas organizaciones tienden a confundir los mecanismos de organización política con aquellos de organización económica, avanzando poco en la promoción e inserción competitiva y sustentable de la pequeña producción familiar en el mercado.

Los agricultores orgánicos y los de BPA tienen mayor participación en asociaciones y cooperativas (Tabla 6.52), dado al interés y la necesidad de mejorías colectivas y de participar de proyectos y procesos en la comercialización de forma colectiva para añadir valor al producto, principalmente para la comercialización de su producto directamente en el mercado internacional. El valor del subindicador respecto a la afiliación en las organizaciones sociales fue del 54,1%, del 87,8% y del 83,3% para el CC, CO y BPA, respectivamente. Resultados obtenidos por Schmidt, De Muner, Fornazier (2004) y De Muner et al. (2009), demostraron que más del 70% de los caficultores de base familiar en la zona cafetalera estudiada eran afiliados a los sindicatos, pero con porcentaje menor de afiliación en las asociaciones y cooperativas.

**Tabla 6.52- Afiliación de los caficultores familiares en las organizaciones sociales.**

Organizaciones sociales de caficultores	Convencional		Orgánicos		BPAs		TOTAL	
	Porcentual de afiliación en las organizaciones sociales							
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Cooperativas	3	18,7	11	100,0	15	75,0	29	61,7
Asociaciones	8	50,0	10	90,9	16	80,0	34	72,3
Sindicatos	15	93,7	8	72,7	19	95,0	42	89,3
Media	8,7	54,1	9,6	87,8	16,7	83,3	105	75,0

#### Frecuencia de participación en las asambleas de las organizaciones sociales

El nivel de frecuencia de los agricultores afiliados a las organizaciones sociales, en las reuniones y asambleas, fue considerada regular, una vez que esta participación fue de cerca del 66,2% de todas las asambleas realizadas, con el objetivo principal de apoyar la organización y de los grupos de interés en los proyectos desarrollados de forma colectiva.

Las frecuencias más bajas (54,8%) fueron observadas en las reuniones de los sindicatos, que no están directamente involucrados en los procesos de certificación y comercialización de la producción cafetalera (Tabla 6.53).

**Tabla 6.53- Frecuencia (%) de los caficultores familiares en las reuniones y las asambleas de las organizaciones sociales.**

Organización social	Convencional	Orgánico	Buenas Prácticas	Frecuencia media
	Frecuencia (%)			
Cooperativas	73,3	70,0	72,0	71,7
Asociaciones	67,5	71,0	78,0	72,2
Sindicatos	33,3	67,5	63,7	54,8
Media	58,0	69,5	71,2	66,2

El subindicador “Frecuencia de los agricultores” en las asambleas fue respectivamente del 58,0%; del 69,5% y del 71,2% para los CC, CO y BPA.

La ponderación: estos índices brindaron informaciones respecto a la participación de los agricultores en las organizaciones sociales y son complementarios entre sí, se les otorgó la ponderación dos (2) para el subindicador “afiliación en las organizaciones sociales” y uno (1) para la “frecuencia en las asambleas”. Por tanto el indicador de sustentabilidad respecto a la “Participación de los caficultores en las organizaciones sociales” fueron respectivamente del 55,4%, del 81,7% y del 79,2% para los cultivos CC, CO y BPA, evidenciando un indicador cercano al crítico para los caficultores del sistema CC.

Al relacionar en nivel de la organización social del agricultor con la comercialización del café, se puede observar que los caficultores del sistema convencional han utilizado de manera predominante la opción de la comercialización mediante a los intermediarios locales, los caficultores del sistema BPA diversifican más con las cooperativas y con los intermediarios regionales, mientras los del CO comercializan la mayor parte de la producción a través de la cooperativa de agricultores familiares. También se ha observado un inicio de diversificación del mercado para el sistema CO y BPA, por medio de ferias municipales, supermercados y el consumidor directo, con el objetivo de explotar el mercado local y alcanzar mejores precios del producto con el café tostado y molido (Tabla 6.54).

**Tabla 6.54- Participación de los caficultores (%) en los diferentes sectores de comercialización de café arábico en Espíritu Santo.**

Sistemas	I. Local	I. Regional	Exportador	Coop.	Feria	SM	C. Directo*
Convencional	56,3	25,0	6,3	12,4	-	-	-
Orgánico	-	-	18,2	100,0	9,0	9,0	9,0
BPAs	20,0	50,0	10,0	60,0	5,0	-	5,0

I. = Intermediario; Coop. = cooperativa; SM = supermercado; C. = Consumidor, \* café tostado y molido

La distribución comercial alimentaria actual coloca la agricultura en un lugar subordinado y determina una forma de producción agraria globalizada. Por ello, desde una perspectiva agroecológica, se llama la atención sobre las ventajas de los canales cortos de comercialización orientados prioritariamente a mercados locales que permiten reequilibrar las relaciones de poder entre el agricultor y la distribución



comercial, favoreciendo una distribución del valor añadido más favorable para el agricultor (Soler, 2007).

## Adaptabilidad

La adaptabilidad en este contexto es sinónimo de flexibilidad para amoldarse a nuevas condiciones del entorno económico y biofísico, por medio de procesos de innovación y aprendizaje (Maserá *et al*, 1999), e incluso de recuperación de técnicas y/o tecnologías tradicionales.

### 6.17- Capacidad de cambio y adopción de innovaciones (tecnologías apropiadas de bajo insumo)

En este trabajo se ha analizado algunas tecnologías disponibles para los diversos sistemas de manejo en el cultivo de café. Estas técnicas son caracterizadas por su reproducibilidad total o parcial por parte de los cafetaleros, que puedan contribuir a incrementar el grado de control sobre los recursos propios, fortaleciendo a la vez el proceso de aprendizaje y la capacitación de quienes las aplican.

Ha sido también analizada la motivación de los agricultores para el cambio del sistema CC para el CO o de BPA. Mientras, esos datos no fueron utilizados para componer el cálculo de índice del indicador. Se observó que para los agricultores del sistema orgánico la principal motivación para el cambio de sistema de producción fue en escala decreciente: la salud de la familia (73%), después el económico, la preocupación ambiental, el modo de vida y por último la salud del consumidor (Tabla 6.55). Muchos de estos agricultores, relataron que tuvieron problemas de contaminación con agrotóxicos y optaron por el cambio de sistemas principalmente por esta motivación.

**Tabla 6.55- Motivo afirmado por los caficultores para cambio de sistemas o uso de tecnologías más sustentables, en porcentaje.**

Motivación para cambios (%)	Orgánico					Buenas prácticas agrícolas				
	1º	2º	3º	4º	5º	1º	2º	3º	4º	5º
Salud de la familia (%)	73	9	18	-	-	20	25	55	-	-
Modo de vida (%)	18	9	-	73	-		5		85	10
Económico (%)	9	55	9	18	9	80	20	-	-	-
Preocupación ambiental (%)	-	18	73	9	-		55	45	-	-
Salud del consumidor (%)	-	9	-	-	91	-	-	5	10	85

Mientras, para el sistema de buenas prácticas agrícolas la principal motivación para los caficultores fue el económico, enfocando las tecnologías que propiciaban el aumento de la productividad, con la preservación ambiental en las fincas con un 80% de frecuencia, en orden decreciente la preocupación ambiental, salud de la familia, el modo de vida y finalmente la salud del consumidor (Tabla 6.55).

La renovación de los cultivos por medio de variedades resistentes a la roya, el manejo de leguminosas fijadoras de nitrógeno en asociación al café, el deshierbe por medio de desbroza manual y cultivo de barrera viva tienen la particularidad de ser tecnologías o información de bajo costo que pueden ser replicadas por el caficultor familiar. El indicador evaluó la capacidad de innovación y la apropiación de

estas cuatro técnicas básicas por parte de los caficultores familiares, de acuerdo con la escala de estandarización prevista en la metodología.

La adopción de tecnologías apropiadas para cada sistema de cultivo fue mayor en el sistema CO (65,9%), probablemente debido a la necesidad de producir materia orgánica en el local de cultivo por medio de rozadas y asociación de leguminosas con café. Mientras que, como se observó que de forma general, no se adopta la práctica de cultivos de leguminosas asociadas al café para la fijación de nitrógeno (Tabla 6.56), siendo estos sistemas CC y BPA altamente dependientes de la fertilización mineral y nitrogenados. Lima et al. (2005), evaluando la producción de biomasa y la capacidad de fijación de nutrientes en cultivo de café observó que el “guandu” y la “crotalaria” fueron las leguminosas que más incorporaron nutrientes al suelo. De forma general, en cada finca, por lo menos una leguminosa sería capaz de proveer más de la mitad de la cantidad de nitrógeno recomendada para niveles de productividad superior a los 1800 kg por hectárea.

Aún así se observó que el uso de variedades resistentes a la roya del café fue muy bajo, con la apropiación del 12,5%, del 9% y del 15% de los agricultores del sistema CC, CO y BPA, respectivamente (Tabla 6.56). Esta tecnología es de bajo costo y debería ser utilizada mejor en el programa de gobierno del Estado de Espíritu Santo, en la renovación de la caficultura arábica de las montañas del Estado, si consideramos que los caficultores, generalmente, hacen la renovación media anual del 5% de sus cultivos.

Otra tecnología de bajo costo que debería ser más utilizada en el manejo de las plagas y enfermedades del café es la utilización de barreras vivas, principalmente en regiones de mayor altitud o locales más altos de la finca, que presentan vientos más intensos y constantes. Todas las fincas del cultivo CO usaron esta práctica, exigida por la certificación, que tiene una función complementaria como refugio de los animales silvestres y enemigos naturales de las plagas, además de su utilización como alimento para la familia (plátano y frutales), para la ganadería (caña de azúcar y capin napier) y en subproductos forestales (madera y leña). El desyerbe con desbroza manual más desbroza manual motorizada ha sido incrementado en las fincas cafetaleras en los tres sistemas de producción, principalmente por la dificultad de disponibilidad de mano de obra complementaria y su alto costo, en sustitución a la limpia con azadón. Esta práctica ha sido importante para la mayor conservación de los suelos y del agua de esta región de montañas.

**Tabla 6.56- Porcentaje de uso de tecnologías apropiadas en las fincas cafetaleras familiares.**

Sistemas de cultivo	Leguminosa con café		Barreras vivas		Renovación con variedades resistentes		Desyerbe con desbroza manual (1)		Media
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
CC	0	0,0	2	12,5	2	12,5	11	68,0	23,4
CO	6	54,0	11	100,0	1	9,0	11	100,0	65,9
BPA	0	0,0	10	50,0	3	15,0	16	80	36,2

(1) = desbroza manual para deshierbe en por lo menos 50% de las operaciones de cultivo

El indicador de la sustentabilidad respecto al porcentaje de fincas, o caficultores que se apropian de las cuatro tecnologías estudiadas fueron el 23,2%, el 65,9% y el 36,2% para los sistemas CC, CO y BPA, respectivamente.

## Equidad

### Generación del empleo

#### 6.18- Demanda de fuerza de trabajo

El sistema de producción de café requiere gran inversión de mano de obra para el manejo de las prácticas y tratos culturales, notablemente en la cosecha. La mano de obra adicional fue principalmente de origen familiar, de la propia comunidad o de la comunidad vecina. La valoración de este indicador se midió en función del número de jornales por hectárea que generan los sistemas CC, CO y BPA (Tabla 6.57).

**Tabla 6.57- Número medio de jornales por hectárea generados en las diversas fases de las labores en el cultivo de café arábica y sistemas de producción.**

Labores en las fases de la explotación	CC		CO		BPA	
	Jornal/ha	%	Jornal/ha	%	Jornal/ha	%
Abonado del suelo	1,1	2,9	13,2	20,7	2,5	4
Limpia	8,4	22,1	14,0	21,8	7,6	12,1
Tratamiento foliar/poda	0,4	1,0	1,2	1,8	1,6	2,5
Recolección	25,8	68,0	28,8	45,0	43,5	69,0
Post cosecha	2,2	5,9	7,0	10,9	7,8	12,4
Total laboreo	38,0	100,0	64,0	100,0	63,0	100,0

Fue analizado en este ítem la capacidad de generación de empleo por parte de los sistemas de cultivo, valorando más aquellos que generan mayor cantidad de trabajo, dentro de ciertos límites. En estas regiones de montañas, que no permiten la mecanización o que la permiten en menor grado, se demanda mayor cantidad de mano de obra (principalmente cuando se utiliza fertilización orgánica y compost en los cultivos). Estas prácticas demandan elevada mano de obra. En estas regiones el transporte muchas veces necesita ser manual, aumentando el trabajo pesado y los costes de producción con las labores. Los costes de producción de las labores fueron analizados en otro apartado.

La exigencia de trabajo en la conducción de los cafetales se concentra en determinados periodos del año. En la región investigada casi todas las operaciones son realizadas de noviembre hasta mayo y tardando en el mes de agosto, comprendiendo casi el 100% del trabajo. La recolección y las limpiezas demandan más mano de obra para todos cultivos, incluyendo también el abonado de suelo para los orgánicos. Pero la recolección que demanda (cerca del 60% de media de los jornales en la caficultura familiar), concentra sus labores variando entre el mes de abril y agosto.

Esta estacionalidad de demanda de trabajo en las fincas recomienda una asociación o combinación del café con otras explotaciones en la finca, seleccionando cultivos o crianzas que vengán a complementar el tiempo disponible durante todo el año agrícola. Por lo tanto, sobre el aspecto racional de la utilización de la mano de obra, es más sustentable las fincas cafetaleras que más diversifican sus explotaciones, principalmente con la ganadería y la silvicultura, que representa un complemento básico sobre los aspectos del aprovechamiento de la mano de obra ociosa y la generación de estiércol para el café, madera para los secadores de café y el

aprovechamiento de área con mayor pendiente, impropias al café, además de la posibilidad de mejorar la integración entre las explotaciones.

La valoración de esta situación es positiva para la caficultura familiar, como en este caso se trata, ya que emplea sus propios recursos para satisfacerla y no supone un gasto extra. También puede serlo desde el punto de vista del desarrollo rural sostenible, ya que en las regiones cafetaleras el sector absorbe la mayor parte del empleo del sector agrario (Schmidt, De Muner, Fornazier, 2004). Sin embargo, puede ser percibido como negativo por aquellos caficultores que emplean mano de obra contratada, no tanto por el precio de ésta, sino principalmente por la dificultad de encontrar trabajadores en la zona cafetalera.

Por otro lado para la productividad obtenida de 768, 864 y 1782 kg por hectárea, respectivamente, para los cultivos CC, CO y BPA (Tabla 6.2), relacionados con los jornales generados, se indica una productividad menor para los CO, principalmente debido a la baja productividad media por hectárea del sistema de producción orgánico. La productividad media del trabajo relacionando la producción fueron: 2,5; 1,7 y 3,5 kg de café beneficiado, por hora de trabajo.

La alta demanda de mano de obra aliada a la baja productividad del trabajo, además de la menor disponibilidad y costo de los fertilizantes en el sistema orgánico, por el volumen y transporte del material, implica en explotaciones de menores áreas de cultivo en las fincas orgánicas (Tabla 6.2).

La cantidad media de jornales demandados (generación de empleo) en los cafetales tuvo el resultado medio en el sistema orgánico de 64 jornales, 63 para el BPA y 38 para el convencional. Lo que supone un indicador de sustentabilidad “Demanda de fuerza de trabajo” relativo del 100% para el primero (CO), del 98,4% para el segundo (BPA) y del 59,4 para el último (CC).

### 6.19- Participación e integración familiar en el proceso de decisión

El indicador pretendió capturar el nivel de autonomía en la participación e integración familiar en el proceso de producción y toma de decisiones en la unidad de producción familiar. Para el indicador, los resultados obtenidos mostraron que los agricultores familiares son, generalmente, bastantes solidarios y participativos con la familia en la administración de la finca cafetalera. Con un valor considerado alto para todos los sistemas (6.58).

**Tabla 6.58- Características en relación a la integración familiar en el proceso de producción y toma de decisiones en las fincas familiares de café arábico.**

Características en relación a la integración y toma de decisiones	CC		CO		BPA	
	NC	%	NC	%	NC	%
Todos participan	11	68,8	7	63,6	15	75,0
Participación de los padres, algunos de los hijos y otros integrantes	1	6,3	0	0,0	2	10,0
Participación del padre y o madre y alguno de los hijos y/u otro integrante	1	6,3	2	9,1	2	10,0
Solamente uno integrante	3	18,8	2	27,3	1	5,0
No hay integración	0	0,0	0	0,0	0	0,0

NC = número de caficultores

El indicador de sustentabilidad respecto al nivel de autonomía en la participación e integración familiar en el proceso de decisión familiares fueron del 85%, del 81,8% y del 91% para los sistemas CC, CO y BPA, respectivamente.

## Autogestión

## Capacitación

### 6.20- Nivel de capacitación de los caficultores familiares

El indicador pretendió capturar el nivel de autonomía en el proceso de aprendizaje y de capacitación de los agricultores familiares de la región de producción de café arábica.

La "Capacitación" tiene en cuenta el proceso de aprendizaje por los miembros de la familia, escuelas de alternancia, cursos de ATER, cursos formales, además de la capacitación por parte de empresas que comercializan insumos. El aprendizaje en los sistemas de CO fue mayor con la información proveniente de los propios miembros de la familia (90,9%); por las escuelas alternativas fueron relativamente bajos (9,1%). Mientras, la capacitación por cursos promocionados por la ATER fue, sobre todo expresiva para el sistema BPA, involucrando al 100% de los caficultores, seguido de la influencia de la familia (60%) (Tabla 6.59). Esto demostró la importancia de la Extensión Rural, en la promoción de la asistencia técnica para el desarrollo sustentable de la Agricultura Familiar, en ese tipo de categoría.

**Tabla 6.59- Porcentaje de los procesos de capacitación de los caficultores familiares.**

Sistemas de producción	Con miembros de la familia		Escuelas de alternancia		Cursos ATER		Cursos Formales		Empresas de insumos	
	NC	%	NC	%	NC	%	NC	%	NC	%
CC	12	75,0	0	0,0	4	25,0	0	0,0	4	25,0
CO	10	90,9	1	9,1	4	36,4	0	0,0	0	0,0
BPA	12	60,0	0	0,0	20	100,0	1	5,0	10	50,0
Promedio	11,3	75,3	0,3	3,0	9,3	53,8	0,3	1,7	4,7	25,0

NC = número de caficultores

Los grandes retos son evidenciados cuando se trata de los caficultores convencionales y orgánicos, en los cuales se evidenció, indirectamente un bajo alcance de los trabajos de la Extensión Rural, a estas categorías de agricultores, totalizando el 25,0% y el 36,4%, respectivamente (Tabla 6.59).

El sistema convencional representa la mayoría de los caficultores que cultivan café arábica en la Agricultura Familiar. Los resultados fueron similares a los reportados por Schmidt, De Muner, Fornazier (2004), donde el porcentaje de los caficultores asistidos por la ATER pública en el Estado de Espírito Santo fue cercano al del 25,8% de los agricultores familiares, lo cual ha demostrado un alcance deficitario, en relación a las demandas estaduais.

Las empresas de insumos han tenido acceso a los caficultores BPA, alcanzando el 50% de este público, motivado por la comercialización de insumos. Los agricultores

del sistema BPA tienen más oportunidades de participar de cursos y entrenamientos, demostrando una mayor autonomía. Hay predominio del aprendizaje con los miembros de la familia o comunidad y con participación efectiva de la ATER. El indicador de sustentabilidad respecto al nivel de autonomía en el proceso de aprendizaje de los agricultores familiares fue obtenido obtenidos con base al número de opciones de capacitación (Tabla 6.60), siendo respectivamente, del 40%, del 47% y del 57% para los sistemas CC, CO y BPA de producción de café.

**Tabla 6.60- Características del proceso de aprendizaje y capacitación de los caficultores familiares de arábica.**

Características para capacitación: 1- aprendizaje con los miembros de la familia o comunidad; 2- escuelas de alternancia; 3- cursos de ATER; 4- cursos formales	CC		CO		BPA		Total	
	NC	%	NC	%	NC	%	NC	%
Todas las opciones de capacitación	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Al menos tres opciones	0	0	1	9,1	3	15,0	4	8,5
Al menos dos opciones	2	12,5	2	18,2	11	55,0	15	31,9
Una o más opción con (EVI)	12	75	8	72,7	6	30,0	26	55,3
Capacitación solo por (EVI)	2	12,5	0	0,0	0	0,0	2	4,3
Total	16	100	11	100	20	100	47	100

EVI: empresas de ventas de insumos.

También fue observada la opinión de los agricultores a respecto de la asistencia técnica pública directamente en las fincas: se constató que el foco de la ATER pública son tecnologías más apropiadas para el sistema BPA, constituido por caficultores de mayor concienciación ambiental y participación social. En el sistema CO, se observó una mayor insatisfacción con el sistema público, probablemente debido a la baja generación y capacitación de los técnicos para la asistencia a estas fincas (Tabla 6.61).

Mientras, no se observa que en la asistencia no pública (ONGs), tengan tecnologías desarrolladas y adaptadas a la realidad de los caficultores, toda vez que sus productividades pueden ser consideradas bajas. En el sistema CC, de mayor representatividad en la caficultura familiar en el Estado de Espírito Santo, se piensa que esos caficultores aún no tienen una concienciación de la necesidad de adopción de tecnologías para el incremento de la productividad y para la conservación ambiental, demostrado en los bajos índices de respuestas a este ítem. Esos datos no fueron utilizados para componer el cálculo de índice del indicador, pero son importantes para entender de la realidad de los cambios de tecnologías e implementación de políticas públicas.

**Tabla 6.61- Opinión de los caficultores sobre el apoyo de la ATER pública en la transición para estilos de caficultura más sustentables.**

Sistemas	Óptimo (%)	Bueno (%)	Regular (%)	Ruin (%)	Malo (%)	NR (%)
CC	0	13	6	0	0	81
CO	9	9	37	36	9	0
BPA	10	30	50	10	0	0

NR= no respondieron

## 6.21- Nivel de gestión

El indicador pretendió capturar el nivel de autonomía en la capacidad de gestión de las fincas de los agricultores familiares en la región del café arábica. Para el indicador “Nivel y capacidad de gestión” se llevó a cabo la capacidad de planificación de la explotación, diagnóstico de la finca, cronogramas de actividades, registros por parte del agricultor de compra, venta, etc., con el objetivo de administrar mejor la actividad cafetalera.

Se observó que el sistema BPA presentó un mayor número de caficultores en condiciones más próximas de las ideales, pues el 30% de los agricultores hacen una planificación de las actividades y además el diagnóstico de la finca, un cronograma de las actividades y el registro de compra y venta, totalizando el 60% de caficultores considerados de mejor nivel de gestión. En el sistema CO este porcentaje fue del 36,3%. En el sistema convencional el 81% de los agricultores familiares solamente hacen registros de las ventas de la producción de café, demostrando una baja capacidad administrativa y de gestión de la actividad cafetalera (Tabla 6.62).

**Tabla 6.62- Características de la capacidad de gestión de los caficultores familiares de arábica.**

Características de la capacidad de gestión del caficultor	CC		CO		BPA	
	NC	%	NC	%	NC	%
Planeamiento, diagnóstico de la finca, cronograma de las actividades, registro de compra y venta	0	0,0	4	36,3	6	30,0
Diagnóstico de la finca, cronograma de las actividades, registro de compra y venta	0	0,0	0	0,0	6	30,0
Diagnóstico de la finca, registro de compra y venta	0	0,0	5	45,4	2	10,0
Registro de compra y venta	3	18,7	2	18,2	2	10,0
Solamente registro de venta	13	81,0	0	0,0	4	20,0

NC = número de caficultores

En este indicador los valores fueron el 23,7% para el CC, el 70,8% para el CO y el 68,0% para el BPA, indicando una capacidad de gestión bastante deficiente por parte de los caficultores del sistema CC.

## 6.22- Grado de uso de recursos Internos (físico-económico)

La dependencia de los agricultores con respecto al uso de los recursos internos y los externos indica el grado de autogestión. Fue medido, en términos económicos, teniendo como referencia de análisis los aspectos físicos de la procedencia de los materiales utilizados en el proceso de producción. El indicador puede calcularse con un índice que muestre la relación entre los productos obtenidos en el sistema y el uso de insumos externos (insumos externos/unidad de producto). Los datos se obtuvieron mediante entrevistas o encuestas (Tabla 6.63 y 6.64).

**Tabla 6.63. Recursos externos gastos con insumos, por hectárea, utilizado en los sistemas de producción arábico.**

Factores	Convencional		Orgánico		BPAs	
	R\$/ha	%	R\$/ha	%	R\$/ha	%
Fertilización	537,00	50,5	336,00	35,2	1.100,00	45,7
Mano de obra [1]	219,00	20,6	356,80	37,4	606,60	25,2
Fitosanitarios	195,00	18,3	0,00	0,0	267,00	11,1
Maquinaria	113,00	10,6	262,00	27,4	433,00	18,0
Total	1064,00	100,0	954,80	100,0	2.406,60	100,0

[1] Valor de mano de obra paga para servicios contratados eventualmente, principalmente en la época de cosecha.

**Tabla 6.64- Recursos externos por hectárea utilizado y índices de productividad en los sistemas de cultivo de café arábica.**

Índices de productividad	CC	CO	BPA	Media
Costes total de producción (R\$/ha) (A)	1940,00	3036,00	3.866,00	2947,33
Productividad (sc/ha) (B)	12,8	14,4	29,7	18,97
Costos (R\$/saco) (C=B/A)	151,56	210,83	130,16	164,18
Insumo externo (R\$/ha) (D)	1064,00	954,80	2.406,60	1475,13
Insumo externo/unidad (R\$/saco) (E=D/B)	83,12	66,30	81,03	76,82
Insumo externo/ud. de producto (%) (F=E/C)	55%	31%	62%	49%

Los valores gastados con los insumos (R\$/ha) fueron semejantes para el convencional y para el orgánico, mientras que el BPA gastó más del doble de insumos externos por hectárea. Los costos de insumos externos representaron el 55%, el 31% y el 62% del costo de producción del café, respectivamente para los sistemas CC, CO y BPA. Estos porcentajes indicaron una menor dependencia de recursos externos para el sistema orgánico, intermediario para el convencional y mayor dependencia externa para el sistema BPA.

Esta mayor eficiencia del manejo orgánico con respecto al uso de insumos externos se debe, sobre todo, al abandono de los productos químicos (fertilizantes y agrotóxicos), productos de mayor valor económico, que son sustituidos por los cafetaleros orgánicos, por productos endógenos renovables, principalmente por la cáscara del café, estiércol y productos biológicos para el control de plagas.

Con estos porcentajes se construyó el indicador de sustentabilidad respecto al uso de recursos externos/unidad del producto (R\$/unidad del producto): dado en porcentaje del valor total usado en los cultivos. El indicador de sustentabilidad, que apunta para la autonomía de la finca, fue el porcentaje de recursos internos usados en el cultivo del café, obtenido por la substracción de los porcentuales de recursos externos, en relación al total de recursos usados. Por tanto el indicador fue el 45,0%, el 69,0% y el 38%, para el CC, CO y BPA, respectivamente.

### **6.23- Eficiencia del uso del préstamo bancario (relación de los recursos de financiación bancaria y la productividad)**

Fue también analizado el porcentaje de agricultores que utilizaron recursos externos provenientes de fuentes de financiamiento para inversión y para manutención de



los costos anuales de la explotación, durante el ciclo agrícola del cultivo, de media, en los dos últimos años.

El porcentaje medio de agricultores que usaron recursos bancarios, como fuente de financiación para mantenimiento de los costos anuales, fue del 25%, del 55% y del 60% de los caficultores de los sistemas CC, CO y BPA, respectivamente. Ello demuestra una relativa dependencia de financiación externa de los dos últimos sistemas (Tabla 6.65). Los recursos invertidos por ha fueron cerca del 50% superiores en los sistemas de producción CO y BPA, cuando se compara con los recursos invertidos en el sistema CC. Por otra parte, muchos agricultores tienen su acceso al sistema financiero y bancario restringiendo por la falta de información de las líneas de crédito de la Agricultura Familiar.

Los recursos para inversión fueron utilizados por el 31%, el 27% y el 55% de los CC, CO y BPA, respectivamente. El valor usado en el cultivo convencional fue, de media, de R\$2098,50 por ha, superior al BPA y al sistema de manejo orgánico, aún siendo el sistema de menor productividad y de producción de menor calidad; consecuentemente el de menor capacidad de pagamiento de la financiación bancaria.

**Tabla 6.65- Porcentaje de caficultores que utilizaron recursos de financiamiento para manutención y inversión en las finca y por hectárea.**

Sistema	Valor medio de los costes				Valor medio de la inversión				Costes y inversión R\$/ha
	NA	%	R\$/finca	R\$/ha	NA	%	R\$/finca	R\$/ha	
CC	4	25	7575,00	648,82	5	31	19600,00	2098,50	2747,30
CO	6	55	4766,66	989,62	3	27	7766,60	806,23	1795,80
BPA	12	60	7807,69	923,57	11	55	16863,60	1687,90	2611,40

NA = número de agricultores

La financiación para la inversión han sido para estructuras y equipamientos, que los caficultores necesitaron, para mejorar los procesos de cultivo y procesamiento de la producción, como la adquisición de desbrozadora manual motorizada y principalmente para equipamientos necesarios para ser usados en la de poscosecha. Se destacan, las inversiones en la construcción de patios para la seca del café, despulpadores y secadores mecánicos para mejorar la calidad del producto. Utilizaron básicamente la línea de crédito rural, del Pronaf (Programa Nacional de Fortalecimiento de la Agricultura Familiar), disponible en las agencias bancarias (Bandes, Banestes, SICOOB y Banco del Brasil).

Como recurso externo de fuentes bancarias para la financiación se consideraron los recursos de inversión, destinados a financiación de corto y medio plazo, con la finalidad de incorporar a las fincas bienes de capital, para fomentar el aumento de la productividad y la mejoría de la calidad del café de la región de montañas de Espírito Santo.

Para evaluar la dependencia de recursos externos por medio del préstamo bancario, fue relacionado el valor de inversión medio por hectárea, por la productividad media de cada sistema de producción. En consecuencia, se tomaron estos valores para la construcción de los indicadores relativos, siendo la menor relación de dependencia

(valor de inversión/productividad) indicado el valor 100 en el cultivo CO, y los otros el porcentaje sobre el valor del primero, o sea, el 98,5 para el BPA y el 34,1 para el sistema CC (Tabla 6.66).

**Tabla 6.66- Valor medio de inversión, relacionado con la productividad del café por ha.**

Sistema de producción	Valor inversión/ha (A) (R\$/ha)	Productividad (B) (saco/ha)	Relación (A/B) (R\$/saco)	Indicador %
CC	2098,50	12,8	163,94	34,1
CO	806,23	14,4	55,98	100
BPA	1687,90	29,7	56,83	98,5

#### **6.24- Fracción del alimento familiar producidos en la propia finca (dependencia alimentaría externa)**

El indicador tuvo la intención de mostrar la autosuficiencia alimentaría de las fincas cafetaleras y observar la variación de la producción de alimentos entre los tipos y sistemas de cultivo.

Quedó claro que las fincas familiares cafetaleras participan efectivamente en la producción de alimentos destinados al consumo de las familias. Los agricultores familiares participan de media con una producción equivalente a un 48% del alimento necesario para al consumo familiar.

Los sistemas tienen una capacidad similar en la producción de alimentos básicos, correspondiendo el porcentaje del 49,1%; del 52,8% y del 45,2% de las necesidades familiares, respectivamente para el sistema CC, CO y BPA, demostrando una autosuficiencia alimentaría similar entre los sistemas de cultivos.

Para el cálculo del indicador de sustentabilidad, respecto a la autosuficiencia alimentaría, se consideró los niveles del 80% de la producción de las necesidades básicas para la alimentación de la familia como el nivel de referencia o el considerado óptimo. Una vez que los alimentos como la sal, el azúcar, el trigo (materia prima para fabricación del pan y del macarrón), el aceite de soja, de oliva, entre otros, son obligatoriamente adquiridos en los supermercados, no siendo producido en las fincas de la región.

Por otro lado, los agricultores ya prácticamente no cultivan el arroz, básico en la alimentación brasileña; no fabrican el azúcar casero (la "rapadura") y muchos adquieren carne bovina en las carnicerías de las ciudades. La dependencia mayor fue la de este tipo de alimentación, pero de forma cualitativa, como en los casos de alimentos proteicos de origen animal, verduras y frutas y carbohidratos, los mismos son producidos en la propia finca.

En este caso el indicador de sustentabilidad respecto a la autosuficiencia alimentaría fue del 61,4%, del 66,0% y del 56,5% para el sistema CC, CO y BPA, respectivamente.



## **7- Presentación e integración de resultados con la evaluación global de los sistemas**

En esta fase se comparó la sostenibilidad de los sistemas de manejo analizados y se indicaron los principales obstáculos para la misma, así como los aspectos que más la favorecen.

Después del análisis, indicador por indicador, para tener una visión integral de los sistemas de manejo, se realizó una representación gráfica que permitiese observar de un solo golpe de vista las debilidades y fortalezas de cada sistema, basándonos en la comparación con un nivel óptimo o deseable para una sustentabilidad creciente.

Se realizó el diagrama AMIBA (Matera et al., 1999) (Gráfico 7.1), con el cual se asignó a cada indicador un valor en una escala de cero hasta 100, donde el cero corresponde al peor valor y el 100 al mejor que podría tener el sistema para aquel indicador de sustentabilidad (Cuadro 7.1).

El procedimiento consistió en dibujar un gráfico radial, cuyos ejes estuvieron constituidos por los indicadores escogidos en la evaluación y donde se señalaron los valores obtenidos. La comparación de las áreas máximas de cada sistema determina la sostenibilidad global relativa entre ellos.

Los indicadores de manejo evaluados brindaron información del efecto de las prácticas de manejo sobre los componentes o recursos considerados, permitiendo observar las tendencias del sistema. Fueron establecidos diversos subindicadores adaptados a la realidad de la caficultura familiar de las Montañas del Espíritu Santo.

La construcción de los indicadores compuestos se realizó por medio del agrupamiento de los subindicadores orientados por su similitud de objetivos. Cuando los mismos fueron complementarios, se ponderaron, con mayor o menor peso en función de la importancia de la variable para medir el indicador estratégico de sustentabilidad. Algunos indicadores se obtuvieron directamente (Cuadro 7.1).

Las ponderaciones se efectuaron basadas en la sugerencia de los caficultores, en la literatura y principalmente en la sugerencia de expertos en el manejo de café arábica de la Agricultura Familiar en las Montañas del Estado de Espírito Santo.






Se establecieron los valores de referencia o considerados óptimos para los indicadores de sustentabilidad en los diversos sistemas de manejo de cultivo de café arábica (CC, CO y BPA); dichos valores estuvieron basados en la literatura y en la sugerencia de técnicos con conocimiento multidisciplinario y experiencia en la caficultura arábica de montañas de la Agricultura Familiar del Espírito Santo.

**Cuadro 7.1- Valores resultantes de los indicadores de la evaluación de sustentabilidad en café arábico de la Agricultura Familiar.**

Atributos	Criterios de diagnóstico	Indicador estratégico de sustentabilidad	Subindicador	Peso	CC	CO	BPA	
Productividad	Eficiencia	1- Rendimiento físico	Rendimiento físico	1	42,6	48,0	99,0	
	Calidad	2- Calidad del café	Calidad por Tipo	1	55,0	70,8	62,0	
			Calidad por la Bebida	1	43,7	67,2	61,0	
	Eficiencia	3- Beneficio (balance económico)	Balance económico	1	21,5	36,7	100,0	
4- Relación energía saliente/ fósil entrante		Relación energía saliente/ fósil entrante	1	54,5	100,0	21,2		
Estabilidad, Resiliencia y Confiabilidad	Biodiversidad vegetal	5- Diversidad genética del café	Diversidad genética del café	1	31,2	32,8	36,0	
		6- Especies útiles y alimentarias que se manejan en asociación al café	1-% de fincas que cultivan especies útiles asociadas 2-% de fincas que cultivan especies alimentarias con el café	1 1	8,8 62,5	58,2 36,3	15,0 60,0	
		7- Vegetación natural circundante	Vegetación natural circundante	1	54,0	68,0	48,0	
		8- Diversificación de los cultivos	% de agricultores que diversifican con cultivos económicos	1	44,0	57,0	30,0	
	Vulnerabilidad ambiental y conservación de recursos	9- Sanidad de los cultivos	1- Nivel de incidencia de broca en granos almacenados		2	66,2	72,7	66,6
			2- Nivel de incidencia de minador de hoja		1	98,0	100,0	100,0
			3- Nivel de incidencia de Cercospora		1	82,0	72,0	84,0
			4- Nivel de incidencia de Roya del café		5	64,0	42,0	76,0
		10- Conservación del suelo y del agua	1- Signos de erosión		1	44,0	96,0	88,0
			2- Manejo de las hierbas espontáneas		2	68,0	74,0	78,0
			3- Manejo de los caminos internos		1	54,0	90,0	78,0
		11- Aporte y manejo de la materia orgánica	1- Ciclaje de biomasa de cobertura		3	100,0	100,0	100,0
			2- Manejo de la vegetación espontánea		4	81,0	90,0	83,0
			3- Frecuencia de aporte de biomasa al suelo		2	74,0	80,0	76,0
	4- Reciclaje de la biomasa del café			1	47,5	100,0	63,0	
	5- Manejo de la biomasa del café			2	36,0	90,0	46,0	
	6- Balance de materia orgánica			1	69,0	100,0	78,0	
	12- Disponibilidad y manejo (N, P y K)	1- Disponibilidad de nutrientes y manejo de la fertilidad del suelo		1	52,0	69,7	92,6	
	13- Preservación ambiental de la contaminación por pesticidas	1- Agrotóxico aplicado ( clase toxicológica y peligrosidad ambiental)		2	57,5	100,0	58,0	
		2- Uso de EPI y acondicionamiento del producto		1	42,0	100,0	70,0	
		3- Ubicación de los cultivos en relación as las fuentes hídricas		1	72,0	78,0	76,0	
		4- Manejo de la vegetación natural en las parcelas de café		1	68,0	74,0	78,0	
	Vulnerabilidad económica	14- Diversificación de la renta	Nivel de ingreso provenientes de otras actividades		1	39,6	53,9	25,6
15- Disponibilidad y uso de insumos orgánicos		1- Disponibilidad y uso de la cáscara del café en los cultivos		1	47,5	100,0	63,0	
	2- Disponibilidad y uso del estiércol en el cultivo de café		1	0,0	91,0	0,0		
Vulnerabilidad social	16- Participación de los caficultores en las organizaciones sociales	1- Porcentual de los caficultores afiliados		2	54,1	87,8	83,3	
		2- Nivel de frecuencia en las asambleas		1	58,0	69,5	71,2	
Adeptabilidad	Capacidad de cambio e innovación	17- Capacidad de adopción de innovaciones con tecnologías apropiadas	Porcentual de apropiación de las tecnologías consideradas de bajo insumo: cultivo de variedades resistentes, leguminosas, uso de desbroza manual para deshierbe en por lo menos 50% de las operaciones y cultivo de barreras vivas	1	23,2	65,9	36,2	
Equidad	Generación de empleo	18- Demanda de fuerza de trabajo	Nº de jornal generado por hectarea de café	1	59,4	100,0	98,4	
	Participación	19- Integración familiar en las decisiones	Integración en el proceso de producción y tomada de decisión	1	85,0	81,8	91,0	
Autogestión	Capacitación	20- Capacitación de los agricultores	Nivel de capacitación de los caficultores	1	40,0	47,0	57,0	
	Autosuficiencia	21- Gestión de las fincas	Capacidad de gestión del caficultor	1	23,8	71,0	68,0	
		22- Grado de uso de insumos internos	Recursos internos y externos/unidad del producto	1	45,0	69,0	38,0	
		23- Eficiencia del uso del préstamo bancario	Recursos obtenidos por préstamo bancario en relación la producción	1	34,1	100,0	98,5	
		24- Alimentos producidos en la propia finca	% de alimentos producidos para la familia, en la propia finca	1	61,4	66,0	56,5	

**Cuadro 7.2- Valores de referencia e indicadores de sustentabilidad en café arábico de la Agricultura Familiar.**

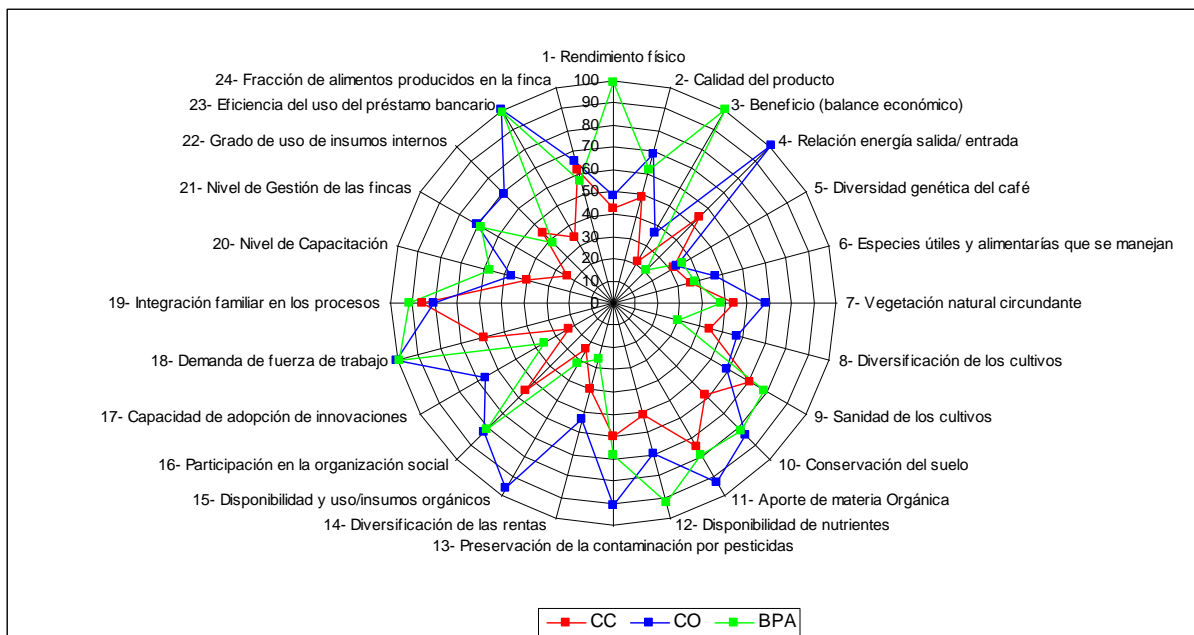
Indicadores de sustentabilidad	Valor referencia o nivel deseable	CC	CO	BPA
1- Rendimiento físico	Rendimiento mayor que 1800 kg por hectárea (100%)	42,6	48,0	99,0
2- Calidad del producto	Tipo 2, 3 y 4, con menos de 46 defectos y la bebida estrictamente mole, mole y apenas mole (100%)	49,4	69,0	61,5
3- Beneficio	Mayor balance medio por ha (R\$ 2522,00/ha) por el BPA	21,5	36,7	100,0
4- Relación energía salida/ energía entrada	Mayor eficiencia energética obtenida por los sistemas de cultivo. Obtenido por el CO (3,3)	54,5	100,0	21,2
5- Diversidad genética del café	Por lo menos tres variedades de café y con áreas equilibradas entre las variedades cultivadas	31,2	32,8	36,0
6- Especie útil y alimentaria manejada	Más del 80% de las fincas cultivan especies útiles con café y especies básicas alimentarias	35,6	47,2	37,5
7- Vegetación natural circundante	Rodeado por encima del 50% de sus bordes por vegetación natural, existencia de refugios ecológicos y barreras vivas	54,0	68,0	48,0
8- Diversificación de cultivos	El 100 % de los agricultores que diversifican con explotaciones económicas (maíz, frijoles, ganadería y silvicultura)	44,0	57,0	30,0
9- Sanidad de los cultivos	Ninguna incidencia de la broca en los granos almacenados	70,2	58,6	77,5
	Hasta un 30% de ataque con < 10% de minas vivas para el minador en las hojas			
	Menos de un 2% de incidencia de la Cercospora			
	Hojas del café infectadas hasta un 3% por la Roya del Café			
10- Conservación del suelo y del agua	Ningún signo de erosión en las parcelas cultivadas	58,5	83,5	80,5
	Los caminos internos de los cultivos se conservan en el 100%			
	Sólo el uso de desbrozamiento en el manejo de las hierbas espontáneas y hasta un 30% con herbicidas específicos			
11- Aporte de materia Orgánica	1- Ciclaje de la biomasa de las hierbas entre el 81-100%	73,9	92,3	78,2
	2- Manejo de hierbas por desbrozamiento manual (100%)			
	3- Al menos 4 cortes en un mínimo de 3 estaciones			
	4- Reciclaje del 81 a 100% de la biomasa del café			
	5- Manejo de la biomasa curtida y bajo el árbol del cafeto			
	6- Balance de materia orgánica del suelo			
12- Disponibilidad de nutrientes	1- Manejo y aporte de nutrientes (N, P y K) que proporcione la productividad considerada de referencia (1800 kg/ha)	52,0	69,7	92,6
13- Preservación ambiental de la contaminación por pesticidas (riesgos)	1- Uso solo de productos naturales en dosis adecuadas	59,4	90,4	68,0
	2- Uso de EPI y acondicionamiento adecuado del agrotóxico			
	3- Distancia mínima del cultivo a las fuentes hídricas de 50 m			
	4-Desbrozamiento de las hierbas y hasta 30% con herbicidas			
14- Diversificación de las rentas	Nivel de ingresos proveniente de otras actividades	39,6	53,9	25,6
15- Disponibilidad y uso/insumos orgánicos	El 100% de uso de la cáscara de café y el uso del estiércol disponible en el cultivo de café	23,7	95,5	31,5
16- Participación en la organización social	Afiliación y frecuencia por encima del 80% de los caficultores en las organizaciones sociales	55,4	81,7	79,2
17- Capacidad de adopción de innovaciones	Apropiación de las tecnologías por el 100% de los caficultores: variedades resistentes, leguminosas, desbroza en por lo menos el 50% de las operaciones y uso de barreras vivas	23,2	65,9	36,2
18- Demanda de fuerza de trabajo	Mayor número de jornal generado por hectárea, equivalente a 64 jornales (100), en el CO	59,4	100,0	98,4
19- Integración familiar en los procesos	Integración y participación de todos los miembros de la familia en los procesos productivos y en la toma de decisión	85,0	81,8	91,0
20- Nivel de Capacitación	Los caficultores participan de todas las opciones de capacitación	40,0	47,0	57,0
21- Gestión de las fincas cafetaleras	La gestión incluye los procesos de planeamiento, diagnóstico, cronograma de las actividades y registros de compra y venta	23,7	70,8	68,0
22- Grado de uso de insumos internos	Porcentaje de recursos internos usados, en relación a la unidad del producto (R\$/saco de 60 kg beneficiado)	45,0	69,0	38,0
23- Eficiencia del uso del préstamo bancario	La menor relación entre los recursos de financiación por saco producido fue considerada el valor 100, para el CO.	34,1	100,0	98,5
24- Alimentos producidos en la finca	Porcentaje, por encima de 80% de la necesidad alimentaria familiar en la propia finca cafetalera	61,4	66,0	56,5

 Nivel óptimo	 Adecuado	 Regular	 Bajo	 Muy bajo
--	--	---	---	--

Los colores del cuadro 7.2, se refieren al nivel de sustentabilidad de los indicadores estratégicos: el azul, verde, amarillo, rojo y gris, corresponde al nivel óptimo, adecuado, regular, bajo y nivel mucho bajo, respectivamente.

Con el objetivo de convertir la gráfica tipo AMIBA (Gráfico 7.1) en un instrumento de planeación, se decidió adoptar una serie de convenciones: en primer lugar, se considera que cuando un indicador se halla por debajo del nivel del 40%, es necesario tomar alguna medida correctiva inmediata para asegurar la sustentabilidad del sistema (nivel bajo). Si el indicador está entre el 41 y el 60%, implica que el sistema podría entrar en una crisis a corto plazo, por lo que habría que tomar medidas preventivas para evitar su inviabilidad (nivel regular). Si está por encima del nivel del 61 y 80% (nivel adecuado), el sistema no presenta problemas con ese indicador, aunque puede mejorarse con el tiempo hasta llegar al nivel óptimo deseable. Finalmente, si el indicador supera del 80%, indica que el sistema está siendo manejado de manera sustentable y acercándose al óptimo, a un nivel creciente de la sustentabilidad (nivel óptimo).

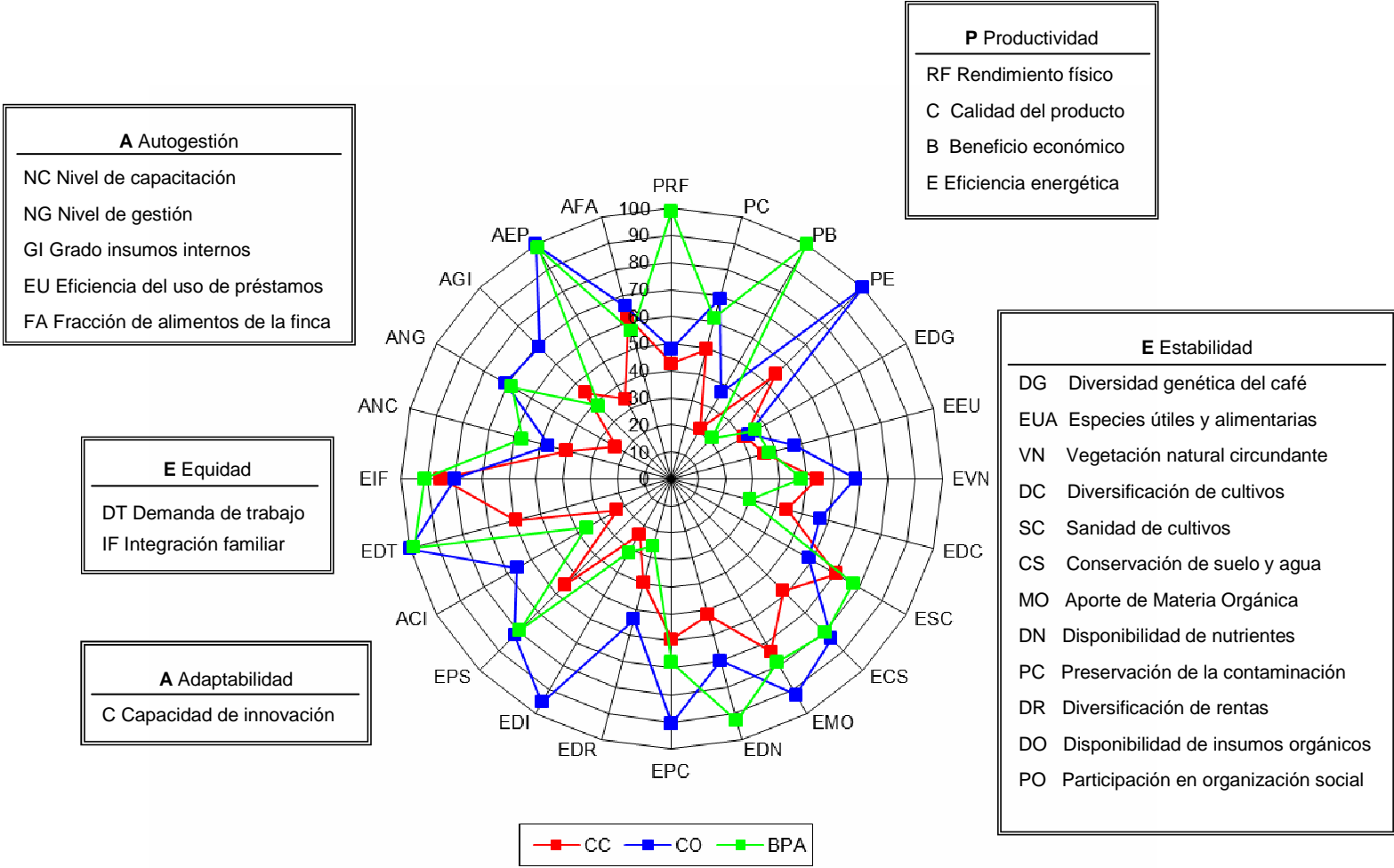
**Gráfico 7.1- Diagrama de AMIBA para la comparación de indicadores de sustentabilidad para los sistemas de manejo de cafetales arábicos en el Espíritu Santo.**



En base en el diagrama AMIBA (gráfico), se pueden identificar los puntos débiles y las bondades de cada sistema más abajo analizado.

Se identificaron, de acuerdo con el esquema operativo del MESMIS, los cinco atributos generales de la sustentabilidad de los agroecosistemas o sistemas de manejo, que son la productividad; la estabilidad, resiliencia y confiabilidad; la adaptabilidad; la equidad y la auto dependencia (Gráfico 7.2).

**Gráfico 7.2- Integración gráfica de los indicadores estratégicos de sustentabilidad en los sistemas de manejo de cafetales arábicos familiares relacionados con los atributos de sustentabilidad**





## **Atributo Productividad**

El atributo “productividad de los sistemas” fue observado por los indicadores rendimiento físico o productividad física, calidad del producto, costes y beneficios y eficiencia energética. Los criterios de diagnósticos estuvieron más relacionados con las eficiencias relativas de cada indicador y los costes beneficios de cada sistema de producción.

Por lo que se refiere a la productividad física, los sistemas convencional y orgánico se encuentran en una situación similar, precisando correcciones urgentes para la manutención y supervivencia de los caficultores, aunque la calidad del sistema orgánico sea mejor, permitiendo mayor valor agregado por saco de café. La producción total de café para los caficultores CC, CO y BPA fueron respectivamente 4920, 2700 y 11520 kg beneficiados, por finca cafetalera. Mientras, la productividad por hectárea fue de 768, 864 y 1782 kg por hectárea.

El sistema de buenas prácticas agrícolas está en situación favorable, con excelente productividad física, dentro del nivel de referencia del manejo sustentable preconizado como meta del programa del gobierno. Estas productividades se obtuvieron debido principalmente al uso de técnicas de simple manejo, como la correcta fertilización de los cultivos basadas en el análisis de suelo y la adopción de técnicas de manejo integrado de plagas y enfermedades, principalmente de la roya del café.

En relación a la calidad de los sistemas, el gráfico muestra que el sistema CC está produciendo café de baja calidad, con predominio de tipos y bebidas menos valorados en el mercado, mientras que la calidad del café producido por el sistema orgánico y de buenas prácticas fue superior, con la producción de cafés finos de bebidas más suaves. Los orgánicos presentaron algunos resultados de gran preferencia en el mercado consumidor.

En cambio, al observar los indicadores económicos, se puede ver que el sistema de BPA fue mucho más rentable, fundamentalmente por la mayor productividad por hectárea y por tener los costes de producción más bajos por unidad producida y en consecuencia un mayor margen de renta neta, aunque los costes por hectárea sean mayores.

Mientras, el sistema CO -aun con productividad considerada baja- (media de 14,4 sacos/ha), presenta un nivel aceptable de rentabilidad por unidad de café producido, debido al sobreprecio del café orgánico certificado obtenido en los compradores que venden para nichos de mercado. Dicho precio fue superior a la media de los precios de los cafés comercializados por los diferentes sistemas, conforme demostró el indicador 19, distribución de renta (Tabla 7.1). Aun así, la metodología indica que el sistema podría entrar en una crisis a corto plazo, por lo que habría que tomar medidas preventivas y correctivas para evitar su inviabilidad, por medio del uso de prácticas que aumenten la productividad.

En relación a la comercialización del café orgánico (considerado un producto diferenciado) en los últimos dos años la ACAOFI - Asociación de los Caficultores Orgánicos Familiares - ha señalado las dificultades de ventas del producto;

asimismo indica la dificultad de poner el café en el mercado al precio considerado justo debido al alto coste de producción de este café. Es razonable buscar la diversificación del mercado, valorar la marca y hacer publicidad en el mercado consumidor interno; sobre todo se necesita valorar el potencial del comercio local.

El aumento de los costes de producción del café orgánico se debe sobre todo a la mayor utilización de la mano de obra. Sin embargo, la certificación del café tiene un valor expresivo del coste, necesitando de medidas inmediatas para disminuir este gasto. Algunas medidas que pueden ser alternativas son políticas de crédito y de subvención para los agricultores que producen en sistemas más ecológicos y solidarios, con el apoyo gubernamental específico para este tipo de agricultura más sostenible. Alonso (2003) relata que esta política de incentivos viene siendo adoptada con éxito por diversos países europeos, tales como España, Italia, Alemania y Reino Unido, para otros tipos de cultivo.

Para el sistema convencional la situación ya es considerada de menor sustentabilidad económica, por su bajo rendimiento financiero, su baja productividad por hectárea y por los menores precios de mercado, considerando los precios medios practicados durante el período de la investigación. Los aparceros y asalariados rurales se consideran los eslabones más vulnerables de la cadena productiva, pues el impacto social y económico de las crisis cíclicas es percibido en ellos de forma más dramática.

Como este sistema representa a la mayor parte de los agricultores familiares de la zona cafetalera del Espíritu Santo es necesario emprender medidas correctivas urgentes y políticas públicas para cambiar esta tendencia, para este modo mejorar los niveles de sustentabilidad del sistema para mantener estos agricultores en la zona rural dentro de niveles aceptables de sustentabilidad y de tal forma mejorar su calidad de vida.

En cuanto a la eficiencia de la energía saliente en relación a la energía fósil entrante, los sistemas CC y BPA necesitan incrementar los cambios de la matriz energética, principalmente la dependencia de insumos externos de origen fósil por energía renovable originada de la biomasa. Asimismo habría que valorar el uso de los recursos endógenos de bajo capital y sobre todo de bajo consumo energético, principalmente retornando la cáscara del café, el estiércol y los cultivos de leguminosas fijadoras de nitrógeno en asociación al café. En ese indicador el sistema orgánico evidenció valores elevados de sustentabilidad, debido al uso predominante de fuentes de energía renovable, tales como abonos orgánicos, cáscara de café y compost. Todo lo anterior puede sustituir el uso de los fertilizantes químicos industrializados y productos químicos de síntesis de alto valor energético, destinados al control de plagas, enfermedades y hierbas en los cultivos.

De forma general, para el atributo “productividad de la sustentabilidad”, el sistema de cultivo que utilizó buenas prácticas agrícolas (BPA) fue más eficiente y lucrativa, excepto la eficiencia energética, en la que se destacó el CO.

## **Atributo Estabilidad**

La Estabilidad de los sistemas evaluados fue evaluada de acuerdo con los criterios de diagnósticos y de los indicadores de sustentabilidad resultantes. La biodiversidad vegetal involucró los indicadores diversidad genética del café, número de especies útiles y alimentarias que se manejan, la vegetación natural circundante y el grado de diversificación de los cultivos.

Los criterios vulnerabilidad ambiental y conservación de los recursos involucraron los indicadores sanidad de los cultivos, conservación del suelo (riesgo de erosión), manejo de la materia orgánica, disponibilidad de nutrientes y preservación de la contaminación por pesticidas (riesgo de contaminación por agrotóxicos). La vulnerabilidad económica con los indicadores: la diversificación de la renta agropecuaria y la disponibilidad y uso de insumos orgánicos; finalmente, la vulnerabilidad social fue medida por el indicador participación de los caficultores en las organizaciones sociales (afiliación y frecuencia de los caficultores en las asambleas).

La biodiversidad vegetal existente en los sistemas confiere resultados preocupantes para todos ellos. La diversidad genética del café mostró resultados del monocultivo de la variedad del grupo Catuaí, altamente susceptible a la roya del café, con una pequeña tendencia de innovación para los BPAs.

El indicador “las especies útiles que se manejan en asociación al café”, señaló un valor superior para el manejo orgánico, principalmente debido al uso de leguminosas fijadoras de nitrógeno y al cultivo de plátano en asociación para producir sombra, fuente de alimentos y barreras vivas, mientras en el cultivo con especies alimentarias los sistemas CC y BPA fueron predominantes. La vegetación natural circundante demostró un desempeño regular para el CC y el BPA; sin embargo mostró un nivel adecuado para el CO.

La diversificación de los cultivos efectuada por los caficultores, representada por la explotación de actividades consideradas económicas, fue de nivel regular para el CC y CO, respectivamente, el 44% y el 57%. Sin embargo el porcentual medio de agricultores del sistema BPA que explotan cultivos económicos como el maíz, frijol, ganadería y silvicultura fue del 30%, demostrando la menor diversidad de cultivos. El eucalipto se ha constituido en la principal fuente económica de diversificación, siendo cultivado por el 55% de los caficultores CO y BPA. Mientras, se observó que solamente el 10% de los BPA practican la crianza del ganado bovino, con un fuerte tendencia a la sustitución de esta actividad por el eucalipto en las fincas del sistema. Se confirma que la principal motivación para el incremento del cultivo de eucalipto es la utilización como fuente de energía en los secadores de café, siendo los excedentes comercializados para fábricas de celulosa y la industria de aserrío.

El área de las fincas cafetaleras presenta similitud entre los sistemas; el área media fue de unas 15,6 hectáreas; todavía, el área de las parcelas ocupadas con café fueron diferentes con relación al CO, que ocupó una superficie inferior a los demás sistemas, 3,5 ha; representó un 22% del área ocupada con café y 3,1 ha de café en producción. Se observó que el área cultivada del sistema CO fue menor, debido principalmente a la grande demanda de mano de obra por área manejada, debido a

la baja productividad del trabajo, en comparación a los otros sistemas de producción. Mientras, los caficultores orgánicos disponen de mayor área para otros cultivos y diversificación de renta y no dependieron sólo de un producto.

La media del área ocupada con café fue del 38%, llegando al 50% para los caficultores del sistema de BPA. Esto demuestra el predominio de la ocupación del área con café y la su dependencia económica del producto.

En relación a la sanidad de los cultivos (incidencia de plagas y enfermedades) los sistemas CC y BPA, se sitúan en un nivel considerado medio de sustentabilidad pero que pueden mejorar con la adopción de técnicas alternativas de control y de manejo integrado.

Al evaluar exclusivamente la roya del café causada por el hongo *Hemileia vastratrix* se observaron perjuicios económicos y daños severos, evidenciando una preocupante caída en los índices de sanidad vegetal para el CO, en los cuales no se está realizando un control de la enfermedad o si se realiza, el control está siendo inadecuado o ineficiente.

El sistema CO ha presentado mayor debilidad en cuanto al control de la roya del café, necesitando hacer el control o perfeccionar los métodos de control, principalmente con la renovación de los cultivos con variedades resistentes a la roya.

En el sistema CC la situación también fue preocupante, pero menos crítica que el CO, debido al uso de agrotóxicos; sin embargo, el uso de esos productos no está siendo adecuado y muchas veces se utilizan insecticidas-fungicidas de suelo, de alta toxicidad y peligrosidad ambiental.

Estos datos se comprobaron cuando se observó que la incidencia de la roya del café en la época de la muestra de campo, fue superior al nivel crítico en más del 80% y del 50% de las parcelas evaluadas, para los sistemas de producción CO y CC, respectivamente, comprobándose una alta incidencia de la enfermedad y un perjuicio económico severo en la mayoría de los cultivos. Esto representa una realidad y es espejo del manejo y del control de esta enfermedad en los cultivos de café arábica del Espirito Santo.

Por otro lado, en el BPA se evidenciaron los mejores indicadores de sanidad, influenciados por un manejo más eficiente de la enfermedad, con prácticas de manejo integrado en muchas fincas en la región y con tendencia a la introducción de cultivares resistentes al hongo.

El riesgo de erosión observado fue considerado preocupante para el sistema CC, ya con señales de debilidad, pero con tendencia a la mejoría, debido al uso de desbrozas y el uso de herbicidas. Se observó poco riesgo para el CO y BPA, con un nivel creciente de sustentabilidad debido a la adopción de tecnologías apropiadas, principalmente el cambio de limpias con azadón por desbrozas manuales (CO y BPA) y por el uso de herbicidas (BPA).

Sin embargo, en el sistema convencional se observó la aparición de un cierto grado de erosión, principalmente la laminar en las parcelas, necesitando de adopción de

prácticas conservacionistas. El valor del indicador “manejo de los caminos internos” en las áreas de cultivo fue inferior al nivel crítico (50%), mostrando signos de erosión y observación de sedimentación en las partes bajas, con el uso de algunas prácticas de conservación, pero sin un control eficiente.

Los resultados evidenciaron que el sistema CO ha adoptado técnicas vegetativas y edáficas de manejo eficiente y más ecológico para la conservación del suelo y del agua en los cultivos de café. Es razonable observar el manejo de este sistema para la divulgación de tecnologías de bajo capital y de viabilidad para la caficultura familiar.

La tendencia del aporte de materia orgánica en las parcelas cultivadas, de la cobertura vegetal de origen autóctono y de la biomasa del café aportada en el sistema fue la misma, con mejoras sensibles en todos sistemas de producción. El nivel fue adecuado para los sistemas CC y el BPA, con posibilidades de mejoría, mientras el nivel fue óptimo para el sistema CO.

Se observó que el manejo de la materia orgánica adoptado por los agricultores favoreció un alto ciclado de biomasa de cobertura y cultivo (café) y un aporte de biomasa al suelo a lo largo del año. Por lo tanto para estas características, todos los sistemas presentaron el valor máximo de estandarización (100).

Toda la biomasa que se obtuvo de los cortes de la cobertura y de las distintas operaciones que se realizaron en las parcelas de café, se mantuvo dentro de los sistemas. La regulación del crecimiento, con distintos cortes que los agricultores realizaron en las hierbas autóctonas, permitió un aporte de biomasa al suelo en distintas épocas del año, con un índice de sustentabilidad mediano para todos los sistemas. Se encontró que el manejo de los agricultores favorece la persistencia de la misma, siendo predominante la regulación de las hierbas espontáneas por medio de corte con desbrozadora manual entre el 50 y el 70% de las operaciones, lo cual permite el rebrote de la planta a partir del área foliar remanente o de los órganos de reserva cercanos al suelo.

Dentro del manejo de la cobertura vegetal, la variable condición final de la biomasa de cobertura presentó el valor más alto para todos los sistemas, debido a que toda la biomasa manejada se quedaba en la superficie del suelo, constituyendo un manejo viable para suelos tropicales y con altas pendientes.

Se observó que el manejo de la biomasa del café fue óptimo en el sistema orgánico, porque toda esa biomasa retorna para el cultivo en forma de compost, en condiciones adecuadas para la nutrición del cafetal. Pero se encontró un valor inferior al crítico para el CC que retornó parte insignificante de esa biomasa, con manejo agrónomicamente inadecuado. El sistema BPA, presentó valores intermedios, necesitando aumentar la cantidad del retorno de la biomasa a las parcelas de cultivo.

Muchos de los agricultores comercializan el café aun en la fase de cereza o hacen la trilla en máquinas de beneficio pertenecientes al intermediario o con equipamientos de terceros, no retornando la cáscara del café a la finca. Incluso aún otros caficultores utilizan la cáscara como fuente de energía en la seca del café.

La productividad del sistema esta bastante relacionada con el nivel adecuado de la fertilización, química u orgánica, con la entrada de nutrientes, en especial el Nitrógeno, Fósforo y el Potasio. Los suelos capixabas, donde se cultiva café arábica, generalmente presentan baja fertilidad natural y poca reserva de nutrientes, necesitando de correcciones y fertilización sistemática con el objetivo de mantener los niveles esperados de la productividad en los cultivos.

De acuerdo con las recomendaciones oficiales del uso de fertilizantes para café en el Estado de Espirito Santo, se observó que las fertilizaciones realizadas por los caficultores del sistema CC y CO, no fueron suficientes para promocionar las productividades por hectárea de referencia. Para todos los cultivos el balance de nutrientes exigido para la productividad de referencia fue negativo, con excepción del Fósforo para el sistema BPA. En consecuencia, es necesario definir lo que es la producción sostenible de café para proporcionar el mantenimiento de la calidad de vida de los pequeños agricultores.

El Indicador calculado basado en la cantidad de nutrientes disponible en relación a la productividad de referencia indicó mayor deficiencia para el nitrógeno, elemento fundamental en la nutrición y para el aumento de la productividad de los cafetales en los sistemas CC y CO. En estos sistemas se necesita de una mayor aportación de nitrógeno por medio de abonos químicos o orgánicos, además de un aumento de las entradas del nutriente, por medio del cultivo de leguminosas fijadoras, como medidas correctivas para mejorar el nivel de sustentabilidad para el indicador disponibilidad de nutrientes y manejo de la fertilidad del suelo.

El riesgo de contaminación por pesticidas existente en los sistemas fue más preocupante en el CC, con indicador muy cercano al nivel crítico, incluso con necesidades de urgentes medidas correctivas para evitar la contaminación del agroecosistema y de las familias de la región. Esta situación se debe a que los agricultores convencionales y suelen utilizar agrotóxicos y acondicionar los embalajes en lugares inadecuados.

La evaluación de la utilización de pesticidas asociada a la clase toxicológica evidenció el uso de 6,5 kg de agrotóxico por hectárea para el sistema convencional en el 81% de las fincas y 3,5 Kg para el de BPAs en el 90% de las fincas, siendo para ambos, en su mayoría agrotóxicos, con preponderancia (>60%) de pesticidas de baja toxicidad (clase IV), en cuanto al peligro para el Medio Ambiente (clase IV y III) y/o cantidades de pesticidas con clase de toxicidad III (<40% del total). El uso inadecuado de agrotóxicos puede propiciar el flujo libre de esos agentes químicos en el medio ambiente, lo que significa, en un último análisis, la degradación ambiental y daños a la salud de las personas que habitan en la zona rural.

En los cultivos orgánicos solamente se utilizaron productos biológicos o naturales en cantidades que no causaron ningún daño a la salud humana y al Medio Ambiente, por lo tanto se situó en un nivel de sustentabilidad deseable, aunque sus eficiencias de control, principalmente de la roya, no fueron las esperadas.

La infrautilización o utilización inadecuada del EPI representó gran peligro para la salud del trabajador, causando la elevación de los riesgos de intoxicaciones, principalmente para el CC, donde el 56,2% no utilizaron ningún tipo de EPI en la

manipulación de agrotóxicos y acondicionaron el producto en lugares inadecuados. Se consideraron necesarios entrenamientos específicos para la correcta utilización del EPI y para la manipulación y acondicionamiento de los agroquímicos, como preconiza la legislación brasileña de agrotóxicos.

Refiriéndonos a la diversificación de la renta de la finca, esta demostró una gran dependencia económica del café en los sistemas analizados, principalmente para los sistemas BPA y CC, con renta proveniente del café equivalente al 74,4% y al 64,4%, respectivamente. El sistema CO presentó la menor dependencia económica del café, con índice del 43,1%.

El sistema de cultivo BPA ha mostrado una especialización en el cultivo del café, pero no se debe olvidar el ingreso por otras actividades agropecuarias para mejorar el nivel de sustentabilidad económico por medio de la diversificación de la renta en la finca cafetalera, imprescindible, principalmente en los períodos de bajos precios internacionales del café commodities.

Se espera que en las fincas donde hay integración entre la agricultura y ganadería en el manejo de los agroecosistemas se encuentre mayor disponibilidad de fuentes de materia orgánica y en consecuencia el uso del abono orgánico. Las principales fuentes de abono orgánico en las fincas fueron la cáscara del café y el estiércol bovino. Una media del 74,5% de los agricultores utilizaron la cáscara de café, pero solamente los sistemas CO utilizaron toda la cáscara de café disponible en los cultivos en la finca. Los de BPA (que presentaron un 75%) prácticamente poco menos de la mitad usaron como máximo un 40% del material orgánico de café disponible. El 44% de los CC no utilizan ningún residuo orgánico de café en las explotaciones.

En relación a la utilización del estiércol de bovinos se esperaba una gran utilización por parte de la agricultura familiar, dado que gran parte de los caficultores también explotan la actividad de ganadería bovina (el 43%). Sin embargo, la utilización del estiércol en el café fue considerada nula, lo que indica que la deseable integración caficultura-ganadería, para incrementar la sustentabilidad del manejo del agroecosistema, fue deficitaria, o prácticamente nula para el sistema CC. El estiércol fue usado con más frecuencia en los pequeños huertos ubicados cerca de las viviendas de las fincas.

El uso de estiércol es notable solamente por los agricultores orgánicos. Incluso muchos caficultores adquieren más materia orgánica para componer los abonos para el compost, principalmente estiércol de pollo. Sin embargo, este estiércol u otra fuente de abono orgánico adquirido, generalmente proviene de otras propiedades, de granjas muchas veces alejadas de las fincas, lo cual aumenta los costes de producción y sobre todo los costes de combustible y de la energía fósil del sistema.

La disponibilidad y el uso de abonos orgánicos por la caficultura familiar fueron críticos, necesitando de una sustitución gradual de la matriz energética (energía fósil por energía renovable), de medidas correctivas inmediatas para minimizar los perjuicios y cambiar las tendencias, pues el indicador se muestra por debajo de nivel crítico de sustentabilidad para los sistemas CC y para el BPA.

Hay que indicar, respecto a la participación de los caficultores en las organizaciones sociales, que aquella fue alta para los sistemas CO y los de BPA, con un nivel de afiliación considerado elevado. Se observó una alta participación de los afiliados a las cooperativas vinculadas al comercio justo y solidario. También alta participación en asociaciones y en sindicatos, reflejándose en la movilización para compra de insumos y comercialización del café por precios más equitativos y justos en el mercado solidario.

Por otro lado en el CC, se produjo una participación más débil en las organizaciones sociales, lo cual se refleja directamente en los precios del café comercializado por estos agricultores. El valor de los precios fue regular, necesitando de medidas y de estímulos para mejorar el nivel de organización social de esta categoría. Un porcentaje mayoritario afirmó el nivel de satisfacción positivo en la participación en estas organizaciones. Pero en los convencionales predominó la afiliación en los sindicatos de los trabajadores (STR), para la satisfacción de sus derechos laborales.

Puede destacarse la existencia de las siguientes organizaciones sociales en la región: la Federación de las Asociaciones Comunitarias de Lúna, incluyendo los municipios de Lúna, Irupi y Ibatiba-FACI, ahora actuando como cooperativa, la COOFACI, la Asociación Capixaba de los Agricultores Orgánicos Familiares de Lúna y Región del Caparaó y Mutum– ACAOFI, Asociación Chão Vivo de Santa María de Jetibá, Cooperativa de los Agricultores de Venda Nova de los Imigrantes-PRONOVA, Cooperativa Alternativa de los Agricultores de Brejetuba-COOAABRE, la Cooperativa de los Caficultores de la Región de Lajinha - COOCAFÉ y finalmente la COOPEAVI, con sede en Santa Maria de Jetibá.

Además de estas organizaciones sociales, hay en las comunidades muchas asociaciones representativas de la zona, en que los caficultores están asociados. Sin embargo se observó que las cooperativas de caficultores de café de la especie arábica, en el Estado de Espírito Santo (con un gran volumen de comercialización), son prácticamente las mismas que las existían hace más de 10 años. También se observó que la capacidad de participación en la comercialización del café no sobrepasa el 15% de la producción estadual de arábica, siendo todo el café restante comercializado por otros agentes que son los intermediarios locales, regionales o directamente por exportadores.

A su vez, en los últimos años los movimientos sociales representados por asociaciones de pequeños agricultores, situados en diversos municipios, están asumiendo un papel protagonista para el desarrollo de la caficultura más sustentable, con la participación en el mercado justo y solidario, con preocupaciones socioambientales, con la calidad del producto y agregación de valor al café, además de diversas acciones en la búsqueda de mejorías de la calidad de vida de sus afiliados.

Tal es el caso de la COOFACI, COOAABRE y PRONOVA, todas ellas de pequeño porte pero con una nueva filosofía de trabajo para el perfeccionamiento de sus métodos, basados en un proceso de toma de decisiones más participativas y democráticas. Todas ellas favorecen la manutención de niveles aceptables de los indicadores de sustentabilidad para el atributo estabilidad, resiliencia y confiabilidad,



en la búsqueda de la disminución de la vulnerabilidad social en la zona cafetalera de montaña del Estado de Espirito Santo.

Eses ejemplos de puntos críticos positivos, del protagonismo de estas organizaciones sociales, deberían funcionar como una referencia para facilitar y amplificar la manera de hacer la gestión colectiva de la comercialización y certificación de la producción. Por medio de Políticas Públicas en aparcerías con el sector representativo de los agricultores familiares, se debería incentivar programas y acciones enfocadas en el sector del beneficio, certificación de la producción y comercialización del café por precios más justos y equitativos, principalmente para involucrar los caficultores del sistema CC.

Para el atributo Estabilidad: El criterio de diagnóstico “biodiversidad vegetal”, demostrado por los indicadores evaluados evidenció, de forma general, un nivel de sustentabilidad por debajo del regular para los sistemas estudiados. Solamente la diversidad natural circundante fue evaluada como nivel adecuado, pero solamente en el sistema CO. Asimismo las mejores tendencias para los demás indicadores del atributo estabilidad fueron para el CO.

Respecto a los criterios “vulnerabilidad ambiental” y “conservación de los recursos”, se observó de forma general mejor nivel para el BPA y el CO, con baja sustentabilidad para el indicador conservación del suelo y del agua y la preservación ambiental de la contaminación por agrotóxicos en el sistema CC. En contrapartida la sanidad de los cultivos fue superior para el BPA, seguido por el CC, siendo crítica en el CO, debido principalmente a la incidencia de la roya del café.

El criterio vulnerabilidad económica evidenció una tendencia de mayor sustentabilidad para el CO influenciada principalmente por la casi nula utilización de los dos insumos orgánicos disponibles, pero con valores óptimos para el CO. El sistema BPA mostró el menor nivel de sustentabilidad en este criterio, con alta dependencia económica del café y ninguna utilización del estiércol en el cultivo de café.

Finalmente la vulnerabilidad social evaluada por los indicadores nivel de afiliación y frecuencia de los caficultores en las asambleas fueron superiores para el CO y BPA. Los agricultores familiares se dedicaron muchos años a presionar los gobiernos (municipal y estadual) con carácter predominantemente reivindicativo, avanzando poco en la promoción e inserción competitiva y sustentable de la pequeña producción familiar en el mercado, principalmente en relación al CC.

### **Atributo Adaptabilidad**

Este atributo fue evaluado según el criterio “capacidad de innovación y de cambio para la adopción de tecnologías consideradas de bajo insumo”.

En cuanto a la capacidad de innovación y a la generación de conocimiento, se observó entre los caficultores convencionales y de BPA una baja apropiación de estas tecnologías, consideradas de bajos costes financieros y energéticos, indispensables para el desarrollo de una caficultura más sustentable. Entre las técnicas evaluadas estaban la renovación de los cultivos con variedades resistentes

a la roya del café, el uso de leguminosas fijadoras de nitrógeno, el cultivo de barrera viva y el desyerbe con desbroza manual.

De las técnicas utilizadas por los caficultores familiares, solamente la desbroza manual utilizaron en una buena medida, pues más del 80% de los agricultores la utilizaron más del 50% de las operaciones como práctica de limpia o desyerbe.

El uso de variedades resistentes a las plagas y a las enfermedades, principalmente a la *Hemileia vastatrix*, asociada a las otras tecnologías apropiadas, es factor imprescindible para el manejo sostenible de la caficultura de las montañas capixabas.

Las tecnologías preconizadas son de bajos costes y deberían ser mejor utilizadas en el programa de Desarrollo Rural implementado por el Gobierno del Estado del Espíritu Santo en la renovación de la caficultura arábica de las montañas del Estado, considerándose que los caficultores, generalmente, hacen la renovación media anual del 5% de sus cultivos utilizando recursos propios.

Una preocupación constante para los gestores públicos en nivel estadual y municipal debe ser la evaluación de los programas (con el objetivo de corregir los rumbos) y flexibilización en el “Plan Estratégico de Desarrollo de la Agricultura Capixaba”, sobre todo en los métodos, procesos y contenidos involucrados y gestionados por parte del Gobierno del Estado y también la valorización de los aparceros.

Cabe un papel fundamental a la ATER Pública juntamente con los órganos aparceros, adoptar una estrategia basada en la “Extensión Agroecológica” y en una investigación con técnicas más participativas por parte de los investigadores y extensionistas, en el sentido de aumentar la capacidad de innovación de los agricultores, ampliar la generación de tecnologías y conocimientos y de forma integrada la apropiación por parte de los caficultores de las tecnologías viables para la mejoría del nivel de sustentabilidad de las fincas cafetaleras familiares.

El atributo “adaptabilidad” evaluado por la capacidad de cambio e innovación, por medio del uso de tecnologías de bajos costes fue extremadamente bajo para los sistemas CC y BPA, demostrando una gran debilidad en el uso de las tecnologías evaluadas. El sistema CO presentó mejores resultados (regular), mejor adaptabilidad, en nivel creciente de sustentabilidad para el indicador.

### **Atributo Equidad**

Este atributo fue evaluado por medio de la generación de empleo, de la distribución de renta y de la participación de la familia en los procesos productivos y en la toma de decisiones.

De manera general, la demanda de trabajo fue elevada en el cultivo de café en fincas familiares. Fue superior en los sistemas de CO y BPA. El primero, debido principalmente a la mano de obra demandada en el manejo de los abonos orgánicos y del compost; el segundo, principalmente por la demanda de trabajo en la cosecha. Hubo una proporcionalidad entre la demanda de trabajo por hectárea (recolección manual) y la mayor productividad del sistema BPA.

Por otro lado para la productividad física obtenida, relacionada con los jornales generados para los cultivos CC, CO y BPA, se obtuvo una productividad del trabajo menor para los CO, principalmente debido a la baja productividad media por hectárea del sistema de producción orgánico. Las productividades medias del trabajo fueron: 2,5; 1,7 y 3,5 kilogramos de café beneficiado por hora de trabajo. La baja productividad de la mano de obra, aliada a la menor disponibilidad, el volumen y costo de los fertilizantes en el sistema orgánico, implica en explotaciones de menores áreas de cultivo en las fincas orgánicas.

Refiriéndonos a los precios percibidos por los agricultores en relación al valor medio comercializado (de referencia), para el indicador distribución de renta, los precios pagados al café convencional fueron inferiores, debido primeramente a la calidad inferior del producto, observada en la venta de café sin procesar y trillar. La menor organización de estos caficultores produjo que hubiese pocas opciones de diversificación del mercado de venta a precios más favorables, obligando la comercialización para intermediarios locales.

Este indicador señaló necesidades de medidas correctivas de forma integrada con la mejoría de la calidad del producto, la mejor organización de la producción, así como la participación de los mismos en las cooperativas que puedan facilitar el proceso de certificación y comercialización del producto. Este papel debe ser desarrollado principalmente por la ATER pública.

Los cafés producidos en el sistema BPA alcanzaron mejores precios, al tener un mayor porcentaje de café despulpado, mejor calidad, además de la participación de las cooperativas, en el proceso de comercialización más directo.

Los orgánicos vendieron a precios más elevados, principalmente debido al sobreprecio del producto diferenciado, además de tener gran participación del café despulpado, que naturalmente tienen preferencia en el mercado más remunerador. El precio del café producido de forma orgánica añadió el 40,8% y el 28,2% sobre el precio del saco (60 kg) producido en el sistema CC y BPA, respectivamente. Los precios diferenciados pagados al café orgánico y al café despulpado, junto con la cantidad de café producida en cada finca por el CO (44%) y BPA (32%), fueron suficientes para mejorar el desempeño integral de los sistemas en el 41,2% y el 10,1%, respectivamente, en comparación al CC.

Con relación a la participación y integración familiar en el proceso productivo de la finca y la toma de decisiones, los resultados obtenidos mostraron que los agricultores familiares, de forma general, son bastantes solidarios y participativos con la familia en los trabajos cotidianos, involucrando los jóvenes y mujeres, como también en la administración de la finca cafetalera, con nivel de sustentabilidad considerado superior para todos los sistemas.

El sistema CC presentó menor nivel para el indicador generación de trabajo y distribución de renta en comparación con los demás sistemas. Mejores niveles para el atributo equidad se observaron, de forma general, para el sistema CO y por el BPA, evidenciado por los indicadores evaluados, con niveles considerados adecuados a excelentes.

## **Atributo Autogestión**

El atributo “autogestión” fue evaluado por el nivel de capacitación, de gestión; la autosuficiencia del sistema fue evaluada por medio de indicadores referentes a dependencia de insumos y de recursos externos para inversión, obtenidos por medio del préstamo bancario, y la dependencia externa alimentaría de las familias.

En relación a la capacitación de los agricultores se ha observado el predominio del aprendizaje con los miembros de la familia o comunidad y la participación de cursos promocionados por la ATER. El indicador estuvo en un nivel crítico en el sistema CC y el sistema CO y regular para el BPA, reflejando preocupaciones principalmente para los dos primeros sistemas. Los resultados indicaron que el sistema BPA tuvo mayor participación en cursos y en entrenamientos, realizados principalmente por la ATER oficial. Sin embargo, los orgánicos tienen más apoyo de ONGs, con menor participación en la asistencia de la ATER pública.

La Capacidad de gestión se estimó mediante la capacidad de planeamiento de la explotación, con registros por parte del agricultor de la compra y de la venta de la producción con el objetivo de administrar mejor la actividad cafetalera. En este indicador se observó una capacidad de gestión bastante deficiente por parte de los CC, siendo inferior a los demás sistemas, indicando necesidad de entrenamientos urgentes y específicos en gestión de las fincas cafetalera familiares.

Al analizar la autonomía de los sistemas, se ha observado menor dependencia de recursos externos en el sistema orgánico y que los costes de insumos externos representaron el 55%, el 31% y el 62% del costo de producción del café para los sistemas CC, CO y BPA, respectivamente. La mayor dependencia externa se observó en el sistema BPA.

Además, los agricultores del sistema BPA utilizaron en un 55% de alguna fuente de financiación bancaria o externa. Sin embargo, solo el 27% de los agricultores del sistema CO requieren fuentes externas de financiación y un 31% del CC se financian externamente. Al analizar el volumen de los recursos relacionados con la capacidad productiva de los cultivos, se observó una debilidad extrema en el sistema CC, debido a la menor productividad del sistema y a la calidad inferior del producto ( que genera menor renta); en consecuencia se observó una menor capacidad de pago de los préstamos bancarios efectuados.

Los agricultores BPA fueron los que tuvieron mayor autonomía, junto con los orgánicos, con valores regulares aunque con una tendencia para el nivel superior, debido a su mejor capacidad de pagamiento de la financiación. Los agricultores CO se caracterizaron por menor volumen de préstamos bancarios. Aquellos del CC tuvieron menor autonomía, con un valor evaluado muy cerca del límite crítico, debido al mayor volumen de préstamos bancario y su baja productividad, por consecuencia menor capacidad de pagamiento.

Los sistemas CC, CO y BPA, han producido el 49,1%, el 52,8% y el 49% de las necesidades básicas familiares de alimentos, respectivamente, demostrando una autosuficiencia alimentaría similar para los tres sistemas de producción. El nivel

considerado óptimo para la producción de alimentos destinados al consumo de las familias fue del 80%.

De forma general se observó mayor nivel de autonomía en el sistema CO y en el sistema BPA.

## **8- Conclusiones y recomendaciones**

### **8.1- Para los sistemas de cultivo de café**

#### **8.1.1- Para el sistema orgánico:**

En el caso de la producción del café orgánico la mayor debilidad está en el indicador productividad física y costes de producción elevada por unidad del producto, principalmente debido al factor mano de obra y los costes de la certificación de la producción orgánica.

La productividad del sistema orgánico esta en nivel inferior del crítico y su superación depende de la producción de nuevos conocimientos y tecnologías adaptadas a las condiciones socioeconómicas y culturales de los pequeños agricultores. No depende, en ningún caso de paquetes tecnológicos que se mostraron ineficientes y altamente dañosos a las condiciones socioambientales de la caficultura familiar de montañas.

Debido principalmente a estos dos factores (baja productividad y costos de producción elevados) y alta demanda por mano de obra, la renta neta de las parcelas cultivadas viene disminuyendo drásticamente la renta neta de las parcelas cultivadas.

Los agricultores, aunque satisfechos con el sistema de cultivo, se encuentran desmotivados. Muchos de ellos, durante los últimos años, salieron del sistema certificado, afirmando que la productividad era baja y, asimismo baja la remuneración final por hectárea explotada. Aun así, estos agricultores que dejaron el sistema orgánico certificado continúan produciendo el café de manera más ecológica y solidaria, vinculados a las organizaciones sociales y adoptando tecnologías más amigables con el medio ambiente. Generalmente no utilizan agrotóxicos, pero volvieron a la utilización de abonos químicos y de fertilizantes industrializados, monitoreado por análisis del suelo, alegando la necesidad de mayor entrada de nutrientes para la fertilización adecuada de los cultivos y para la obtención de mayor productividad, demandando de tal manera mucho menos mano de obra en las fertilizaciones en el manejo del sistema explotado.

Sin embargo, para la mayoría de los indicadores, en el sistema orgánico se obtuvieron niveles de sustentabilidad superiores al crítico, considerado un valor del 40%, con excepción del beneficios (balance económico) y de la diversidad genética del café; este último, por debajo del crítico para todos sistemas.

Se observaron algunos indicadores con niveles regulares de sustentabilidad, valorados entre el 40 y el 60%, necesitando de medidas correctivas inmediatas, para cesar la degradación o la caída de los niveles y para empezar a mostrar mejorías, en grados de sustentabilidad crecientes. Los indicadores son: rendimiento físico, especie útil y alimentaría manejada, diversificación de cultivo, sanidad de los cultivos, diversificación de rentas, nivel de capacitación.

Existe un porcentaje expresivo en niveles considerados adecuados (superiores al 60%), con necesidades de medidas correctivas y preventivas, para mantener y

mejorar los indicadores. Son los siguientes: calidad del producto, vegetación natural circundante, adopción de innovaciones, gestión de las fincas cafetaleras, dependencia de insumos y de alimentos externos.

Además, se ha observado un porcentaje de indicadores ubicado entre los niveles óptimos de sustentabilidad, necesitando solamente de la manutención. La eficiencia del uso de energía, y sobre todo de la energía renovable, es considerada un indicador fundamental para el manejo sustentable de la caficultura arábica familiar. Son estos indicadores, el riesgo de erosión, el aporte de materia orgánica, el riesgo de contaminación con pesticidas, el uso y disponibilidad de abonos orgánicos (integración agricultura-ganadería), y nivel de organización social, la ocupación de la mano de obra y el precio de comercialización del producto, la integración familiar y la autonomía en el uso externo de financiación.

Razonable y sabio es lograr políticas públicas favorables a este tipo de producción (es un sistema de manejo alternativo, más equitativo, solidario y sustentable), debido a tantas ventajas y beneficios socioambientales que se producen por el manejo del sistema orgánico. La caficultura de montaña puede multiplicar las enseñanzas y la manera de mejorar los crecientes niveles de sustentabilidad, por medio de la acción de una "Extensión Agroecológica".

Pero el sistema CO necesita dar continuidad en los procesos de transición, para alcanzar mayores grados y mejores niveles de sustentabilidad en el agroecosistema manejado, siguiendo con el rediseño del agroecosistema y uso de tecnologías más apropiadas. Los caficultores del sistema CO necesitan de una adaptación en el desarrollo de las tecnologías más apropiadas para aumentar la productividad y consecuentemente su grado de sustentabilidad económica.

En la región están siendo desarrolladas algunas técnicas para el aumento de la productividad (principalmente la mejor nutrición) y prácticas para disminuir los costos de producción de la mano de obra de los cultivos, como la mecanización en la preparación del compost y la producción local de la biomasa, más próxima posible del área de los cultivos. De una forma general los agricultores de los diversos sistemas empiezan a usar pequeñas maquinas manuales en la recolección del café, principal factor de demanda de mano de obra.

### **8.1.2- Para el sistema convencional:**

Para la caficultura convencional la situación fue mucho más preocupante en relación a los aspectos socioeconómicos y ambientales, debido a que este sistema es el predominante en la caficultura de montaña del Estado de Espirito Santo, que utilizan en mayor o menor medida insumos externos e industrializados, pero de forma más inadecuada. Por otro lado, también están aquellos que no han causado la polución con este tipo de insumo, pero no aplicaban las tecnologías conservacionistas, con una explotación de subsistencia, más dependiente de la explotación de los recursos naturales.

De forma general los indicadores están situados cerca o por debajo del nivel crítico de sustentabilidad (< 40%). Algunos se sitúan en la franja regular, con tendencia decreciente, acercándose al nivel crítico. Esto indica que el sistema va alcanzando

niveles considerados de baja y menor sustentabilidad. Por esto, los recursos naturales como la fertilidad del suelo se están agotando por las salidas por erosión y manejo inadecuado del suelo.

Otros indicadores apuntan al monocultivo, a la baja productividad, a la poca diversificación de renta, al uso inadecuado de insumos industrializados, al riesgo elevado de contaminación por pesticidas, a la inexistencia de integración agricultura-ganadería, la poca participación en organizaciones sociales para la solución de los problemas colectivos, al bajo nivel de capacitación y gestión inadecuada de la finca y por último al menor precio del café comercializado y al nivel de autonomía comprometido por el uso de recursos externos.

Además el sistema no utiliza adecuadamente los recursos internos como los abonos orgánicos originados de la cáscara del café y el estiércol bovino de la actividad de ganadería.

Hay pocos indicadores considerados en el nivel adecuado y creciente, como la sanidad de los cultivos, pero con el uso intensivo de agrotóxicos. También se ha considerado el aporte de materia orgánica, principalmente de origen autóctono, por el manejo de las hierbas por medio de las desbrozas manuales motorizadas y los precios medianos del producto. Igualmente se sitúa en ese nivel, la autonomía alimentaria, característica, aun existente en la Agricultura Familiar en los sistemas de CC.

Asimismo el sistema resiste bravamente con una producción razonable de alimentos y uso de la mano de obra de la familia en la finca.

Debido a estos agravantes y situaciones desfavorables, se ha observado que la forma de producción convencional presenta una tendencia decreciente en los niveles de sustentabilidad en sus diversas dimensiones, económica, social y ambiental, con perjuicios mayores en los años de crisis y de precios bajos en el mercado internacional.

A los jóvenes se les despiertan intereses por mejores oportunidades y atractivos en las ciudades, saliendo de la propiedad. El agricultor va abandonando el café y disminuyendo o abandonando el área de cultivo, o sustituyendo por otros subsistemas que demandan menos mano de obra. Es el caso del cultivo de eucalipto en las regiones de montaña del Estado que ya representa un importante subsistema de cultivo en las fincas cafetaleras familiares, un total de 45%.

En esta cadena de producción compleja de la Agricultura familiar, los aparceros y asalariados rurales conforman los eslabones más vulnerables de la cadena productiva del café en el Estado del Espíritu Santo, donde el impacto social y económico de las crisis cíclicas pueden ser percibidos de forma más grave.

La gran mayoría de caficultores, que presentan vínculo familiar muy fuerte con la posesión de la tierra, cultiva el café de forma convencional y presenta poca capacidad de cambio para innovación de tecnologías que impacten los costes de producción, mientras que promocionen el incremento de la productividad, caso de las técnicas usadas en el sistema BPA. Mientras, otros caficultores convencionales que han utilizado préstamos bancarios para adquisición de agroquímicos, los utilizan



de forma inadecuada, sin las debidas recomendaciones técnicas preconizadas en las BPAs, pudiendo comprometer su capacidad de pago y consecuentemente la posesión de la tierra.

Estos caficultores del sistema CC necesitan una adaptación en el desarrollo de las tecnologías más apropiadas y su disponibilidad a través de métodos y técnicas adaptadas a su realidad socioeconómica y cultural, como un nivel intermedio para alcanzar el sistema BPA que, probablemente irá aumentar los grados de sustentabilidad de estas unidades familiares.

### **8.1.3- Para el sistema de manejo que utiliza buenas prácticas agrícolas (BPA)**

En este sistema considerado alternativo y de mayor aporte tecnológico y de insumos fue observada una tendencia de mejora creciente en los indicadores de sustentabilidad, con algunas excepciones que necesitan de cambio por medio de medidas correctivas de la estrategia del manejo.

La productividad del sistema fue económicamente viable, ya que se alcanzaron mayores productividades físicas (indicador óptimo). El indicador “beneficio/costes” fue óptimo al compararse a los demás sistemas. Incluso se pudo constatar la presentación de un producto de buena calidad, con un buen porcentaje de producción del café despulpado y el uso de tecnologías apropiadas en la poscosecha del café. Sin embargo, habría un margen para las mejoras en el indicador calidad.

Los indicadores situados por debajo del nivel crítico fueron la eficiencia del uso de la energía fósil, la diversidad genética del café, las especies útiles manejadas, la diversificación de los cultivos y la disponibilidad y el uso del abono orgánico (poca integración agricultura-ganadería), la mayor dependencia económica del café, la menor adopción de tecnologías de bajos costes y la dependencia de insumos externos, necesitando de medidas correctivas. El sistema también acusa indicadores que necesitan de medidas técnicas preventivas para el cambio, situados en niveles regulares, que pueden mejorar, como la vegetación natural circundante, niveles de capacitación y dependencia alimentaria. Los agricultores del BPA han evidenciado tendencias de una mayor especialización en la producción de café.

Sin embargo, se observa una mejora expresiva de los grados y niveles de sustentabilidad, cuando se compara al convencional. Los indicadores de mejor nivel fueron sanidad de los cultivos (control de la roya del café), conservación del suelo y del agua, aporte de materia orgánica, preservación ambiental de la contaminación por pesticidas, (menos cantidad de agrotóxicos y mejor adecuación de uso), mejor nivel organizativo de los caficultores, capacitación y gestión de los caficultores, precios percibidos por el café y autonomía en el uso de los recursos financieros.

El sistema viene adoptando buenas prácticas agronómicas y gerenciales recomendables por la ATER. Así, se mejoran los niveles de productividad y los beneficios (balance económico), sobre todo la conservación ambiental y se disminuyen los riesgos socioambientales para el caficultor y la Agricultura Familiar.

Aún es necesario incrementar la sustitución de agroquímicos, priorizar la matriz energética basada en insumos y energía fósil e integrar los procesos y las actividades agrícolas y de crianzas. La eficiencia del uso de la energía todavía es considerada muy baja en este sistema productivo.

El sistema BPA necesita dar continuidad a los procesos, para alcanzar mayores grados y mejores niveles de sustentabilidad en el agroecosistema manejado, siguiendo con el rediseño del agroecosistema y uso de tecnologías más apropiadas.

Además, las exigencias del sistema de certificación Fair Trade, o su búsqueda, adoptado en las pequeñas cooperativas de caficultores, como PRONOVA, COOFACI y COOAABRE y su integración con la ATER, se imponen fundamentales para disminuir los costes de la certificación, mejorar la capacidad de administración de la finca, la productividad y la calidad del café y principalmente para mejorar los niveles de sustentabilidad social y ambiental.

Para todos los sistemas evaluados es necesario primeramente viabilizar la producción de café con productividades económicamente aceptables, a través de la generación y uso de tecnologías apropiadas y ambientalmente adecuadas para las áreas de elevados pendientes según las características de los agricultores familiares de la región. Es deseable incrementar la participación de los agricultores en las cooperativas y su certificación grupal, en la búsqueda de la transición hacia niveles más elevados de sustentabilidad de los sistemas de café arábica de base familiar del Estado de Espírito Santo.

## **8.2- Conclusión y consideración final**

### **8.2.1- Sobre los sistemas productivos**

Los indicadores elegidos presentaron un carácter diverso, asegurando una relación clara entre los mismos, entre los puntos críticos y los atributos de sustentabilidad del agroecosistema.

Se ha encontrado que el sistema de producción familiar en la zona cafetalera comprende cuatro subsistemas principales de producción: el cafetal, la ganadería, los cultivos alimentarios y el cultivo de eucalipto; y dos secundarios, es decir, el huerto y la crianza de pequeños animales.

Las fincas cafetaleras familiares presentaron gran dependencia económica del café, principalmente para el CC y BPA.

La productividad física del sistema BPA fue superior al convencional y orgánico, mientras, los mismos presentaron productividades similares.

Dentro de la caficultura Capixaba ó de Espírito Santo, existen suficientes indicios para el desarrollo de una caficultura sustentable con bases agroecológica. Bajo las premisas de los niveles de la transición agroecológica la caficultura Capixaba, presenta alto valor en la mejora de las prácticas convencionales (nivel 1) al incorporar dentro de la producción la estrategia de BPAs. Dentro del sistema BPAs, el manejo Integrado de plagas evidencia la sustitución parcial de insumos (nivel 2 de la transición agroecológica) y una sustitución total de insumos convencionales en los

sistemas orgánicos certificados, lo cual ubica esta producción entre los nivel 2 y 3 de la transición.

Son alentadoras las propuestas concluyentes en la generación de una alternativa de cierre de ciclos (propuesta de mercadeo), al observar que se ajustan los modelos en la búsqueda de la sustentabilidad (nivel 4), los cuales son la base para el desarrollo de canales comerciales mas equitativos y vinculantes entre consumidores y productores, destacando la propuesta de Consumidor Directo y la iniciativas de Comercio Justo para BPAs y Orgánico.

El coste medio total de los sistemas de producción ha sido mayor para los sistemas que utilizan BPA y CO debido al uso de dosis más elevadas de fertilizantes, de maquinaria y por la gran demanda de mano de obra en la cosecha (BPA). Mientras, para el orgánico fue debido principalmente a la mano de obra para manipulación del compost y certificación de la producción.

Los sistemas CC y CO, aunque con productividad semejante, presentaron costes totales diferenciados, principalmente por la influencia de distintos factores de producción. Las diferencias de los costes de producción entre los sistemas de CC y CO se manifiestan sobre todo por un mayor uso de la mano de obra y por el coste de certificación de los orgánicos, aunque el precio por kilo del producto resulta más barato en el café convencional.

La certificación ha contribuido significativamente al aumento de los costes de producción del sistema CO. Esta situación podría ser corregida mediante ayuda por parte de la Administración en forma de subvenciones públicas y o la adaptación de la certificación de tercera parte para las cooperativas, con verificación interna de los cooperados. Además habría que incentivar los procesos y la asistencia técnica específica para la transición agroecológica a una caficultura más sustentable.

Se observó un bajo nivel tecnológico con necesidad de aporte de tecnologías para los cultivos orgánico y convencional. El sistema orgánico empleó una grande cantidad de mano de obra, demostrando mayor dependencia para este factor, principalmente en la manipulación y aplicación de los abonos orgánicos, que está convirtiéndose en escasa y cara en la región estudiada. Muestra resultados bastante inferiores en la productividad por hora de trabajo en relación al BPA.

Aunque no hay que analizar este hecho desde un punto de vista negativo, sino como una inversión social. La tendencia observada reduce este factor por su costo económico elevado y por esfuerzo físico demandado. Además se deben emprender los esfuerzos para disminuir la cantidad de mano de obra por medio de técnicas de mecanización, para disminuir los costes de producción.

El balance económico por hectárea presentó saldo positivo para todos los sistemas, con base en el coste variable, con mayor rentabilidad en el sistema de BPA, en comparación con el CO y CC, debido a una mayor productividad por hectárea, aún teniendo mayor coste de producción por unidad de superficie. Sin embargo, propuestas de la transición favorecen y mejoran los ingresos (BPA y Orgánico). Estimulan la vinculación de la familia y por ende arraigo a la tierra por generación de empleo y beneficios tangibles.

El balance económico medio por unidad de producto mostró una tendencia de mejores resultados económicos para los de BPA, intermedio para el orgánico e inferior para el convencional.

La viabilidad de los cultivos orgánicos de café dependió de los sobrepagos diferenciados por los nichos de mercado, que muchas veces se muestran insuficientes y restrictivos.

Para aumentar los ingresos de los cultivos orgánicos es razonable la inversión en tecnologías apropiadas para el aumento de los rendimientos del cultivo. Estas tecnologías están principalmente relacionadas con la nutrición y fertilización de los cultivos.

Estímulos o políticas pueden ser fundamentales para la inserción al sector de más productores, haciendo especial énfasis en la fase de sustitución y rediseño de los sistemas y vinculando la inserción a los procesos de certificación cooperativos, como también la búsqueda de otras estrategias de certificación como la certificación por confianza que propone modelos más horizontales consumidor – productor.

Los análisis evidenciaron, que desde el punto de vista energético es más sustentable el sistema CO, ya que se requieren menos unidades de energía para generar una unidad de producto. Esta mayor eficiencia del manejo orgánico se debe al cambio de los productos químicos de síntesis, agroquímicos, que son grandes consumidores de energía fósil, por productos renovables. Mientras, los gastos energéticos totales del orgánico se consideraron bajos, pero el factor maquinaria fue alto, debido a las largas distancias del transporte, por ocasión de la adquisición del abono orgánico, la preparación del compost y su distribución en las parcelas.

Los sistemas de producción CC y de BPA mostraron eficiencias energéticas similares, resultando que el BPA consume más energía de la que se produce. La caficultura orgánica fue la que más utilizó energía renovable, seguida del BPA. La agricultura orgánica fue la más eficiente en cuanto al uso de recursos energéticos debido:

- Al menor coste energético por la reducción de abonos químicos y fitosanitarios de síntesis, ambos tremendamente despilfarradores de energía;
- Al uso de residuos orgánicos y fertilizantes, con poca manipulación y que poseen el coste energético reducido prácticamente del transporte hasta la finca, siendo así un coste proporcional a la distancia entre la granja y el establo; y,
- Al mantenimiento de la fertilidad natural del suelo y del ecosistema, en base a los tratamientos orgánicos y al aumento de la diversidad agrícola, que de forma indirecta disminuye la necesidad de aportaciones energéticas externas, como el control de patógenos o el uso continuo de abonos.

El coste energético y económico derivado de los fertilizantes orgánicos podría reducirse al aproximar los establos a las fincas agrícolas, o mejor aún, al integrarlos. Por otro lado, sería interesante potenciar el uso de cualquier tipo de residuos orgánicos generados en la propia finca e incluso potenciar la siembra de leguminosas, de abonos verdes dentro o cerca del cultivo y de cubiertas permanentes para reducir el consumo en fertilizantes.

Sin embargo, no está suficientemente valorado o internalizado el coste energético en el económico. Debería tenerse en cuenta que no es sostenible pagar un bajo precio por productos despilfarradores de energía, cuando además son contaminantes y existen técnicas sustitutivas. Se deberían gravar ciertos abonos (los nitrogenados fundamentalmente) y ciertos fitosanitarios (los de mayor poder contaminante y uso energético). Además de los impactos ambientales sobre el cambio climático.

La mayoría de los indicadores ambientales y sociales, con excepción de la sanidad del cultivo, de la diversidad genética del café (ambiental), de la capacitación, de la gestión e integración en los procesos de decisión (social), reflejan mayor estabilidad, adaptabilidad, equidad y autonomía para el sistema orgánico en relación al de BPA.

Por otro lado, en su mayor parte, los indicadores del sistema de BPA marcaron una tendencia de mejores niveles de sustentabilidad que el sistema CC, exceptuando la eficiencia energética, la vegetación natural circundante, diversificación de los cultivos y de renta, la dependencia de insumos externos y la dependencia alimentaría.

A su vez la evaluación comparativa del CO y CC indicó tendencias de mejor nivel de sustentabilidad para el orgánico para la mayoría de los indicadores, exceptuando la sanidad del cultivo. Los resultados fueron similares en el indicador rendimiento físico.

Los sistemas CO y BPA indicaron una tendencia de mejor utilización de tecnologías apropiadas, manejos más adecuados de los recursos naturales y mayor generación de empleo por hectárea.

El reordenamiento de la finca y su adecuación ambiental, con adopción de tecnologías apropiadas y rediseño del agroecosistema cafetalero, se configura como una estrategia básica para el manejo más sustentable de los cafetales arábigos familiares del Espíritu Santo.

Al respecto del manejo de los sistemas de café arábigo en las montañas del Estado de Espíritu Santo, se recomienda la adopción de algunas tecnologías y prácticas agronómicas más sustentables y de bajo impacto financiero:

- la elección de variedades resistentes a las plagas y enfermedades (principalmente a la roya del café) ya disponibles. La mejoría de la eficiencia del control de la roya del café, mediante el monitoreo de la enfermedad y el uso de productos alternativos más eficaces, de menor toxicidad y de menor peligrosidad ambiental,
- las asociaciones y cultivos con leguminosas fijadoras de nitrógeno, la implantación de caminos de refugio (cerca viva, árbol de sombra, maderables o fructíferas, plantas con flores),
- el manejo eficiente de la cobertura vegetal en las parcelas de café y en los caminos internos,
- Introducción de la crianza de pequeños animales como carneros en las fincas que presentan una pequeña área de pastos, con la utilización en áreas de los cafetales para el manejo de las hierbas espontáneas (limpia mecánica) y para la alimentación suplementar de los animales. Así, disminuyen los costes de

producción con la limpia, aumenta la incorporación de estiércol en los cultivos y reducen el uso de herbicidas,

- El uso de la mecanización en la preparación de los compost y la producción de la biomasa próximo a las áreas de cultivo para disminuir costes de mano de obra y del transporte,
- La integración de las explotaciones café-ganadería-silvicultura, y
- una nutrición adecuada y equilibrada de los cafetales a través de prácticas de abono y la conservación del agua (captación del agua de lluvia y desbroza manual de las hierbas espontáneas) y de la fertilidad natural de los suelos.

Además del aumento de la productividad es necesario realizar mayores esfuerzos a nivel de las organizaciones sociales para la mejora de la calidad del café y el incremento del precio del producto. No basta con que sea producto orgánico o de buenas prácticas agrícolas, el consumidor también desea un producto de mejor calidad en la taza a precios competitivos.

Es necesario el apoyo de políticas públicas en los proyectos de investigación y de extensión rural para la generación de tecnologías apropiadas respecto a las dimensiones socioeconómicas y ambientales para la obtención de productividades más económicas y competitivas en el mercado interno y externo; sin necesidad de dependencia de los nichos de mercado, que muchas veces se muestran insuficientes y restrictivos.

La mayor productividad y rentabilidad presentada por el sistema de cultivo BPA y el sobre precio practicado y conservación ambiental con mayor eficiencia energética, por el sistema orgánico, pueden ser atractivos para la toma de decisiones. Podrían constituir una opción que concilie productividad con rentabilidad y salud ambiental. Asimismo, mejoraría de forma creciente los grados de sustentabilidad de los agroecosistemas.

### **8.2.2- Retos para la transición a sistemas agroecológicos:**

La transición de un sistema convencional (CC) para un sistema más sustentable (CO o BPA) resulta en la transformación de las características ecológicas del sistema con la reducción o sustitución de los agroquímicos, además de la mejora en la estructura y función de los agroecosistemas, para alcanzar niveles crecientes de sustentabilidad. El proceso en la práctica depende de la concienciación del caficultor, de los aspectos culturales y socioeconómicos involucrados.

La caficultura del Espirito Santo, existen suficientes indicios para el desarrollo de una caficultura sustentable con bases agroecológica. Bajo las premisas de los niveles de la transición agroecológica, la caficultura Capixaba presenta alto valor en la mejora de las prácticas convencionales (nivel 1) al incorporar dentro de la producción la estrategia de BPAs.

Dentro del sistema BPAs, el manejo Integrado de plagas evidencia la sustitución parcial de insumos (nivel 2 de la transición agroecologica) y una sustitución total de insumos convencionales en los sistemas orgánicos certificados, lo cual ubica esta producción entre los nivel 2 y 3 de la transición.

Sin embargo, para la expansión de los sistemas más ecológicos fueron identificados diversos aspectos que limitan el avance de la adopción de estos sistemas. La primera sería la implementación de políticas públicas consistentes en los diversos seguimientos (antes de la producción, durante y en la comercialización) de la caficultura de montañas, con el establecimiento de programas de investigación y una ATER diferenciada para atender esta demanda.

Ha sido identificado muchos cuellos de botella en el aspecto tecnológico, pero los más importantes fueron la baja productividad de los cultivos orgánicos, los elevados costes de producción, de certificación y la gran demanda de mano de obra como impedimento a la expansión del área cultivada y la entrada de nuevos caficultores en el sistema CO.

La baja productividad ha sido principalmente por las entradas insuficientes de nutrientes y cantidades de fertilizantes que no atienden las necesidades nutricionales de los cultivos para una mayor productividad. Sería necesario mayor cantidad de abonos orgánicos y o compost para suplir las demandas de los cultivos. Otro factor que se destacó, de forma general, fueron las pérdidas de producción debido a la Roya del Café causada por el hongo *Hemileia vastatrix*, conllevando a perjuicios significativos. Estas pérdidas fueron agravadas debido al uso de variedades del grupo Catuaí, susceptibles a la enfermedad y también al control ineficiente de la enfermedad.

La elevación de los costes de producción estuvo relacionada con la gran demanda de mano de obra en la manipulación de los abonos, fabricación de los compost y distribución del abono en los cultivos. Mientras la certificación de la producción fue un de los principales factor que aumentó los costes de producción de los cultivos.

Entre las fincas y entre los caficultores investigados en la zona cafetalera, hay caficultores orgánicos (con mayor productividad física y mejor calidad del producto), una cantidad mayor de caficultores del sistema BPA que fertilizan sus cultivos con abonos orgánicos y químicos (que prácticamente no utilizan pesticidas y con mayor eficiencia energética, promoviendo la conservación ambiental y la organización social). También hay caficultores convencionales que utilizan menos insumos externos industrializados o prácticamente no los utilizan. Esta información después se traduce en prácticas y tecnologías específicas que optimizan los procesos deseados e implementación de unidades de referencia (faros agroecológicos) hacia una transición agroecológica en los cafetales de la región de montañas de Espíritu Santo.

#### **8.2.2.1- Hacia la Transición Agroecológica de los Cafetales Capixabas**

Ha sido observado en el trabajo realizado junto a los caficultores investigados en la región de las Montañas de Espíritu Santo, los diferentes niveles de transición en el manejo de los cafetales, involucrando los agricultores convencionales (CC), los que vienen utilizando buenas prácticas (BPA) y de cultivo orgánico (CO), en el proceso de transición hacia sistemas de cultivo más sustentables o de base más ecológica. A continuación se describe las prácticas desarrolladas en los cafetales, de acuerdo con los niveles de transición propuesto por Glieman (2007).

**Para el nivel de transición 1 (incremento de la eficiencia de las prácticas convencionales para reducción de insumos):**

1. Disminución de las limpias con azadón y sustitución de herbicidas y limpias con azadón por desbrozas manuales,
2. Incremento del uso de correctivos y uso de fosfatos naturales, mayor uso de la cáscara de café, estiércol y compost en sustitución parcial o total de los abonos sintéticos por abonos orgánicos,
3. Monitoreo de la infestación de las plagas y enfermedades para evitar el uso de agrotóxicos de manera inadecuada, causando daños socioambientales,
4. Sustitución del control químico de las plagas y enfermedades por productos de menor toxicidad y peligrosidad ambiental, por técnicas alternativas de control, por productos ecológicos, además de la promoción del desarrollo de enemigos naturales,
- 5- Monitoreo y manejo de la fertilidad del suelo mediante el análisis químicas periódicas.

**Para el nivel de transición 2 (sustitución de prácticas convencionales por prácticas alternativas):**

1. Sustitución total del uso de herbicidas por desbrozas manuales o motorizadas.
2. Incremento de las fertilizaciones con estiércol, cáscara y agua residual del café y el uso del compost,
3. Cultivo de abonos verdes con especies leguminosas para fijación de nitrógeno,
4. Uso de sistemas de asociación de cultivos esquematizados,
5. Cultivo de los caminos internos en la parcela de café, con la utilización de especies adecuadas para evitar la erosión,
- 6- Uso de tecnologías adecuadas en la poscosecha y secadores alternativos en la seca del café (menor gasto de energía),
- 7- Uso de máquinas manuales motorizadas en la recolección del café para la mejoría en el rendimiento de la mano de obra.

**Para el nivel de transición 3 (rediseño del agroecosistema):**

1. Cultivo de variedades de café resistentes a las plagas y enfermedades,
2. La implantación de caminos de refugio (cerca viva, árbol de sombra, maderable o fructífero, plantas con flores),
3. Aumento de la biodiversidad a través del cultivo de diversas especies vegetales,
4. Implantación de barreras vivas en las parcelas del café con especies adecuadas,
5. Integración café-ganadería-silvicultura (la adopción del manejo de carneros en medio de los cafetales y uso de la madera en los secadores de café, como fuente de energía),
6. Mantenimiento y acompañamiento periódico de la fertilidad natural del suelo y su calidad, entendida como indicador de sustentabilidad (conservación del agua y suelo).
7. Participación de los caficultores en las organizaciones sociales en la búsqueda de intereses colectivos como la asistencia técnica, certificación de la producción, procesamiento del producto y de la comercialización más justa de la producción.

**Nivel 4 de la transición (cambio de ética y de valores):**

Algunos caficultores se ajustan a los modelos en la búsqueda de la sustentabilidad (nivel 4), los cuales son la base para el desarrollo de canales comerciales más



equitativos y vinculantes entre consumidores y productores, destacando la propuesta de Consumidor Directo y la iniciativas de Comercio Justo para el BPA y el CO.

### **8.2.3- Sugerencias de medidas de Políticas Públicas:**

Seguidamente, vamos a señalar las propuestas y acciones estratégicas para el desarrollo sustentable de la caficultura, con el objetivo de cambiar las tendencias de los indicadores de sustentabilidad evaluados como críticos. Serían con la adopción de medidas para la corrección o el incremento de los niveles de sustentabilidad, por medio de la contribución de los diversos actores involucrados en la caficultura familiar y la intervención del Gobierno del Estado a través de Políticas Publicas que se sugieren a continuación:

- Aplicar métodos adecuados de monitoreo y de evaluación continuada de la sustentabilidad de la caficultura, que permitan dar a los sistemas de manejo de cultivo del café un seguimiento permanente, o por lo menos en esquemas de medio a largo plazo;
- Promover el desarrollo de investigación, acciones y estudios participativos para la generación y adaptación de tecnologías agronómicas, gerenciales y de procesos norteados por los principios de la sustentabilidad;
- Promover el desarrollo de maquinarias apropiadas principalmente para la producción y distribución del compost y en la cosecha y poscosecha para disminuir el costo de la mano de obra;
- Efectuar el monitoreo sistemático de los costes de producción y desarrollar tecnologías apropiadas al cultivo orgánico, adaptadas regionalmente;
- Viabilizar los servicios de la Nueva Asistencia Técnica y Extensión Rural (ATER), por medio de abordajes y herramientas participativas, en la construcción de sistemas productivos de café y de estrategias de desarrollo rural sustentable, orientado por los principios de la Agroecología, considerando la amplitud conceptual de este nuevo enfoque científico;
- Promocionar la implantación de unidades de referencia en el manejo de sistemas del cafetal familiar, por medio de las fincas consideradas faros agroecológicos, con la construcción participativa y la concienciación de los caficultores para la transición para sistemas y estilos de caficultura de niveles más elevados de sustentabilidad;
- Promocionar y apoyar los procesos educativos de gestión de la actividad, de capacitación en el uso de tecnologías de bajos insumos y energía fósil, para los jóvenes, trabajadores, aparceros y los agricultores familiares, considerando las especificidades culturales y sociales;
- Incentivar el fortalecimiento de las formas asociativas a través de entrenamientos para mejorar su capacidad de gestión asociativa y de intervención colectiva en los procesos cooperativos, mejorando así la autogestión y autonomía de los sistemas;

- Desarrollar acciones juntamente al caficultor para su participación en las cooperativas familiares con acceso al Mercado Justo y Solidario (Fair Trade);
- Desarrollar y apoyar la implantación de los procesos de la certificación de cooperativas familiares de café, de la certificación participativa, de la producción integrada del café arábica y de la mejoría de la calidad, facilitando el acceso a los mercados diferenciados;
- Ampliar la financiación y recursos específicos del crédito rural para las iniciativas de apoyo a la transición para sistemas familiares más sustentables de cultivo de café;
- Condicionar la liberación de la financiación de crédito rural a la implementación de técnicas de BPA, principalmente aquellas de bajo impacto ambiental y ahorradora de energía fósil, basadas en el “crédito orientado”;
- Consolidar, ampliar y adaptar el programa gubernamental de pago por servicios ambientales a las fincas productoras de café;
- Apoyar las iniciativas de marketing del café producido de forma más sustentable.

### **8.3- Sobre las evaluaciones de la sustentabilidad**

Los estudios de evaluación de sustentabilidad de los sistemas de producción que utilizan indicadores de sustentabilidad a partir de un marco metodológico con enfoque agroecológico, resultaron ser una herramienta eficaz para determinar y evaluar la sustentabilidad ecológica, económica y social de los sistemas de cultivo de café arábico familiar en las montañas del Estado de Espírito Santo. También es una gran herramienta para evaluar los impactos de las tecnologías adoptadas y para identificar los puntos débiles que ponen en riesgo su sostenibilidad a corto, mediano y largo plazo.

La evaluación de sustentabilidad de estos agroecosistemas de manejo del café arábico familiar indicó que las fincas cafetaleras y sistemas de cultivos con desempeño superior al nivel regular, principalmente los CO y BPA, presentaron niveles de transición agroecológica en un proceso más avanzado y condiciones favorables para solucionar sus puntos críticos débiles y alcanzaren mejores grados y niveles de sustentabilidad.

Por otro lado, en los diversos sistemas de cultivo existen muchas fincas con indicadores de sustentabilidad con niveles considerados regulares, requiriendo medidas preventivas de cambio para evitar que el sistema pueda entrar en una crisis a medio plazo. Asimismo, aquellas fincas y sistemas que presentaron indicadores bajos al nivel crítico, principalmente los sistemas de manejo CC, necesitan de medidas correctivas urgentes.

La evaluación se realizó considerando el efecto del manejo de los agricultores sobre los recursos (socioeconómico y ambientales) clave que habría que corregir, recuperar, conservar y incluso mantener en el agroecosistema. Esto ha permitido detectar si el manejo está deteriorando el capital natural, social y productivo. El

empleo de indicadores de manejo, puede complementarse con uso de indicadores de estado, validados a través del tiempo. Contar con una serie histórica de valores del estado de un recurso, permite observar una tendencia. De esta manera, se lograría una evaluación más integral de la sustentabilidad de los agroecosistemas.

Asimismo, permiten un monitoreo rápido y permanente dentro de los sistemas, lo que facilita su evaluación, su seguimiento y su mejora para un Desarrollo Sustentable de la Agricultura Familiar.

En el caso específico de los sistemas de cultivo de café arábico de base familiar de Espirito Santo, un aspecto importante que debe ser retomado en futuros ciclos de evaluación de sustentabilidad es la interacción de la producción de café con los otros subsistemas productivos. Este punto es particularmente relevante para aumentar el ingreso de fuentes renovables de energía y de nutrientes, proporcionando así, mayor eficiencia energética y productividad física y rendimiento financiero a los sistemas productivos del café arábico y por consecuencia mejorar el nivel de sustentabilidad de la caficultura arábica familiar de las montañas del Espirito Santo.

Realizar evaluaciones longitudinales que permitan dar a los sistemas producción de manejo de cultivo del café un seguimiento permanente, o por lo menos en esquemas de medio a largo plazo. Tanto los atributos dinámicos como el proceso continuo de acción-evaluación-acción requieren incorporar una dimensión histórica y de escalas temporales más amplias.

Utilizar herramientas pedagógicas que faciliten la participación y el entendimiento entre los diferentes actores sociales del proceso de evaluación de sustentabilidad, con la participación de un equipo interdisciplinar, con enfoque holístico, un trabajo de análisis y de interpretación. Además, la participación del caficultor familiar es necesaria para que puedan entender mejor las consecuencias de distintas decisiones de manejo y permitir obtener una retroalimentación para avanzar en los aspectos teóricos y prácticas más relevantes para el manejo sustentable de la caficultura.

Finalmente, se considera que la presente investigación no tiene el objetivo de agotar el tema de evaluación de la sustentabilidad en los diferentes sistemas de cultivo de café; al contrario, por ser un trabajo pionero en el Espirito Santo, que utiliza la metodología MESMIS. El éxito del trabajo iniciado se condiciona a la continuidad de estas acciones, con el objetivo de proporcionar la implementación y la evaluación (a largo plazo) de los impactos de las medidas propuestas en los sistemas de cultivo para el Desarrollo Sustentable de la caficultura arábica de la Agricultura Familiar del Estado de Espirito Santo.

## 9- BIBLIOGRAFIA

Abbona, E.A., Sarandón, S.J., Marasas, M.E., Astier, M (2007) Ecological sustainability evaluation of traditional management in different vineyard systems in Berisso, Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 119: 335-345.

Abbona, E.A (2004) *Evaluación de la sustentabilidad ecológica de sistemas agrícolas y su aporte al Desarrollo Rural Sustentable: El caso de los viñateros de Berisso, Argentina*. Tesis maestría en ciencias. Universidad Internacional de Andalucía, Sede Antonio Machado-Baeza, España. 166 p.

Abril, A (2002) La microbiología del suelo: su relación con la agricultura sustentable. En: Agroecología. *En camino hacia una agricultura sustentable*, SJ Sarandón (Ed). Ediciones Científicas Americanas, Buenos Aires. Cap. 8:153-173.

Agostinotto, D., Puchalski, L.E.A., Azevedo, R., Storch, G., Bezerra, A.J.A., Grützmacher, A.D (1998) Utilização de equipamentos de proteção individual e intoxicações por agrotóxicos entre fumicultores do município de Pelotas – RS. *Pesticidas: R. Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, Curitiba, 8:45-56.

Almeida, A.F (2005) *Educação ambiental e qualidade de vida*. Disponible en: <http://www.cbssi.com.br/revista01.htm>. Acceso en 15 sep. de 2010.

Alonso, A.M (2009) *Metodología de cálculo de los impactos sócioeconómicos y ambientales*. Copia mimeografiada. Master en Agroecología: Un enfoque sustentable de la agricultura ecológica, Baeza, España. Inédito. 11 p.

Alonso, A.M., Guzmán, G. (2006) Evaluación comparada de la sostenibilidad agraria en el olivar ecológico y convencional. *Agroecología* 1:63-73.

Alonso, A.M., Guzmán, G. (2004a) Productividad y economía del olivar ecológico. En *Manual de Olivicultura ecológica*. Córdoba: ISEC-Universidad de Córdoba, pp. 93-114.

Alonso, A.M., Guzmán, G. (2004b) La sustentabilidad del olivar ecológico. En *Manual de Olivicultura ecológica*. Córdoba: ISEC-Universidad de Córdoba. Cap VI, pp. 115-138.

Alonso, A.M (2003) *Análisis de la sostenibilidad agraria: el caso del olivar en la comarca de los pedroches (Córdoba)*. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba, Córdoba- España. 257 p.

Altieri, M.A (1987) *Agroecology: the scientific basis of alternative agriculture*. Berkeley: The Repro Express.

Altieri, M.A (1989) *Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa*. Rio de Janeiro: PTA/FASE. 237p.

Altieri, M.A., Masera, O (1993) Sustainable Rural Development in Latin America: Building from the Bottom-up. *Ecological Economics*, núm. 7:93-121.

Altieri, M.A (1994) Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. *Agricultura Técnica* 54(4): 371-86.

Altieri, M.A (2001) A sustentabilidade da agricultura orgânica. *Rev. Agroecologia Hoje*. Anoll, n. 7, fev/março, p. 7.

Altieri, M.A., Nicholls, C.I (2002) *Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, Costa Rica, 64:17-24.

Alvarez V.V.H., Novais, R.F., Dias, L.E., Oliveira, J.A (2000) Determinação e uso do fósforo remanescente. Viçosa: *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*. Boletim Informativo, 25:27-33.

Alvarenga, M.I.N., Martins, M., Bueno de Paula, M (2002) Cafeicultura orgânica: manejo ecológico da propriedade cafeeira orgânica. *Informe Agropecuário*: 23 (214/215):21-31, Belo Horizonte, Minas Gerais.

American Society of Agronomy (1989) Decisions reached on sustainable agriculture. *Agronomy news*. Madison, Wisconsin January, p. 15.

Anuário Estatístico (2006) A Gazeta. Vitória, Espírito Santo: 2006, 301 p.

Araújo, J.B.S., Siqueira, A.M. de, Santos, E.R. dos, Fernandes, M.A (2008) Composto com bananeira e capim elefante triturado com enxada rotativa. In: Padovan, M. P. da, Neto, J. A. M. Teixeira, A. F. R (Eds) *Pesquisa Agroecológica Capixaba*, Espírito Santo: Incaper, p. 59-64.

Assad, E.D., Evangelista, B., Silva, F.A.M., Cunha, S.A.R., Alves, E.R., Lopes, T.S.S., Pinto, H.S., Zullo Junior, J (2001) Zoneamento agroclimático para a cultura do café (*Coffea arabica* L.) no Estado de Goiás e sudoeste do Estado da Bahia. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9:510-518.

Astier, M., Masera, O., Galván-Miyoshi, Y. (Coords) (2008) Un enfoque dinámico y multidimensional, Mundiprensa/ SEAE/ ECOSUR/ CIGA/ CIEco/ UNAM/ GIRA/ Fundación instituto de agricultura ecológica y sustentable. Valencia, España.

Astier, M., Gonzáles, C (2008) En: Astier, M., Masera, O., Galván-Miyoshi, Y. (coord) *Evaluación de sustentabilidad*. Formulación de indicadores socioambientales para evaluaciones de sustentabilidad de sistemas de manejo complejos (2008). pp 73-93.

Astier M., Hollands, J (Eds) (2007) Sustentabilidad y campesinado. Seis experiencias agroecológicas en Latinoamérica. 2ª Edición. Mundiprensa-GIRA-ILEIA, México.

Astier, M., Masera, O (1996). Metodología para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS). Grupo interdisciplinario de tecnología Rural Apropiaada. GIRA. Documento de trabajo 17:1-30.

Audsley, E., S. Alber, Clift, R., Cowell, S., Crettaz, P., Gaillard, G., Hausheer, J., Jolliett, O., Kleijn, R., Mortensen, B., Pearce, D., Roger, E., Teulon, H., Weidema, B., Van Zeijts, H (1997) *Harmonisation of Environmental Life Cycle Assessment for Agricultura*. Final Report of the concerted Action AIR3-CT94-2028.

Azar, C., Holmberg, J., Lindgren, K (1996) Socio-ecological Indicators for sustentability. *Ecological Economics* 18: 89-112.

Bakkes, J.A., van den Born, G.J., Helder, J.C., Swart, R.J., Hope, C.W., Parker, and J. D. E (1994) *An overview of environmental indicators: State of Art and Perspective*. Nairobi: PNUMA/RIVM.

Benassi, V.L. R.M (1989) A broca do café. Vitória: Emcapa (Emcapa, documentos nº 57), 63 p.

Bergamim, M.C.A (2004) *A agricultura familiar no Espírito Santo: constituição, modernização e reprodução socioeconômica*. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 159 p.

Bergh, Van Den, y Jeroen, C.J.M (1996) Sustainable Development and Management”, *Ecological Economics and Sustainable Development: Theory, Methods and Applications*, Edward Elgar Publishing Cheltenham, Reino Unido, pp. 53-79.

Bertoni, J., Lombardi Neto, F (1993) *Conservação do Solo*. 3ª edição, Ícone Editora, São Paulo.

Besserman, S (2003) Indicadores. In. Meio ambiente no século 21:21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento/coordenação André Trigueiro. Rio de Janeiro: SEXTANTE, pp. 91-106.

Bittencourt, G.A (1987) *Formação Econômica do Espírito Santo: o roteiro da industrialização*. Ed. Cátedra. Vitória, 302 p.

Bossel, H (1999) *Indicators for sustainable development: theory, method, applications; a report to the Balaton Group*. International Institute for Sustainable Development (IISD), Winnipeg. Documento disponible en: <http://www.iisd.org/> (consultado en ab. de 2010).

Braga, J.M., Defelipo, B.V (1974) Determinação espectrofotométrica de fósforo em extrato de solo e material vegetal. *Revista Ceres*, 21:73-85.

Bragança, S.M., Carvalho, C.H.S. de, Venegas, V.H.A., Dessaune Filho, N., Lani, J.A., Fonseca, A.F.A. da, Siveira, J.S.M (1995) Nutrição e adubação do café . Coffea canephora cv. Conilon, cultivado em latossolo amarelo coeso. II. Zinco- Boro-palha de café. In: *Congresso Brasileiro Pesquisa Cafeeira, 21*. Caxambu. Anais. Caxambu: PROCAFE, p.110-111.

BRASIL (2007) MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário, SAF – Secretaria da Agricultura Familiar. Documento disponible en: <http://www.mda.gov.br/saf/> (consultado en 06 feb. 2008).

BRASIL (2007) Ministério de Minas e Energia. *Balanço energético nacional*. Brasília, 192 p.

BRASIL (2004) Ministério do Desenvolvimento Agrário. Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural. Brasília: MDA/SAF/Dater.

BRASIL (2003) Presidência da República. Casa Civil. Lei No 10.831, 23/12/2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Documento disponible en: [http://www.presidencia.gov.br/civil\\_03/Leis/2003/L10.831.htm](http://www.presidencia.gov.br/civil_03/Leis/2003/L10.831.htm) (consultado en enero de 2010).

BRASIL (2002) Decreto Federal Nº 4.074. De 04 de Janeiro de 2.002, Regulamentada pela Lei Federal Nº 7.082 de 11/07/1989, que dispõe sobre pesquisa, experimentação, a produção, embalagem, o transporte, armazenamento, a propaganda comercial, o registro, classificação, controle, a inspeção de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Documento disponible en <[www.inpev.org.br/responsabilidades/legislacao/images/Decreto.PDF](http://www.inpev.org.br/responsabilidades/legislacao/images/Decreto.PDF)> (consultado em 24 de oct. de 2010).

Braun-Blanquet, J (1979) Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume. Madrid. 820 p.

Brum, A.J (1987) A revolução verde. In: Modernização da agricultura: trigo e soja. Petrópolis: Vozes; Ijuí: FIDENE, pp. 44-50.

Cafeicultura (2008) A revista do Agronegócio Café. Documento disponible en: <<http://www.revistacafeicultura.com.br/index.php?tipo=ler&mat=16305>> (consultado en sep. de 2008).

Caixeta, I.F. y F. Pedini (2002) Cafeicultura orgânica: conceitos e principios. *Informe Agropecuário*: 23 (214/215):15-20, Belo Horizonte, Minas Gerais.

Camargo, A.P.C (1985) Clima e a cafeicultura no Brasil. *Informe Agropecuário*, n.126, pp.13-26.

Camargo, A.P., Pereira, A.R (1994) Agrometeorology of the coffee crop. *World Meteorological Organization*. Geneva: WMO/TD. n. 615, 43 p.

Camargo, A.P. de, Pinto, H.S., Pedro Junior, M.J., Brunini, O., Alfonsi, R.R. y Ortolani, A.A (1974) Aptidão climática de culturas agrícolas. In: São Paulo. Secretaria da Agricultura. Zoneamento agrícola do estado de São Paulo. *CATI*, v. 1, p. 109-149.

Campos, A.T., Campos. A.T (2004) Balanços energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas. *Ciência Rural*. 34:6, pp. 87-97.

Campos, A.T (2001) *Balanço energético relativo à produção de “coast-cross” e alfafa em sistema de produção de leite*. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)–Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 267 p.

Caporal, F.R., Costabeber, J.A (2002) *Análise multidimensional da sustentabilidade. Uma proposta metodológica a partir da Agroecologia*. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, Porto Alegre, 3(3):70-85.

Caporal, F.C., Costabeber, J.A (2000) *Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova extensão Rural*. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, Porto Alegre, 1(1):16-37.

Caporal, F.C (1998) *La extensión agraria del sector público ante los desafíos del desarrollo sostenible: el caso de Rio Grande do Sul, Brasil*. Córdoba, (Tese de Doutorado) Programa de Doctorado em Agroecologia, Campesinado e Historia, ISEC-ETSIAN, Universidad de Córdoba, España. 517 p.

Capra, F (1997) *A teia da vida*. São Paulo: Cultrix,. 256p.

Carmo, M.S., Comitre, V., Dulley, R.D (1988) *Balanço energético de sistemas de produção na agricultura alternativa*. *Agricultura São Paulo*, São Paulo, 35(1): 87-97.

Centro do Comercio de Café de Vitória (CCCV) (2009) *Cotação mensal de preços de café*. Documento disponible en: [http://www.cccv.org.br/estatistica/cqi-bin/cota\\_mes.asp?ano=2009&mes=11](http://www.cccv.org.br/estatistica/cqi-bin/cota_mes.asp?ano=2009&mes=11) (consultado en enero de 2011).

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (1998) *Environmental and Sustainability Indicators: Outlook for Latin America and Caribbean*. Cali, Colombia. Documento disponible en: <http://www.ciat.cgiar.org/indicadors/lacproj.htm/> (consultado en enero 2011).

Chalfon, S. M.; Carvalho, V.S.; Guimaraes, P.T.G (1992). *Manual de preservação e melhoria da qualidade do café nas fases de pré e pós-colheita*. São Sebastião do Paraíso, MG: Epamig-Cooparaíso, 43 p.

Chapman, P.M (2007) *Determining when contamination is pollution – Weight of evidence determinations for sediments and effluents*. *Environmental International* 33: 492-501.

CNUMAD (1992) *Programa 21. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD)*. Naciones Unidas.

Coelho, M.J.H (2002) *Café do Brazil: o sabor amargo da crise*. Gráfica Agnus. Florianópolis/SC. 55 p.

COMITÉ DE AGRICULTURA, 17º período de sesiones, Roma, 31 de marzo –abril de 2003. *Elaboración de un marco para las Buenas Prácticas Agrícolas*. Documento disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/MEETING/006/Y8350s.HTM> (consultado en feb. de 2011).



Conway, G.R (1985) Agroecosystem analysis. En *Agricultural Administration*. 20:1-30.

Correia, F.V., Langenbach, T (2006) Dinâmica da distribuição e degradação de atrazina em argissolo Vermelho-Amarelo sob condições de clima tropical úmido. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30:183-192.

Costanza, R (1991) The Ecological Economics of Sustainability: Investing in Natural Capital. Environmentally Sustainable Economic Development: Building on Brundtland. R. Goodland, H. Daly, S. El Serafy & B. von Droste (Eds.). Nueva York. UNESCO. pp 83-90.

Costa, E.B (1995) Manual técnico para a cultura do café no estado do Espírito Santo. Vitória: SEAG-ES, 163p.

Costa, E.B., R.D.C., Garcia y S.M. Teixeira (2002) Custos da cafeicultura de montanha do Espírito Santo. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2, Vitória, ES. Anais. Brasília: Embrapa Café: CD-ROM. Consorcio Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, pp 2180-2187.

Costabeber J.A (2007) *Transição agroecológica: do produtivismo à ecologização. Em: Agroecologia e extensão rural: contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável*. Brasília, D.F: MDA/SAF/DATER – IICA, 166 p.

Dadalto, G.G., Carmo Filho, O.G. do, Castro, L.L.F. de (1990) *Captação de águas pluviais das estradas vicinais*. Vitória, ES: EMCAPA. 22p. (EMCAPA: Documentos, 63).

Dadalto, G.G.; Lani, J.A.; Prezotti, L.C (1995) Conservação do solo. In: COSTA, E.B. da (Coord.). *Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória: SEAG-Espírito Santo. 163p.

Dadalto, G.G., Barbosa, C.A (1997) Zoneamento Agroecológico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo. Vitória, ES: SEAG-Espírito Santo. 31p.

De Camino, V.R., Muller, S (1993) *Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales. Bases para establecer indicadores*. Serie de Documentos de Programas. N. 38. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), GTZ. 113p.

De Muner, L.H., Martins, D. dos S., Fornazier, M.J., Arleu, R.J., Benassi, V.R.M (2000) Manejo da broca do café: Vitória, Espírito Santo: Emcaper. 6p. (Incaper, Documentos 104).

De Muner, L. H., Fornazier, M. J., Martins, D. dos S., Pagio, V., Oliveira, G. M. de (2001) Tipificação do café arábica produzido no Estado do Espírito Santo – Safra 99/00. En *II Simposio de pesquisa dos cafés do Brasil: Ministerio da Agricultura e do Abastecimento-EMBRAPA*. pp. 70 - 71.

De Muner, L.H., Fonseca, A.F.A. da, Pagio, V., Fornazier, M.J., Favoreto, O.S., Molino, J.A (2003) Cafés Qualidade Espírito Santo: colheita e processamento. Documentos número 121, editor DCM/Incaper, Vitória, 6 p.

De Muner, L.H., Teixeira, M.M., Fornazier, M.J., Favoreto, O.S., Salgado, J.S (2003) Cafeicultura Sustentável. In: Planejamento Estratégico da Agricultura Capixaba. 63 p. (impresso).

De Muner, L.H., Caporal, F.R., Fornazier, M.J., Padovan, M. da P., Schmidt, H.C (2007). Sustentabilidade da Cafeicultura do Conilon no Espírito Santo. In: Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A., Bragança, S.M., Ferrão, M.A.G., De Muner, L. H. (Eds.) *Café Conilon*. Vitória, Espírito Santo: Incaper, cap 23. p. 622-647.

De Muner, L.H., Fornazier, M.J., Padovan, M. da P., Mamen C.P., Schmidt, H.C., Vieira de Mello, E (2007) Certificação de Café. In: Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A., Bragança, S.M., Ferrão, M.A.G., De Muner, L. H. (Eds.) *Café Conilon*. Vitória, Espírito Santo: Incaper, cap 24. p. 648-665.

De Muner, L.H., Fornazier, M.J., Schmidt, H.C., Dessaune, N.F., Carnielli, P.H (2009) Características da Cafeicultura de Arábica de Base Familiar no Espírito Santo: Aspectos Sociais. *35º Congresso Brasileiro De Pesquisas Cafeeiras*, Araxá/MG. pp. 279-280.

Denardi, R.A. Agricultura familiar e políticas públicas: alguns dilemas e desafios para o desenvolvimento rural sustentável (2001) *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, Porto Alegre, 2(3):56-62.

Dixon, J.A. y Fallon, L.A (1989) The concept of sustainability: origins, extensions and usefulness for policy. *Society and Natural Resources* 2: 73-84.

Doering, O.C (1980) Accounting for energy in farm machinery and buildings. In: Pimentel, D. (Ed.). *Handbook of energy utilization in agriculture*. Florida: CRC Press, pp. 09-14.

Donna, J.U., Fornazier, M.J., Carnielli, P., Vieira de Melo, E., Zandonade, B.C., Nascimento, R.C. do (2008) Marco referencial da implantação dos critérios socioambientais para propriedades de base familiar nas montanhas do Espírito Santo. *34º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, Caxambu, MG. pp. 112-114.

Duarte N (2005) *Sostenibilidad socioeconómica y ecológica de sistemas agroforestales de café (Coffea arabica) en la microcuenca del Río Sesesmiles, Copán, Honduras*. Tesis de Maestría. Escuela de Postgrado. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Turrialba, Costa Rica. 140 p.

Dumanski, J (1994) Sustainable land management for the 21st century. International Workshop on Sustainable Land Management for the 21st Century. University of Lethbridge, Canadá: Agricultural Institute of Canada.

Dunn, E.G., J.M. Keller y L.A. Marks (1995) Integrated decision making for sustainability: A Fuzzy MADM Model for Agriculture. Columbia, EUA: Malama Aina.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2006) *Marco Referencial em Agroecologia*. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica. 70p.  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1997) Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: MAB. 212p.

Espírito Santo (2008) Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura: Novo Pedeag 2007-2025. Vitória, ES: Secretaria Estadual de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. 284p.

FAO and the Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries of the Netherlands (1991) The Den Bosch Declaration and Agenda for Action on Sustainable Agriculture and Rural Development: Report of the Conference, FAO/Netherlands Conference on Agriculture and the Environment, `S-Hertogenbosch, the Netherlands, 15-19 April 1991, Rome: W/U3780E/2/1.93/500.

FAO/INCRA (1996) Perfil da agricultura familiar no Brasil: dossiê estatístico. Brasília: FAO/Incrá.

FAO (1994) FESLM: and International Framework for Evaluating Sustainable Land Management (World Soil Resources Report). Roma: FAO.

FAO. Comité De Agricultura (2003) Marco para las buenas prácticas agrícolas. Documento disponible en: [http://www.fao.org/prods/gap/index\\_es.htm](http://www.fao.org/prods/gap/index_es.htm). Consultado en 10 de enero de 2011.

Faria, N.M., Facchini, L.A., Fassa, A.G., Tomasi, E (2000) Processo de Produção Rural e Saúde na Serra Gaúcha: um estudo descritivo. *Caderno de Saúde Pública*, 16(1):115-28.

Feitoza, L.R (1986) Carta agroclimática do Espírito Santo. Vitória: Emcapa. Mapa na escala 1:400.000. Colorido.

Feitoza, L.R., Castro, L.L.F., Resende, M., Zangrande, M.B., Stocking, R.M.A., Borel, E.A., Fullin, A.F., Cerqueira, J.S., Salgado, L.A., Sock, N., Dessaune Filho y D. Dent (1999) Mapa das unidades naturais do Estado do Espírito Santo. Vitória, EMCAPA/UFV/UEA/SAE/PRO-NATURA. Coloured map 1:400.000.

Ferrão, M.A.G., Fonseca, A.F.A. da, Ferrão R.G., Rocha, A.C. da (2004) *Cultivares de café arábica para a região das montanhas do Estado do Espírito Santo*. 2. Ed. Vitória, ES: Incaper, 40p. (Incaper. Circular, 02-I).

Ferrari, E.A. (2002) Monitoramento de impactos econômicos de práticas agroecológicas. In: Workshop. Métodos e Experiências Inovadoras de Monitoramento de Projetos de Desenvolvimento Sustentável. Brasília.

Ferraro, D. O (2007) Energy cost and use in pesticide production. In: *Encyclopedia of Pest Management*. Buenos Aires. pp 153-156.

Ferraro Júnior, L.A (1999) Proposição de método de avaliação de sistemas de produção e de sustentabilidade. Tese (Mestrado). São Paulo: ESALQ/USP. 131p.

Ferraz, J.M.G (2003) As dimensões da sustentabilidade e seus indicadores. In: Marques, J. F.; Skorupa, L. A.; Ferraz, J. M. G. (Ed.). 2003. *Indicadores de sustentabilidade em agrossistemas*. São Paulo: Embrapa Meio Ambiente, pp. 19-35.

FETAES (2006) *Relatório final da capacitação na área de trabalhadores/as assalariados/as rurais na produção do café ocorrido no Estado do Espírito Santo*. 18 p. (mimeo).

Fischersworing, B. y Robkamp. R.R (2001) Guia para la caficultura ecológica. Editorial López, Colombia. 153p.

Fluck, R.C (1992) Energy analysis for agricultural systems In: R.C. Fluck (Ed.), *Energy in Farm Production*. Energy in world agriculture, 6. Elsevier, Amsterdam, pp. 45-51.

Fonseca, A.F.A., Ferrão, R.G., Lani, J.A., Ferrão, M.A.G., Volpi, P.S., Verdin Filho, A.C., Ronchi, C.P., Martins, A.G (2007) Manejo da cultura do café conilon: espaçamento, densidade de plantio e podas. In: Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A., Bragança, S.M., Ferrão, M.A.G., De Muner, L.H. (Eds). *Café conilon*. Vitória, Espírito Santo: Incaper.

Formentini, E. A., S., Comã y I. Mansky (2008). Custo de produção e rentabilidade de orgânicos no município de Santa Maria de Jetibá. Vitória, Espírito Santo. Incaper, 76 p.

Fornazier, M. J., De Muner, L. H., Martins, D. dos S., Arleu, R.J, Benassi, V.L.R.M., Fonseca, A. F. A. da, Pagio, V., Almeida, L. F. de (2000) Tipificação do café arábica produzido no Estado do Espírito Santo – Safra 98/99. *I Simposio de pesquisa dos cafés do Brasil*, Poços de Caldas-Minas Gerais. pp. 755 - 758.

Fornazier, M.J., Martins, D.S., De Muner, L.H., Benassi, V.L.R.M., Arleu, R.J, Págio, V (2001) Danos da broca-do-café em café arábica, em nível de propriedade agrícola, no Estado do Espírito Santo – Safra Agrícola 99/00. *Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*, Vitória/Espírito Santo.

Fornazier, M.J., Benassi, V.L. M.R, Arleu, R.J., Martins, D. dos S., Fonseca, A.F.A. da, De Muner, L.H (2000) Manejo da broca do café. Vitória: Emcaper. (Incaper, documentos 104). 6p.

Fornazier, M.J., Rocha, A.C. da, Moreli, A.P., Ferrão, M.A.G., Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A. da, Bautz, A (2010a) Monitoramento de bicho mineiro, ferrugem, cercóspera e phoma em cafés arábica e conilon em propriedade UTZ Certified, montanhas do Espírito Santo. *36º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, Guarapari, Espírito Santo. pp. 246-248.

Fornazier, M.J., Rocha, A.C. da; Moreli, A.P., Ferrão, M.A.G., Alixandre, F.T., Bautz, A (2010b) Incidência de pragas e doenças em café arábica submetido a diferentes

tipos de poda. 36º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Guarapari, Espírito Santo. pp. 248-249.

Franco, G. Tabela de composición química dos elementos (1989) 8º ed. Rio de Janeiro: Atheneu Editora. 230p.

Gallopín, G (2003) Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico. Naciones Unidas. CEPAL. ECLAC. Medio ambiente y desarrollo Serie N° 64 Santiago de Chile. 40p.

Gallopín, G.C., Funtowicz, S., O'connor, M., Ravetz, J. (2001) Science for the 21st Century: from Social Contract to the Scientific Core. *Int. Journal Science*, 168: 219-229.

Gallopín, G.C. y Christianson, k. (2000), Sustainable Development, Society and the Environment: A Conceptual Framework for Tracking the Linkages, *Stockholm Environment Institute*, Estocolmo. ... Sustainable Development and the Environment: A Conceptual Approach, *Int. Journal Social Science (ISSJ)* 121: 375 397.

Gallopín, G.C (1996) Environmental and Sustainability Indicators and the Concept of situational Indicators. A System Approach. *Environmental Modeling and Assessment*, 1:101-117.

Gallopín, G.C. (1994) Agroecosystem health: A guiding concept for agricultural research? In *Agroecosystem health: Proceedings of an International Workshop* (N. O. Nielsen, ed). Guelph, Ontario: University of Guelph, pp. 51–65.

Garcia, A.L.A., Carvalho, C.H.S., Garcia, A.W.R (2008) Extração de nutrientes em cafeeiros da espécie *Coffea arábica*. In: 34º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 2008, Caxambu, MG.

Garcia-Barrios, L., Masera, O., Garcia-Barrios, R (2008) En: Astier, M., Masera, O., Galván-Miyoshi, Y. (coord) *Evaluación de sustentabilidad*. Construcción y uso de modelos sencillos para evaluar estrategias de manejo productivo de recursos bióticos. Una guía básica ilustrada (2008). pp139-167.

Gayoso, J., Irumé, A. (1991) Metodología para estimar la fragilidad de terrenos forestales. *Medio ambiente*, 11(2):13 - 24.

Gil, J.A. (coord.), (1992) Conferencias. Gestión de la Mecanización Agraria en Córdoba, Universidad de Córdoba. Instituto de Ciencias de la Educación O.T.R.I.

Gliessman, S.R (1990) (Ed). *Agroecology: researching the ecological basis for sustainable agriculture*. New York: Springer-Verlag.

Gliessman S.R (2002) *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba, C. R.: CATIE. 359 p.

Gliessman, S.R; Rosado-May, FJ; Guadarrama-Zugasti, C; Jedlicka, J; Cohn, A; Mendez, VE; Cohen, R; Trujillo, L; Bacon, C; Jaffe, R (2007) *Agroecología*:

promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas* 16(1):13-23. Asociación Española de Ecología Terrestre.

Goodland, R. y Daly, H (1996) Environmental sustainability: universal and no negotiable. *Ecological Applications* 6(4): 1002-1017.

Governo do Estado do Espírito Santo (2003) *Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba* – PEDEAG. Vitória. Documento disponible en: [www.incaper.es.gov.br/pedeag](http://www.incaper.es.gov.br/pedeag) (consultado en sep. 2010).

Graziano Da Silva, J (1981) *Progresso técnico e relações de trabalho na agricultura*. São Paulo: HUCITEC.

Grupo Interamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales (GIDSA) (1996) *Semillas para el futuro*. Morelia, México: GIDSA.

Guharay, F., Monterroso, D., Staver, C (2001) El diseño y manejo de la sombra para la supresión de plagas en cafetales de América central. *Agroforesteria en las Americas* 8: 22-29.

Gutman, P (1994) La economía y la formación ambiental. In: Leff, E. (Comp.) *Ciencias sociales y formación ambiental*. Barcelona: Libergraf, pp. 125-156.

Guzmán, G., Serrano, C. y Alonso, A (2002) Productividad del olivar ecológico y convencional del municipio de Colomera (Granada). En *V Congreso de la SEAE y I Congreso Iberoamericano de Agroecología*, Gijón, 16-20 de septiembre, Tomo I, pp. 611-622.

Guzmán Casado G. y Alonso, A.M (2000) Transición agroecológica en finca. En: *Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible*. Mundi Prensa, España. pp.199-226.

Guzmán Casado, G. y Alonso, A.M (2008) A Comparison of energy use in conventional and organic olive oil production in Spain. *Agricultural Systems*. 98: 167 – 176.

Guzmán Casado, G., González de Molina, M. y Sevilla Guzmán, E (2000) *Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 535 p.

Haggar, J., M., Barrios, M., Bolaños, M., Merlo, P., Moraga, R., Munguia, A., Ponce, S., Romero, G., Soto, C., Staver, E. Virginio (2011) Coffee agroecosystem performance under full sun, shade, conventional and organic management regimes in Central America. *Agroforest Syst.* 82: Published online: 21 April 2011

Hammond, A., Adriaanse, A., Rodenburg, E., Bryant, D. Woodward, R (1995) *Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable development*. Washington D.C.: World Resources Institute, 50 p.

- Hansen, J. W (1996) Is sustainability a useful concept? *Agricultural System*, 50:117-143.
- Harrington, L.W (1992) Measuring Sustainability: Issues and Alternatives. *Journal for Farming Systems Research-Extension*, 3 (1):1-19.
- Harrington, L.W., Jones, P., Winograd, M (1994) Operationalizing Sustainability: A Total Productivity Approach. En: *Land Quality Indicators Conference*, CIAT, Cali, Colombia: CIAT, 1-34.
- Holling, C.S., 2001. Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. *Ecosystems*, 4: 390-405.
- Hömberg, B. F. y Ripken, R. R (2001) *Guía para la cafcultura ecológica*. 153p.
- IBGE (1995/1996) Censo Agropecuário. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- IBGE (2004) Censo Agropecuário. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- Instituto Capixaba de Pesquisa, Asistencia Técnica y Extensión Rural – INCAPER (2009) Técnicas de produção de café arábica: renovação e revigoramento das lavouras no Estado do Espírito Santo. Ferrão, M.A.G (Coord). 3ª ed. Vitória, Espírito Santo. 56p.
- Instituto Capixaba de Pesquisa, Asistencia Técnica y Extensión Rural – INCAPER (2010) Mapa das Unidades Naturais do Estado do Espírito Santo: informações básicas. L.R. Feitoza Coord. Vitória, Espírito Santo: Incaper, 2010. 53p.
- International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) (1997) Un enfoque para la evaluación del progreso hacia la sustentabilidad. Serie: Herramientas y Capacitación. Cambridge, Reino Unido: UICN/IDRC.
- International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources-International Development Research Centre (IUCN-IDRC) (1995) Assessing Progress Towards Sustainability: A New Approach. In: Trzyna T.C. (Ed.), *A Sustainable World: defining and Measuring Sustainable Development*, California, IUCN, 1995, pp. 152-172.
- IPES. Governo do Estado do Espírito Santo; Coordenação Estadual de Ciência e Tecnologia (2003) *Informações municipais do Estado do Espírito Santo: IMES 2001-2003*. IPES, CD-ROM.
- Itho, S. de F., Fornazier, M.J., Tose, A (2008) Intoxicações humanas no Espírito Santo. In: Lani, J. L. Atlas de ecossistemas do Espírito Santo. Vitória, Espírito Santo: SEMA: Viçosa: Universidad Federal de Viçosa. p329.
- Jackson, M. L (1958) *Soil chemical analysis*. New Jersey: Prentice-Hall. 498p.

Kessler, J.J (1997) Strategic environmental analysis (SEAN): A framework for planning and integration of environmental care in development policies and interventions. AID Development and Environment, Holanda.

Kreuger, J (1998) Pesticides in stream water within an a agricultural catchment in southern Sweden, 1990-1996. *Sci. Total Environ*, 216:227-278.

Lal, R (1991) Methods and guidelines for assessing sustainable use of soil and water resources in the tropics. Columbus. The Ohio State University. (SMSS Technical Monograph, 21p).

Lani, J.L (2008). Atlas de Ecosistemas do Espírito Santo. Vitória, Espírito Santo: SEMA: Viçosa: Universidad Federal de Viçosa. 504 p.

Leach, G (1981) *Energía y producción de alimentos*. Serie Estudios del Servicio de Publicaciones Agrarias, Secretaría General Técnica del Ministerio de Agricultura y Pesca.

LEI FEDERAL nº.771/65 (2008) Documento disponible en: <http://www.achetudoeregiao.com.br/ANIMAIS/leis.htm> (consultado en diciembre de 2008).

LEI Nº 11.326, de 24 de Julho de 2006 (2006) Estabelece sobre as diretrizes para formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Documento disponible en: <[www.mda.gov.br/saf](http://www.mda.gov.br/saf)>. (Consultado em sep. de 2008).

Lélé, S.M (1991) Sustainable Development: A Critical Review. *World Development*, 19 (6): 607-621.

Lewandowski, I., Haerdlein, M., Kaltschmitt, M (1999) Sustainable crop production: definition and methodological approach for assessing and implementing sustainability. *Crop Science*, 39(1):184–93.

Li, F. Gao, C., Zhao, H., LI, X (2002) Soil conservation effectiveness and energy efficiency of alternative rotations and continuous wheat cropping in the Loess Plateau of northwest China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 91:101-111.

Lerch, R.N., and P.E. Blanchard (2003) Watershed vulnerability to herbicide transport in northern Missouri and southern Iowa streams. *Environ. Sci. Technol.* 37:5518–5527.

Lima, P.C., Moura, W.M., Lima, W.A.A., Hizumi, S., Matos, E.S., Penna, B.A.S., Pertel, J (2005) Avaliação de leguminosas utilizadas na adubação verde de cafezais orgânicos na zona da Mata de Minas Gerais. In: *Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*, 4., 2005, Londrina. Anais. Brasília, DF: Embrapa Café. CD-ROM.

Lopez-Ridaura, S., Masera, O., Astier, M (2002) *Evaluando la sostenibilidad de los sistemas agrícolas integrados: El marco MESMIS*. Boletín de IIEIA, pp. 25-27.



Lyngbaek, A.E., R.G., Muschler y F.L. Sinclair (2001) Productivity and profitability of multistrata organic versus conventional coffee farms in Costa Rica. *Agroforestry Systems* 53: 205-213.

Macedônio, A.C.; Picchioni, S.A (1985) Metodologia para o cálculo do consumo de energia fóssil no processo de produção agropecuária. *Secretaria da Agricultura*, Departamento de Economia Rural, Curitiba. 99p.

Magdoff, F (1994) Calidad y manejo del suelo. En: *Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable*, M. Altieri (Ed). Editorial Nordan-comunidad Capítulo 16:291-304.

Malavolta, E., Graner, E.A., Sarruge, J.R., Gomes, L (1963) Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. XI. Extração de macro e micronutrientes na colheita pelas variedades "Bourbon Amarelo, Caturra Amarelo e Mundo Novo". *Turrialba*, São José, 13(3):188–189.

Malta, M.R., R.G.F.A. Pereira, S.J.R. De Chagas y Guimarães, R.J (2007) Produtividade de lavouras cafeeiras (*Coffea arabica* L.) em conversão para o sistema orgânico de produção. *Coffee science, Lavras*, 2(2):183-191.

Martins, S.R (2002) O desafio da sustentabilidade: um debate sócio-ambiental no Brasil. In: 42º. Congresso Brasileiro de Oceanografia. Energia, água e sustentabilidade. Brasil.

Martins, L.D., Toledo, J.V. , Brinate, S.V.B., Nogueira, N.O., Klippel, V.H., Costa, F.P. , Hollanda, M.P (2009) Zoneamento agroclimático para cultura do café arábica no estado do Espírito Santo. In: *XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 2009, São José dos Campos*.

Masera, O., Astier, M., López-Ridaura, M (2000) *El marco de evaluación del MESMIS. En: Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México Rural*. Masera, O y López-Ridaura Editores. 346p.

Masera, O., Astier, M., López-Ridaura, M (1999) *Sostenibilidad y manejo de recursos naturales: El marco de evaluación MESMIS*. Mundi-Prensa. México- 109p.

Matiello, J.B.; Santinato, R.; Miguel, A.E.; Paulino, A.J.; Paulini, A.E.; Stevanato, S. G.; Bragança, J.B.; Barros, U.V.; Amaral, A.S.; Russo, A.F (1994) *A moderna cafeicultura de montanha*. Rio de Janeiro: MAARA/PROCAFÉ, 22 p.

Matiello, J.B (1991) O café: do cultivo ao consumo. São Paulo: Globo. 320p.

Matos, A.G (1998) Lumiar mercado - Ministério Extraordinário de Política Fundiaria/Inkra.

MATOS, A.T (2008) Tratamento de resíduos na pós-colheita do café. In: Flávio Meira Borém. (Org.). Pós-Colheita do Café. 1 ed. Lavras-MG: Editora UFLA, pp. 159-201.

Max-Neef, M (1991) Development and human needs. En: *Real-life economics*. Ekins, P. & Max-Neef, M. Londres. Reino Unido: Routledge, pp. 197-214.

Medina, H.P.F., Bordignon, R (2003) Rendimiento intrínscico: criterio adicional para seleccionar cafeeiros rentáveis. *O Agrônômico*. Campinas, 55 (2):24-26.

Mello, N.T.C.; Arruda, S.T.; Chabaribery, D.; Camargo, J.R.V.; Ribeiro Junior, D (1988) *Proposta de nova metodologia de custo de produção do Instituto de Economia Agrícola*. São Paulo: Secretaria AA, Instituto de Economia Agrícola. (Relatório de pesquisa, 14/88). 13p.

Mitchell, G., A.D. May and A.T. McDonald (1995) Picabue: A methodological framework for the development of indicators of sustainable development. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 2, 2:104-123.

Miyoshi, Y., Masera, O., Lopéz-Ridaura (2008) En: Astier, M., Masera, O y Y, Galván-Miyoshi (coord) Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional, pp 41-55.

Mora-Delgado, J., Ramírez, C., y Quirós, O (2006) Análisis beneficio-costo y cuantificación de la energía invertida en sistemas de caficultura campesina en Puriscal. San José, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 30(2): 71-82

Morse, S., and E.D.G. Fraser (2005) Making 'dirty' nations look clean? The nation state and the problem of selecting and weighting indices as tools for measuring progress towards sustainability. *Geoforum* 36:625-640.

Moura, W.M., Lima, P.C., Souza, H.N., Cardoso, I.M., Mendonça, E.S., Pertes, J (2005) Pesquisa em sistemas agroecológicos e orgânicos da cafeicultura familiar na Zona da Mata mineira. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte: Epamig, 26(229):46-75.

Naredo, J.M., Campos, P (1980) La energía en los sistemas agrarios. En: *Agricultura y Sociedad*, 15:257- 291.

Neves, M.C.P (2005) Boas práticas agrícolas e a produção orgânica de frutas, legumes e verduras. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 200). 23 p.

Neto, A.J.S., Siqueira, M.E.P.B (2005) Análises de praguicidas organofosforados em água por extração em fase sólida (SPE) utilizando disco C18 e cromatografia em fase gasosa; avaliação da contaminação do reservatório de Furnas (MG-Brasil). *Química Nova*, 28:747 -750.

Nicholls, C (2001) Manipulando la biodiversidad vegetal para incrementar el control biológico de insectos plaga en agrosistemas. En: *Agroecología y Desarrollo*. Aproximación a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de agrosistemas mediterráneos. (Coord): J Labrador Moreno y M Altieri. Ediciones Mundi-Prensa. Cap. 10: 235 - 246.

Norgaard, R., T. SIKOR (1999) Metodología y prácticas de la agroecología. En: *Agroecología*. Bases científicas para una agricultura sustentable. M. Altieri (ed). Edit. Nordan-Comunidad. Montevideo. Cap. 2:31-46.

OECD - Organisation for Economic Co-Operation and Development (1993) *OECD core set of indicators for environmental performance reviews*. Paris: OECD Environmental Directorate Monographs 83p.

Oliveira, M.A., Angelis de T (2007) Cadeia produtiva do Café Orgânico. DESER/Ministério do Desenvolvimento Agrário. Documento disponível em: <http://www.deser.org.br/> Estudos Exploratórios (consultado em sep. de 2010).

Organização Internacional do Café – OIC (2004) Impacto dos preços baixos sobre os indicadores de sustentabilidade da economia cafeeira. Londres.14 p

Patty, L., Real, B., Grill, J.J (1997) The use of grassed buffer strips to remove pesticides, nitrates and soluble phosphorus compounds from runoff water. *Pesticide Science*, 49:243-251.

Peixoto, R.T. G (2005) Cenários, posições e ações brasileiras na pesquisa federal em agricultura orgânica. In: Araújo, J.B. S. e Fonseca, M. F. A. C. *Agroecologia e Agricultura Orgânica: cenários, atores, limites e desafios. Uma contribuição do CONSEPA*. Vitória, Espírito Santo, pp.189-217.

Pérez-Grovas Garza, V (2000) Evaluación de la sustentabilidad del sistema de manejo de café orgánico en la unión de ejidos Majomut, región de los altos de Chiapas. En: *Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural*. Omar Masera y Santiago López-Ridaura (Eds). Ediciones Mundi-Prensa. Cap. III: 45 – 81.

Pierre, N (2001) El proceso histórico y teórico que conduce a la propuesta del desarrollo sustentable. En: *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*. N Pierre y G. Folarodi (Eds). Montevideo, Uruguay, pp. 27-80.

Pimentel, D. (Ed.) (1980) *Handbook of energy utilization in agriculture*. Florida: CRC Press, 475 p.

Pimentel, D., Dazhong, W., Giampietro, M (1990) Technological changes in energy use in U.S. agricultural production. In: Gliessman SR. (Ed). *Agroecology: Researching the ecological basis for sustainable agriculture*. New York: Springer-Verlag, pp. 305-321.

Pimentel, D (2006) *Impacts of Organic Farming on the Efficiency of Energy Use in Agriculture*". En *Efficiency of Energy Use SSR*, The Organic Center State of Science Review. Disponible en línea: <http://www.organic-center.org/search.php?q=energy>

Pluimers, J. C (1998) Reducing environmental impact of energy use in tomato cultivation in the netherlands: research by systems analysis. *Acta Horticulturae*, 456, pp. 459-465.

Prabhu, R., C. Colfer, and R. Dudley (1999) Guidelines for developing, testing and selecting criteria and indicators for sustainable forest management. Bogor: CIFOR.

Presidência da República (2006). Lei Nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece

as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. R.F. Brasil Casa Civil. 2 p.

Prezotti, L.C (2001) *Sistema para recomendação de corretivos e de fertilizantes para a cultura do café arábica*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. (Tese de Doutorado). 93p.

Prezotti, L.C., Bragança, S.M. Nutrição (1995) In: Costa, E.B., Silva, A.E.S. da, Andrade Neto, A.P.M. de, Daher, F. de A. (coord.). 1995. *Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória, Espírito Santo: SEAG-ES. 163 p.

Prezotti, L.C., Gomes, J.A., Dadalto, G.G., Oliveira, J.A. (Eds) (2007) Manual de recomendações de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo – 5ª aproximação. Vitória, Espírito Santo. SEEA/INCAPER/CEDAGRO. 305 p.

Prezotti, L.C., Fullin, E.A (2007) Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional das plantas. 2007. In: *Manual de recomendações de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo – 5ª aproximação*. Prezotti, L.C.; Gomes, J.A.; Dadalto, G.G.; Oliveira, J.A. (Eds) Vitória, Espírito Santo. SEEA/INCAPER/CEDAGRO, pp. 11-42.

Primavesi, A (1980) Manejo ecológico del suelo. Quinta edición, Ed. El Ateneo 499 p.

Primavesi, A.M (2006) Manejo ecológico do solo: A agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 544 p.

Pypker, T.G., Fredeen, A. L (2002) Ecosystem CO<sub>2</sub> flux over two growing seasons for a sub-boreal clearcut 5 and 6 years after harvest. *Agricultural and forest meteorology*, 114:15-30.

Quiroga, R (2001) Indicadores de Sostenibilidad Ambiental y de Desarrollo Sostenible: Estado del Arte y Perspectivas. Series manuales CEPAL, Naciones Unidas. (Manual producido por el proyecto Evaluación de la Sustentabilidad en América Latina y en el Caribe, PESALC). 13p.

Reichert J.M., Reinert, D.J, Braida, J.A (2003) Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. Santa Maria/RS. *Ciência & Ambiente* 27, julho/dezembro pp.16-48.

Renard, M.C (2010) In the Name of Conservation: CAFÉ Practices and Fair Trade in Mexico. *Journal of Business Ethics*, 92:287–299.

Roselló, J., Domínguez, A. y Gascón, A.V (2000) Comparación del balance energético y de los costos económicos en cítricos y hortalizas valencianas en cultivo ecológico y convencional. Ponencia presentada al *IV Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Córdoba.

Ricci, M. dos S. F.; Araújo, M. do C. F.; Franch, C. M. de C (2002) Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 101 p.

Rice, R.A. y Ward, J.R (1997) El café, la conservación ambiental, y el comercio en el hemisferio occidental. Centro de Aves Migratorias (SMBC) y Consejo para la Defensa de los Recursos Naturales (NRDC). 51p.

Rocha, A.C. da, Prezotti, L.C., Dadalto, G.G (2000) Práticas de conservação do solo em café arábica na região serrana do Espírito Santo. In: *Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2000*, Poços de Caldas-Minas Gerais, 1:1376-1378.

Rocha, H.C., Morandi, A.M (1991) Cafeicultura e grande indústria: a transição no Espírito Santo 1955-1985. Vitória: Fundação Ceciliano Abel de Almeida. 168p.

Rocha, A.C. da, M.J. Fornazier, H., Costa, L.C. Prezotti, R.M.A. Borel, M.A.G., Ferrão y A.P., Moreli (2009) Custo de produção de café 'IAPAR-59' em região de altitude no Estado do Espírito Santo. *Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 35. Anais*. Araxá/Minas Gerais. pp. 277-278.

Sachs, I (1986). Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir. São Paulo: Vértice. 280p.

Saito, M (2004) Sustainable coffee production. In Wintgens, J.N. Coffee: growing, processing, sustainable production. Wiley-UCH, weinheim 384 – 390.

Sales, E.F., Araújo, J. B.S (2004) Desenvolvimento da cafeicultura orgânica consorciada com essências florestais no Estado do Espírito Santo. In: *Encontro da Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção, 6*. Aracaju, Sergipe. Resumos expandidos (CD).

Santos, H.P., Fontaneli, R.S., Ignaczak, J.C., Zoldan, S.M (2000) Conversão e balanço energético de sistemas de produção de grãos com pastagens sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 35(4):743-752.

Sarandon, S.J (2002) El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas, En: *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable*. Sarandon, J. (Ed). Edit. Científicas americanas, Buenos Aires. Cap.20:393-414.

Sarcinelli, O. y Ortega, E (2006) Análise do desempenho econômico e ambiental de diferentes modelos de cafeicultura em São Paulo – Brasil: estudo de caso na região cafeeira da Média Mogiana do Estado de São Paulo. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 5: 13-26.

Sayers, J.K., Hamblin, A., Pushparajah, E (1994) Development of Indicators and Thresholds for the Evaluation of Sustainable Land Management. In: *World Congress of Soil Science*, 15. Acapulco. Mexico: INEGI/CAN, 6:398-409.

Schettino, L.F (2000) Gestão Florestal Sustentável: um diagnóstico no Espírito Santo. Vitória, 182p.

Schneider, S (2003) Teoria social, agricultura familiar e pluriatividade, *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, São Paulo, 18(51):99-121.

Schmidt, H.C.; De Muner, L.H.; Fornazier, M.J (2004) *Cadeia produtiva do café arábica da agricultura familiar no Espírito Santo*. Vitória, Espírito Santo: Incaper. 52p.

Secretaria de Estado da Agricultura-Espírito Santo (1988) Diagnóstico: Estratégias de Ação. Setor Florestal do Espírito Santo. Secretaria de Estado da Agricultura/Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo S.A. Del Rey Serviços de Engenharia Ltda. 138p.

Secretaria de Estado da Agricultura-ES (1993) Programa de revitalização da cafeicultura capixaba. RECAFÉ. Vitória: 134p.

Secretaria da Agricultura do Estado do Espírito Santo (1971) *Levantamento de Reconhecimento de solos do Estado do Espírito Santo*. Escala 1:400000.

Sevilla Guzman, E (1997) *Evolução e perspectivas do desenvolvimento sustentável*. In: Almeida, J.; Navarro, Z. (org.). *Reconstruindo a agricultura: idéias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável*. Porto Alegre: Editora da Universidade – UFRGS, pp 19-32.

Sevilla Guzman, E (2000) *Aspectos teóricos de la agroecología*. In: Casado Guzman, G. I.; Gonzales de Molina, M.; Sevilla Guzman, (Eds). *Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible*. Madrid: Mundi Prensa.

Silva, O.M. da, Leite, C.A (2000) Competitividade e custos do café no Brasil e no exterior. In: Zambolim, L. (Ed.) *Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade*. Viçosa: UFV, pp 27-50.

Smith, L.G (1993) *Impact assessment and sustainable resource management*. Longman Scientific and Technical. Essex. England. pp: 210 p.

Siqueira, H.M. de. y Souza, P.M (2009) Café convencional versus café orgânico: perspectivas de sustentabilidade socioeconômica dos produtores familiares do Espírito Santo. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Porto Alegre: CD-ROMS, *Congresso Brasileiro XLVII*.

Smyth, A.J. and Dumanski, J (1994) FESLM: An international framework for evaluating sustainable land management. *World Soil Resources Report 73*. FAO, Rome. 74 p.

Soler Montiel, M (2007) El contexto sócioeconómico de la agricultura ecológica: La evolución de dos sistemas agroalimentarios. Cópia mimeografiada. Master en Agroecología: Un enfoque sustentable de la agricultura ecológica, Baeza, España. 33 p.

Sosa, L.M., E.P. Escamilla y S.C. Díaz (2004) Organic coffee. In Wintgens, J.N. *Coffee: growing, processing, sustainable production*. Wiley-UCH, Weinheim 339 – 354.

- Souza, J. L (2005) *Agricultura Orgânica: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis, volúmen 2*. Vitória: INCAPER. 257p.
- Souza, J.L (2006) *Balanço energético em cultivos orgânicos de hortaliças*. Viçosa: Universidad Federal de Viçosa. (Tese doutorado). 207p.
- Souza, J.L. de., Casali, V.W.D., Santos, R. H.S., Cecon, P.R (2008) Balanço e análise da sustentabilidade energética na produção orgânica de hortaliças. *Horticultura Brasileira*. Brasília, 26(4):433-440.
- Souza Filho, H.M (1990) *A modernização violenta: principais transformações na agricultura capixaba*. Dissertação (Mestrado em Economia), Instituto de Economia, Universidade de Campinas, Campinas. 201p.
- Souza, Cássio V.; Campos, Alessandro T.; Bueno, Osmar C. and Silva, Enilson B (2009) Análise energética em sistema de produção de suínos com aproveitamento dos dejetos como biofertilizante em pastagem. *Eng. Agríc.* 29(4):547-557.
- Spadotto, C.A (2006) *Avaliação de riscos ambientais de agrotóxicos em condições brasileiras*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 58). 20p.
- Stockle, C.O (1994) Framework for evaluating the sustainability of agricultural production systems. *Amer. J. Altern. Agric.* 9(1/2):45–50.
- Sutton, P.C (2003) An empirical environmental sustainability index derived solely from nighttime satellite imagery and ecosystem service valuation. *Population and Environment*, 24(4): 293-311.
- Taylor, D. C., Abidin, M.Z., Nasir, S. M., Ghazali, M. M., Chiew, E. F. C. 1993. Creating a farmer sustainability. Index: a Malaysian Case Study. *American Journal of Alternative Agriculture*, 8(4): 175-84.
- Teixeira, M.M (1998) Caracterização, Análise e Diagnóstico da Cafeicultura Capixaba. In: Simpósio Estadual do Café. *Anais do III Simpósio Estadual do Café. Palestras, Painéis e Debates*. CETCAF. Vitória, Espírito Santo.
- Ten Brink, B.J.E., Hosper, S.H., Colin, E (1991) A Quantitative Method for Description and Assessment of Ecosystems; The AMOEBA-Approach. *Marine Pollution Bulletin*, 23: 265-270.
- Thomaziello, R.A., Oliveira, E.G., Toledo Filho, J.A. Costa, T.E.; 1999. *A cultura do Café*. Campinas, CATI, 4.a Edição Boletim Técnico 193. 77 p
- Tomaziello, R.A.; Pereira, S.P (2008) Poda e condução do cafeeiro arábica. Campinas: Instituto Agrônômico. (Série Tecnologia APTA, Boletim Técnico, IAC, 2003). 39p.
- Tommasino, H (2006) Sustentabilidad Rural: desacuerdos y controversias. En Humberto Tommasino y Pedro de Hegedüs (Coord.). *Extensión: reflexiones para la*

*intervención en el medio urbano y rural*. Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay. pp. 79-98.

Torquebiau, E (1989) Sustainability indicators in agroforestry: The example of homegardens. En: *Views and issues on agroforestry and sustainability*. ICAAF. Nairobi, Kenia. 14p.

United Nations Division on Sustainable Development (UNSD) (2001) *Indicators of Sustainable Development*. Rio de Janeiro. Documento disponible en: <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isd.htm/> (consultado en junio 2008).

Vale, L.C.C.; Pereira, J.A.A.; Fernandes, M.R.; Morais, E.G (1989) Programa de Desenvolvimento Florestal do Espírito Santo. Governo do Estado do Espírito Santo/ Secretaria de Estado da Agricultura/ Banco de Desenvolvimento, 1, 111p.

Valarini. V., Bataglia. O.C., Fazuoli, L.C (2005) Macronutrientes em folhas e frutos de cultivares de café arábica de porte baixo. *Bragantia*, Campinas, 64(4):661-672.

Vanloon, G.W., Patil, S.G. & Hugar, L.B (2005) *Agricultural Sustainability. Strategies for Assessment*. Sage Publications. New Delhi.

Van Raij, B (2003) Desenvolvimento sustentável: um novo contexto para a cafeicultura. *O Agrônomo*. Campinas, 55 (2):45-46.

Van Der Vossen, H.A.M (2005) A critical analysis of the agronomic and economic sustainability of organic coffee production. *Experimental Agriculture*. Cambridge University Press. 41:449–473.

Vercelli, A (1998) *Sustainable Development and the Freedom of the Future Generations. Sustainability: Dynamics and Uncertainty*. Chichilniski, Graciela, Geoffrey M. Heal & Alessandro Vercelli (Eds). Londres, Kluwer Academia Publishers.

Von Wirén-Lehr, S (2001) Sustainability in agriculture: an evaluation of principal goal-oriented concepts to close the gap between theory and practice. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 84(2):115-129.

Walker B., Carpenter S, Anderies J., Abel N., Cumming G.S., Janssen M., Lebel L., Norberg J., Peterson G.D. & Pritchard R (2002) Resilience Management in Social – ecological Systems: a Working Hypothesis for a Participatory Approach. En *Conservation Ecology*. 6 (1): 1 – 20.

Waltner-Toews, D., and J. Kay (2005) The Evolution of an Ecosystem Approach: the Diamond Schematic and an Adaptive Methodology for Ecosystem Sustainability and Health. *Ecology and Society* 10 (1): 38. Documento disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art38/> (consultado en feb de 2011).

WCED Our common Future (1987) Oxford: Oxford University Press.



Winograd, M (1995) Indicadores Ambientales para Latinoamérica y el Caribe: Hacia la Sustentabilidad en el uso de tierras. San José, Costa Rica: Proyecto IICA/GTZ-OEA-WRI, IICA. 146 p.

Zambolim, L. (Ed) (2006) *Boas práticas agrícolas na produção de café*. Viçosa: Universidad Federal de Viçosa. 234p.

Zambolim, L. (Ed) (2007) *Rastreabilidade para a cadeia produtiva do café*. Viçosa: Universidad Federal de Viçosa. 442p.

Zieseimer, J. (2007) Energy Use in Organic Food Systems. En Natural Resources Management and Environment Department Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO. Documento disponible en línea: <http://www.fao.org/docs/eims/upload/233069/energy-use-0a.pdf> (consultado en sep. de 2010).

Zuñiga, C.P (2000) *Tipologías cafetaleras y desarrollo de enfermedades en los cafetales de la Reserva Natural*. Mirafior-Moropotente, Estela, Nicaragua. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica. CATIE, 68 p.

## **10- ANEXOS**

**ANEXO 10.1- Diagnóstico Socioeconómico ambiental para caracterización del agroecosistema café y tecnologías de manejo en la Agricultura Familiar del Estado de Espírito Santo – Brasil** (procedimiento de entrevista y encuesta a ser realizada con caficultores familiares en el área de investigación)

Nombre del entrevistado:.....fecha:../.../.....

**1- Caracterización del caficultor/propietario**

Nombre del caficultor:.....edad.....años  
 Escolaridad:.....(sin escolaridad; primario incompleto; primario completo; gimnasio completo<sup>19</sup>; gimnasio incompleto; 2º grado incompleto; 2º grado completo; superior incompleto; superior completo).

Sexo: ( ) masculino, ( ) femenino. Lugar de nacimiento..... ¿Agricultor a tiempo completo? ( ) si ( ) no. ¿Qué porcentaje de la renta viene de la propiedad?.....

**2- Caracterización del establecimiento y del caficultor:**

Nombre de la propiedad y localización:.....  
 Contacto (tel.):.....Superficie de la propiedad:.....ha. Superficie con cultivo de café:.....ha. Área dada a aparcería de café:.....ha.

Características edáficas y climáticas de las propiedades.

Coordenadas UTM	Altitudes (m)	Precipitación (mm.)	ETP (mm.)	Tipo de suelo y Textura

**3- Infra-estructura del establecimiento**

Tiene energía eléctrica ( ) si ( ) no. ( ) Trifásica ( ) monofásica  
 La casa es de: ( ) Ladrillo ( ) madera ( ) otro:.....Área construida:.....m<sup>2</sup>. Techo de la casa es de: ( ) losa de cemento ( ) teja de barro ( ) lámina ( )

Fuente de captación del agua para consumo:  
 ¿Cuales las condiciones de las fuentes de captación? ( ) degradada ( ) desprotegida ( ) buenas condiciones

Uso de las áreas dentro de la propiedad: Área total:.....ha.

Cultivos	Área (ha)	Cultivos	Área (ha)	bosques, reservas, y área no aprovechable	Área (ha)
Café		Frutales		Bosques	
Pastos		Huerto doméstico		Capoeiras <sup>20</sup>	
Eucalipto				Área no aprovechable	
Maíz				Caminos	
Frejoles				Infraestructura	
Sub-total		Sub-total		Sub-total	

Edad, manejo y producción de café.

Especificación	Pendiente Media <sup>1</sup>	Variedad	Área (ha)	Distancia entre plantas	Producción <sup>2</sup> (última cosecha)
En formación (< 2 años)					
En producción (2- 5 años)					
Producción (6-10 años)					
En producción (11 a 15 años)					
En producción (> de 15 años)					

1-pendiente: A = Alta (> 30%), M = media (10-30%), baja (<10%); 2-producción en sacos beneficiadas de 60 Kg.

<sup>19</sup> Gimnasio es el equivalente a secundaria, segundo grado equivale al bachillerato.

<sup>20</sup> Área de bosque que fue degradada y que se regenera naturalmente.

Máquinas y equipos (propio o alquilado) para el manejo del cultivo de café (tractor, cultivadores, mochilas manuales o mochilas motorizadas, desbrozadora, secadores, máquina de pilar<sup>21</sup>, remolque, Motosierras, etc), yunta de bueyes para tracción animal.

Máquinas/equipamientos	Propio (S/N)	Potencia *	Edad	Precio de compra	Costes de Alquiler

\*potencia (cv) en tractores e micro tractores y motores, capacidad (tanque, pulverizador), tipo de combustible

#### 4- Sistema de producción:

El sistema: 1- ( ) convencional 2- ( ) orgánico 3- ( ) em transição agroecológica 4- ( ) Uso de BPA 5- ( ) Fair Trade. Certificado ( ) si ( ) no

Producción media anual.

Cosecha	2006	2007	2008	2009
Sacos de 60 kg				

#### 5- Biodiversidad y conservación ambiental

Diversidad genética:

( ) Una sola variedad ( ) dos variedades ( ) tres variedades ( ) más de tres variedades de café

¿Cuáles son las variedades cultivadas?.....

Yervas espontáneas dominantes en las parcelas.....

Fauna benéfica observada en el cultivo:.....

Biodiversidad natural circundante: ( ) Rodeado por otros cultivos, campos baldíos, sin vegetación natural ( ) Rodeado por lo menos en un lado por vegetación natural ( ) Rodeado por lo menos en 50 % de sus bordes por vegetación natural, existencia de corredores ecológicos, refugios al lado de los caminos, favoreciendo plantas con flores.

Cultivos asociados, vegetación útil y su función (asociación, cultivo intercalar, sombra, o árbol).

Tipo de especie y cultivo	Nº de plantas o área	Ubicación (en los caminos, alrededor o dentro de la parcela, etc.)	Producción anual	Función

Distancia en metros del arroyo o manantiales..... metros

¿Hizo renovación del cultivo en los últimos dos años? ( ) Si ( ) No. Área..... ha. Nombre de la variedad de café plantada.....

#### Uso de prácticas conservacionistas:

( ) Plantío en nivel ( ) sustitución de limpia por azadón por desbroza manual ( ) vegetación en los caminos internos ( ) franja de retención ( ) limpia alternada ( ) ¿otras?.....

¿Hace la limpia con azadón bajo el árbol antes de la recolección? ( ) Si ( ) No

Técnicas Mecánicas: ¿Tiene caja de captación del agua de lluvia? ( ) Si ( ) No

Manejos con pastoreo: ¿Maneja alguno tipo de ganado para pastorear el área de café?

( ) Si, ( ) ganado propio ( ) de terceros; se alquilan los pastos, especificar el precio del alquiler.....Especie animal.....período de pastoreo.....

nº de animales.....área pastoreada.....ha.

<sup>21</sup> Máquina que se utiliza para quitar la pulpa cuando es secado el fruto con todo y pulpa.

**6- Manejo y conservación del suelo y de la cobertura vegetal (Regulación del crecimiento de la cobertura vegetal).**

Operación	Época del año	Maquina (tipo)	Tiempo/ de uso de la máquina	Maquinaria		Día de servicio (d/h)
				Tiempo/ operador	Trabajo manual	
1-limpia manual						
2-deshierbe manual						
3-deshierbe/ desbrozadora						
4-deshierbe mecánico						
5-Aplicación de herbicidas						

Describir el sistema de manejo indicando como hace la combinación del manejo de las operaciones en el control de las hierbas, se usa herbicida específico o total:.....  
 .....

¿Maneja leguminosas u otras especies como abono verde y/o cobertura vegetal? ( ) si, ( ) no

Especies manejadas	% del área con leguminosas	Cantidad Sembrada al año	Precio de la semilla	Mano de obra (d/h)

Describir el sistema de manejo del abonado verde:.....  
 .....

**Aporte de materia orgánica al solo**

Ciclado de la biomasa de cobertura:

- ( ) Reutiliza entre 81 -100% ( ) reutiliza entre 61-80% ( ) reutiliza entre 41-60%  
 ( ) Reutiliza entre 21-40% ( ) reutiliza menos de 20%

Condiciones finales de la biomasa de la cobertura: ( ) Se entierra superficialmente ( ) Se deja en la superficie ( ) se entierra profundamente ( ) se quema

Frecuencia del aporte de la biomasa de la cobertura del suelo: ( ) Se corta 4 o más veces al año, al menos durante tres estaciones del año ( ) Se corta 3 veces pelo menos al año, por lo menos durante dos estaciones al año ( ) se corta 2 veces al año ( ) se corta 1 vez al año ( ) no se corta

Ciclado de la biomasa do café (material de poda): ( ) Retorna entre 81 -100% ( ) retorna entre 61-80% ( ) retorna entre 41-60% ( ) Retorna entre 21-40% ( ) retorna menos de 20%

Manejo da biomasa del café (residuo de la poda): ( ) Deja el residuo distribuido en la altura de la copa de la planta del café en dirección al medio de la fila ( ) Entre las líneas de café ( ) Solamente en la fila de café ( ) esparcido de forma aleatoria

Ciclado de la biomasa do café (cáscara del café después del beneficiado): ( ) Reutiliza entre 81 -100% ( ) reutiliza entre 61-80% ( ) reutiliza entre 41-60% ( ) Reutiliza entre 21-40% ( ) reutiliza menos de 20%

Manejo de la biomasa del café: ( ) Retorna más de 80% en la forma de composta orgánica enterrado superficialmente ( ) retorna más de 70% de la cáscara descompuesta enterrada superficialmente ( ) retorna más de 50% del material en el área de cultivo ( ) retorno de menos de 50% del material ( ) no hay retorno de la cáscara de café

Erosión: ( ) Erosión severa, se nota arrastre de suelo y presencia de cárcavas y canalillos. El suelo presenta poca cobertura vegetal ( ) Erosión severa, se nota arrastre de suelo y presencia de cárcavas y canalillos. El suelo presenta poca cobertura vegetal ( ) Erosión evidente, más baja (el suelo presenta media cobertura vegetal) ( ) No hay mayores señales de erosión (el suelo presenta buena cobertura vegetal)

Fertilización y corrección de suelos.

Insumos <sup>1</sup>	Época del año	Dosis kg/ha	Cantidad aplicada Kg.	Máquina (tipo)	Tiempo operador	Trabajo manual (d/h)

1 Considerar todos los abonos y fertilizantes aplicados en el cultivo, como los abonos orgánicos (cáscara de café, estiércol, compost), químicos (simples o formulados), macro y micronutrientes, foliares y calcáreo<sup>22</sup>.

Describir el sistema de manejo de los fertilizantes orgánicos y químicos.....  
 .....  
 .....

Disponibilidad de los materiales usados para la compostaje en el cultivo de café.

Tipo de material orgánico	Volumen o peso	Precio	Costo de transporte	Kilometraje y vehículo

Manejo del Compost

Mano de obra para voltear el compost (d/h)	frecuencia	Tiempo/coste	Mano de obra para regado (d/h)	frecuencia	Tiempo o coste

¿Realiza compostaje casero para las fertilizaciones? Modo de preparación y empleo (Mano de obra y costos, describiendo el proceso.....  
 .....  
 .....

Composición química media (porcentual) estimada del compost utilizado en el cultivo del café.

N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	B	Cu	Mn	Fe	Mo

No tiene ningún tipo de información ( )

**7- Manejos fitosanitario de los cultivos**

Principales "plagas" presentes en los últimos dos años y nivel de daño. Marcar con (X)

Plagas	SP			CP			DS			% pérdida		
	SP	CP	DS	SP	CP	DS	SP	CP	DS	SP	CP	DS
Broca del fruto												
Ácaro												
Cochinilla												
Nematodos												
Minador												
Cigarra												
Barrenador de la raíz												
Otra: ¿cúal?												

SP= sin problema; CP= con problema; DS= daños severos (estimar el % de daño cuando sea severo)

Sistema de control de plagas y enfermedades. Marcar con (X)

Nombre de la Plaga y/o enfermedad	Control sistemático	Pocas veces	No hace control	Método de control <sup>1</sup>

1 Control cultural, biológico, químico, físico, u otro  
 Cuando lo hace. ¿Cómo es el sistema de manejo y control (de la broca y de la roya)? .....  
 .....

<sup>22</sup> Material que se utiliza para corregir la acidez

Plaguicidas utilizados para el manejo de las hierbas, plagas y enfermedades en el café:

Pesticidas utilizados	Época do año	Dosis Aplicada Kg/ha	Nº de Aplicación	Cant. (kg)	Máquina (tipo)	(d/h)

### 8- Prácticas culturales

Operación que comprende la poda y desbrote.

Especificación	un	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Poda	d/h			
Desbrota	d/h			
Transporte/residuos	d/h			

Describir sistema de poda y manejo de los residuos.....  
 .....

### 9- Datos sobre la Cosecha y mano de obra

Procedencia de la Mano de obra contratada para la cosecha del café en porcentaje:

( ) De la propia comunidad ( ) Comunidades vecinas ( ) Del municipio ( ) Otros municipios ( )  
 Otros estados

Describir la forma y el valor de pago de la mano de obra: si por sacos maduros cosechados, cambio de servicios entre vecinos o salario. Si hay diferencia en el valor del pago por mano de obra femenina.

1- Qué cantidad de personas (trabajadores temporales) trabajaron en la cosecha por producción.....  
 .....

2- Mano de obra familiar: .....  
 .....

Tipo de mano de obra utilizada, costos de producción y participación de la mujer en la cosecha.

Mano de obra y forma de pago de la cosecha	Un.	Cant. Total	Valor Unitario	Valor total	Mano de Obra (%)*	% Mujer
Trabajadores temporales/ producción <sup>1</sup>	Saco					
Trabajadores temporales	d/h					
Trabajadores permanentes (salario)	Nº					
Mano de obra familiar del propietario <sup>2</sup>	d/h					
Familia del aparcerero	d/h					
De los vecinos (intercambio)	d/h					

\* Mano de obra sin reglamentación

Sistema de cosecha: 1- ( ) En el paño 2- ( ) En la canasto 3- ( ) En el suelo 4- ( ) mecánica

Porcentaje de café maduro en el inicio de la cosecha: ( ) <=30% 2- ( ) 40% 3- ( ) 50% 4- ( ) 60%  
 5- ( ) 70% 6- ( ) >=80%

Número de cosechas: 1- ( ) única 2- ( ) dos cosechas selectivas 3- ( ) tres cosechas

Tiempo transcurrido de la cosecha y transporte al área de secado del café

1- ( ) mismo día 2- ( ) día siguiente 3- ( ) tercer día 4- ( ) cuatro días o mas

Estimación por porcentaje mensual de la cosecha.

Mes	%	Mes	%	Mes	%	mes	%	Mes	%	Mes	%
En		Mar		May		Jul		sep		Nov	
Feb		abr		jun		ago		out		Die	

### 10- Secado, beneficio y almacenamiento del café

Tipos de Secado: 1- ( ) plantilla al aire (secadero con paseras) 2- ( ) secador 3- ( ) los dos 4- ( ) no hace

Área de secado del café.

Tipos	Área (m <sup>2</sup> )	Tiempo de seca (días)	% de la producción
Suelo compacto			
Ladrillo			
Concreto			
Capa asfáltica			
Plantilla al aire con camas de tela de alambre			
Estufa			

Secadores.

Tipo	nº de secadores <sup>1</sup>	fuego directo	fuego indirecto	Tiempo de secado (horas)	% da producción	Temperatura media en la masa del café
propio						
terceros						

<sup>1</sup> señalar solamente para nº de secadores propios.

Costos con el secado del café, beneficiado y almacenamiento.

Especificación	Ud	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Secado en plantilla	d/h			
Transporte interno	d/h			
Secador: transporte, secado y beneficiado	Sacas			
Transp./beneficiamiento do café secado en plantilla	Sacas			
Poner en saco y pesado	d/h			
Almacenamiento	d/h			

Beneficiado del café (Tipo de equipamiento).

	Equipamiento propio	Maquinista ambulante	Equipo de la asociación	De la cooperativa	De terceros (Equipo fijos)
% de uso					

Almacenamiento

1- ( ) En la propiedad 2- ( ) En la asociación 3- ( ) En la cooperativa 4- ( ) Almacén particular

5- ( ) otro. ¿Cual?.....

1- ( ) Albañilería 2- ( ) Albañilería forrada con piso de madera 3- ( ) madera

4- ( ) metálica 5- ( ) barro 6- ( ) otro 7- ( ) no tiene.

¿Almacena café junto con otros insumos agrícolas? (abono, insecticidas) Si ( ) 2- No ( )

**11- Calidad del café**

¿Clasifica su café? 1- ( ) si 2- ( ) no 3- ( ) en parte

Defectos y cata predominante.

Sistema	Principales defectos (citar dos)	Tipo predominante	Bebida predominante

Defectos: brocado, ardido, preto, mofado, preto/verde, quebrado, exceso de humedad, verde e impurezas. Bebida: mole, dura, riada, rio, rio zona. Tipo predominante: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 7/8, 8

**12- Comercializaciones del café y diversificación de Mercado**

Época y porcentaje mensual de comercialización de la producción.....

Producto comercializado.

Tipo de café	Cantidad	Porcentual vendido (%)	Precio por unidad
Café maduro (cereza)			
Café secado			
Café beneficiado			
Café en pergamino – CD			



Clasificación del comerciante y diversificación del mercado.

Clasificación de los comerciantes *	Nombre de los comerciantes o firmas/entidades	café vendido <sup>1</sup>	
		Cantidad	%

1 Estimado en café beneficiado

\*Clasificación de los comerciantes de café: Intermediario local: se refiere al comprador en la comunidad; intermediario regional: comprador tradicional en el municipio, pudiendo involucrar a más de un municipio; asociaciones; cooperativas; agroindustria artesanal; corredores; exportadores; industria.

¿Tiene aparceros en la propiedad? 1- ( ) si 2 ( ) no. ¿En caso de que sea sí, compra la producción de ellos? 1- ( ) si 2- ( ) no

Compra o producto: 1- ( ) café maduro 2- ( ) en coco 1- ( ) o beneficiado

Precio medio pago en la última cosecha:.....

**13- Certificaciones de la producción y nivel de satisfacción con el proceso**

¿El sistema es certificado? ( ) si, ( ) no. ¿Si no certifica, está en transición? ( ) si, ( ) no.

¿Cuántos años tiene de experiencia?..... ¿Comercializa café certificado? ( ) si ( ) no.

¿Si comercializa, cual es la certificadora?.....Costo de certificación..... ¿Si el sistema está en fase de transición, cual a forma de comercialización?.....

Si la comercialización del café es para mercado diferenciado, describir las formas de comercialización. Si es para el mercado justo, mercado local, mercado institucional u otra forma.....

**14- Organización Social y nivel de participación**

¿La venta del café es realizada de forma individual? ( ) si ( ) no. Colectivamente ( ) si ( ) no. Si es de forma colectiva es realizada a través de: ( ) grupo de ventas ( ) asociaciones ( ) cooperativa ( )

Organización social	Nombre de la Organización social en la que está afiliado	Filiación	FR (%)
Cooperativa			
Asociación			
Sindicato			
Ninguna			

FR: frecuencia en las reuniones ordinarias y extraordinarias de la organización social en la que está afiliado

Por qué está afiliado a esta(s) entidades y citar los principales servicios prestados por las organizaciones.....

**Proceso de aprendizaje y capacitación para la realización de las prácticas:**

( ) Aprendizaje con miembros de la familia, en la comunidad y por experimentación propia

( ) Escuelas de alternancia ( ) Oferta de cursos de ATER ( ) Cursos formales agropecuarios

( ) Empresas que venden insumos

**15- Asistencia técnica y extensión rural – ATER**

¿Recibe asistencia técnica? ( ) si ( ) no. ¿Recurre a la asistencia técnica para que finalidad?

Órganos de ATER, frecuencia y técnica de comunicación utilizada.

Frecuencia de ATER al año	Órgano de ATER						Comunicación		
	Cooperativa	Incaper	Ayuntamiento	Ong	Empresa de insumo	otra	I	G	M
Una vez									
Dos veces									
Tres veces									
Cuatro veces									
Más veces									

Comunicación I=individual (Visitas=V); G= Grupal (Red de Referencia=RR, Diagnóstico Rápido Participativo=DRP, Reuniones=R, Demostraciones de Método=DM), cursos, etc.; M= Masiva (Día de Campo=DC, Encuentro=E, etc).

¿Qué haría falta para mejorar la ATER pública?.....  
 .....

### 16- Crédito rural y financiamientos

#### Grado de dependencia de recursos económicos externos:

¿El cultivo de café viene siendo realizado con recursos propios? ( ) si ( ) no. ¿En los últimos 2 años tuvo acceso a financiamiento? ( ) si ( ) no.

Valor de los empréstitos anuales agrícolas para la caficultura en los últimos dos años.

Crédito Rural/Banco	Empréstitos Valor (R\$)	Actividad	Línea de crédito	Fecha de contratación	Fecha de liquidación

Valor de las inversiones agrícolas para caficultura en los últimos dos años.

Crédito Rural/Banco	Inversión (R\$)	Actividad	Línea de crédito	Fecha de contratación	Fecha de liquidación

¿Como evalúa el papel del Estado en relación a las políticas implantadas para la agricultura familiar y de apoyo a caficultura mas ecológica, desde el proceso de transición agroecológica?

( ) Óptimo ( ) bueno ( ) regular/aceptable ( ) malo ( ) pésimo ( )

¿Por que?.....

### 17- Diversidad económica e ingreso por otras actividades agropecuarias:

Otras actividades en la propiedad (que no café), producción y comercialización anual.

Actividades <sup>1</sup>	Área cultivada (ha)	Cantidad Producida	Valor unitario	Valor total R\$

<sup>1</sup> incluir todas actividades de la propiedad de mayor interés económico.

### 18- Auto-suficiencia alimentaria de las familias de los agricultores

Principales actividades para consumo propio cultivado en la propiedad.

Culturas <sup>1</sup>	Área cultivada		Cantidad producida (kg)
	ha	m <sup>2</sup>	

<sup>1</sup> incluir las actividades de subsistencia como culturas alimentares

#### Actividad Pecuaria:

Destinación de la producción (comercio y auto-consumo), área ocupada y producción media anual.

Tipo	Nº de cabeza o cantidad producida	Superficie ocupada (ha)	cantidad para comercio	cantidad Auto-consumo	Valor bruto de la producción
Bovino					
Porcino					
Aves					
Huevos					
Leche					
Queso					

¿De los alimentos consumidos por la familia, cuales son producidos en el establecimiento y cuales son comprados?

Producidos en el establecimiento:.....

Comprados en el mercado:.....

¿La producción del establecimiento es responsable por porcentaje de la alimentación de la familia?.....

Cuanto las explotaciones:

¿Utiliza forraje para alimentar el ganado? ( ) si ( ) no ¿Utiliza pienso para alimentar el ganado? ( ) Si ( ) no ¿Cual es el sistema de manejo de los bovinos? ( ) intensivo ( ) semi-extensivo ( ) extensivo. ¿Cuál es la producción media de leche por día y cómo es vendida la producción?..... Excluyendo los bovinos, decir la procedencia de la mayor parte de la alimentación de los otros animales (cerdos y gallinas)..... Utiliza el estiércol de los animales para compostaje? Si ( ) no ( ). ¿Para abono orgánico? ( ) si ( ) no. Describir sucintamente la integración de las diferentes explotaciones ganaderas en la propiedad con la práctica de la agricultura.....

### 19- Composición familiar y relación de trabajo

Importancia del trabajo familiar para la propiedad

Utiliza Mano de obra familiar: ( ) si ( ) no

Responder: ( ) N° personas que residen en la finca ( ) N° de familias que residen en la finca ( ) N° de hijos ( ) N° (hijos que viven con la familia) ( ) N° aparceros con vínculo familiar ( ) N° aparceros sin vínculo familiar

Integración familiar en el proceso:

( ) Todos participan ( ) padres, algunos de los hijos y otro integrante ( ) padre y/o madre y alguno de los hijos y/o otro integrante ( ) solamente un integrante ( ) no hay.

Trabajador permanente: N° de trabajadores contratados:.....Número de trabajadores que poseen contrato legal (con situación laboral en orden):.....

Trabajador temporal: N° de trabajadores contratados.....Número de trabajadores que poseen contrato legalizado (con situación laboral en orden):.....

Mano de obra familiar fuera del establecimiento

¿Porque trabajas fuera del establecimiento?..... Intercambia días de servicios con familiares, propietarios vecinos. ( ) Si ( ) no. ¿Con qué frecuencia recurre a esta práctica y en qué actividad?..... ¿Aprox imadamente lo realiza cuantos días de servicios al año?.....

### 20- Nivel de satisfacción con el sistema de producción desarrollado en la propiedad:

( ) Mucho satisfecho ( ) satisfecho ( ) poco satisfecho/ aceptable ( ) insatisfecho ( ) mucho insatisfecho.

Si continuara la situación en estas condiciones estará sujeto a:

( ) Ampliar el área cultivada ( ) mantener el área cultivada ( ) reducir el área cultivada ( ) mantener el área cultivada, saliendo del sistema orgánico ( ) reducir el área y salir del sistema.

Planeación de la actividad y registros de producción:

( ) Planeamiento y diagnóstico de la propiedad, cronograma de las actividades, registro de compra y ventas, costes de producción y diagrama de sustentabilidad ( ) diagnóstico de la propiedad, cronograma de las actividades, registro de compra y ventas ( ) diagnóstico da propiedad, registro de compra y ventas ( ) registro de compra y ventas ( ) suelo registro de ventas.

Lugar:..... Fecha:..... Entrevistador:.....

## ANEXO 10.2- DATOS BÁSICOS PARA EL CÁLCULO ECONÓMICO

Tabla 10.2.1- Datos de la maquinaria.

Maquinaria y equipamiento	Vida útil (H)	Vida útil (N)	Peso (kg)	Factor rm	Potencia (Kw)	Valor de adquisición (R\$)
Motores a diesel y gasolina	(H)	(N)	kg	100	Kw	(R\$)
Tractor: 2 RM, 32,2 kw	12000	12	2200	100	32,3	30.000,00
Tractor: 4*4, 55,1 kw	15000	15	3300	100	55,1	60.000,00
micro tractor 10,3 kw	10000	10	150	100	10,3	15.000,00
Micro tractor 13,2 kw	10000	10	250	100	13,2	16.000,00
Benef. ambulante (2.100 Kg./h)	15000	15	5000	100	70,6	20.000,00
Desbrozadora manual	2000	6	7,7	100	1,5	2.000,00
Motores eléctricos						
Trituradora de forraje 5,5 kw	3000	6	118	100	5,5	3.000,00
Despulpadora manual (640 l/h)	8000	8	150	100	0,7	5.000,00
Despulpadora (960 l/h)	8000	8	200	100	0,7	5.600,00
Lavador/separador (8000 l/h)	10000	10	790	100	1,5	11.500,00
lavador/separador (1800 l/h)	10000	10	360	100	0,7	3.000,00
Despulpadora/separadora, robot 1,5 CV, (2.000 l/h)	6000	8	160	100	1,5	4.000,00
Despulpadora/separadora, robot 3,0 CV, (4.000 l/h)	6000	8	200	100	2,2	5.500,00
Despulpadora/separadora, robot 5 CV, (5.500 l/h)	6000	8	680	100	1,1	8.000,00
desmucilagínador (2.125l/h)	6000	8	250	100	2,2	3.500,00
desmucilagínador (3.375 l/h)	6000	8	290	100	5,5	4.500,00
Secador 3300 litros	12000	12	1589	100	5,1	15.000,00
Secador 5000 litros	12000	12	1815	100	7,4	20.000,00
Secador 10000 litros	12000	12	2900	100	10,7	27000,00
maquina ben (850 Kg./h)	15000	12	1680	100	9,2	15.000,00
maquina bef (850 Kg./h)	15000	12	1680	100	14,7	16.200,00
maquina ben (1150 Kg./h)	15000	12	2100	100	18,4	20.000,00
Medio de transporte (GLP, diesel y gasolina)						
Pik up F75	12000	10	1560	100	66,2	12.000,00
Camioneta F350	15000	12	4500	100	103,6	45.000,00
Camioneta F4000	15000	12	6800	100	103,6	45.000,00
Camión 608	15000	12	6000	100	58,8	30.000,00
Camión MB 1113	15000	12	6620	100	95,6	45.000,00
Pik up chevrolet	12000	10	1560	100	77,9	10.000,00
Remolque (1 t)	5000	15	300	80	0	1.000,00
Remolque (3 t)	5000	15	800	80	0	1.500,00

**Tabla 10.2.2- Datos de los fertilizantes utilizados.**

Nombre comercial	Precio Medio	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Fertilizante	(R\$/kg)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)
Urea	1,10	45	-	-
Urea	0,70	33	-	-
Superfosfato simples	0,65	-	20	-
FH-550	0,70	-	24	-
20-04-18	1,00	20	04	18
10-10-10	0,84	10	10	10
20-00-10	0,78	20	00	10
20-00-12	0,80	20	00	12
20-00-15	0,82	20	00	15
20-00-20	0,86	20	00	20
20-10-10	0,84	20	10	10
20-05-20	0,92	20	05	20
25-05-20	0,90	25	05	20
20-10-20	1,00	20	10	20
Cacareo	0,12	-	-	-
FTE	1,5	-	-	-

**Tabla 10.2.3- Composición de los abonos orgánicos utilizados.**

Abono orgánico	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Fuentes	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)
Estiércol bovino	1,1	0,4	0,9
Estiércol de pollo	2,3	1,29	1,71
Cama de pollo	1,6	1,08	1,41
Napier picado	1,4	0,13	0,76
Cáscara de frijoles	0,9	0,05	0,45
Paja de maíz	1,0	0,02	0,05
Bagazo de caña	0,76	0,05	0,15
Capin meloso	1,0	0,2	0,5
Caule de plátano	0,9	1,6	0,8
Ceniza	0,2	0,47	4,25
Cáscara del café	0,005	1,6	0,1
Compost (media)	0,031	1,88	0,34

**Tabla 10. 2.4- Costes de remuneración medio por la mano de obra eventual.**

Sistemas de producción de café	Coste remuneración diario (R\$/día)
Convencional	29,57
Orgánico	28,02
Buenas prácticas agrícolas	30,75
Media	29,45

**Tabla 10.2.5- Datos de los productos fitosanitarios utilizados en los cultivos de café.**

Pesticidas	Principio activo	Clase	Categoría toxicológica	Peligro ambiental	Precio Medio (R\$/Kg)
Glifosato	Glifosato (480g/L)	herbicida sistémico no selectivo	IV	III	16,00
Verdadero	Tiametoxam (300g/kg) Ciprocona-zol(30% <i>m/m</i> )	Insecticida/fungicida sistémico (roya del café, minador de hoja, cigarra y larva de raíces)	III	II	525,00
Dacobre	Clorotalanil (250 g/kg y oxicloreto de cobre 504 g/kg)	Fungicida (roya del café)	II	II	35,00
Opera	Piraclostrobina (133g/L)	Fungicida sistémico (roya del café y cercosporiose)	II	II	85,00
Baysiston	Triadimenol (15 g/kg) y dissulfotom (75g/kg)	Fungicida e insecticida sistémico (roya del café, minador de hojas, cigarra, cochonilhas das raíces e moscas das raíces)	III	II	13,40
Impact	Flutriafol (125g/L)	Fungicida sistémico (roya del café)	II	II	38,00
Score	Difenoconazol (250 g/L) (TRIAZOIS)	Fungicida sistémico (cercospora)	I	II	186,00
DMA 806 BR	2,4-D; sal dimetilamina (806 g/l)	Herbicida selectivo para hojas largas	I	III	25,00
Cobre Sandoz BR	Óxido cuproso (560 g/kg)	Fungicida (roya del café)	IV	III	16,00
Roundup	Glifosato (360 g/litro)	herbicida sistémico no selectivo	IV	III	16,00
Photon	Triadimenol (60g/kg)	Fungicida sistémico (roya del café)	IV	II	60,00
Premier	Umidacloprido(700g/kg)	Insecticida sistémico (bicho mineiro, cigarra y moscas de la raíces)	IV	III	155,00
Roundup wg	Glifosato (720g/kg)	herbicida sistémico no selectivo	IV	III	23,00
Actara	Tiametoxam (10 g/kg)	Insecticida sistémico grupo químico Nicotinóide (minador de hoja, cigarra y moscas de las raíces)	III	III	232,00

**Tabla 10.2.6- Cantidad de agrotóxicos aplicados por hectárea en las fincas evaluadas en la región de las Montañas del Espírito Santo.**

Sistema	Área	Herbicidas				Insecticidas			Insecticidas/fungicidas			Fungicidas							Total de agrotóxicos		
		AP	G	Rd	DMA	Total	A	P	Total	V	B	Total	O	Ph	S	I	D	OC	Total	CTA	Total/ha
		ha	L	kg	L	Kg o L	kg	kg	kg	kg	kg	kg	L	kg	L	L	kg	kg	L/kg	kg o L	kg o L/ha
Conv	100,2	108,5	29,2	0,0	137,7	2,0	-	2,0	27,0	438,0	465,0	16,0	17,0	-	-	12,0	-	42,0	649,7	6,5	
BPA	134,5	146,5	31,5	2,8	180,8	3,0	3,0	6,0	32,2	132,0	164,2	18,0	0,0	2,2	73,6	0,0	27,0	120,8	471,8	3,5	

AP = Área en Producción (ha), G = glifosato, Rd = Roundup, A = Actara, P = Premier, V = Verdadero, B = Baysiston, O = Ópera, Ph = Photon, S = Score, I = Impact, D = Dacobre, OC = Oxicloreto de Cobre, CTA = Cantidad Total de agrotóxicos em kilo o litro.

**Coste económico de la maquinaria utilizada en los sistemas de producción de café arábico.**

**Tabla 10.2.6- Coste económico horario de la maquinaria impulsada con electricidad en el beneficio del café.**

Máquinas y equipamientos	Datos para costes								Costes fijos			Costes variables				Custes totales  (R\$/hora)	
	Pot	Vu	Vu		rm	Pot	Va	Vd				CF	E	L	R		CV
	CV	(H)	(N)	H/N	rm	kw	R\$	R\$	A	Ci	CASI	(R\$/h)	R\$/h	R\$/h	R\$/h		(R\$)
Trituradora de forraje 5,5 kw	7,5	3000	6	500	100	5,5	3.000,00	300,00	0,9	0,1	0,2	1,2	1,3	0,00	1,0	2,3	3,5
Despulpadora manual (640 l/h)	1,0	8000	8	1000	100	0,7	5.000,00	500,00	0,6	0,1	0,1	0,8	0,2	0,00	0,6	0,8	1,6
Despulpadora (960 l/h)	1,0	8000	8	1000	100	0,7	5.600,00	560,00	0,6	0,1	0,1	0,9	0,2	0,00	0,7	0,9	1,8
Lavador/separador (8000 l/h)	2,0	10000	10	1000	100	1,5	11.500,00	1150,00	1,0	0,3	0,3	1,6	0,4	0,00	1,2	1,5	3,1
lavador/separador (1800 l/h)	1,0	10000	10	1000	100	0,7	3.000,00	300,00	0,3	0,1	0,1	0,4	0,2	0,00	0,3	0,5	0,9
Despulpadora/separadora, robot 1,5 CV, (2.000 l/h)	3,5	6000	8	750	100	1,5	4.000,00	400,00	0,6	0,1	0,1	0,9	0,6	0,00	0,7	1,3	2,1
Despulpadora/separadora, robot 3,0 CV, (4.000 l/h)	4,5	6000	8	750	100	2,2	5.500,00	550,00	0,8	0,2	0,2	1,2	0,5	0,00	0,9	1,4	2,6
Despulpadora/separadora, robot 5 CV, (5.500 l/h)	12,5	6000	8	750	100	5,5	8.000,00	800,00	1,2	0,2	0,3	1,7	2,2	0,00	1,3	3,5	5,2
desmucilagador (2.125l/h)	3,0	6000	8	750	100	2,2	3.500,00	350,00	0,5	0,1	0,1	0,7	0,5	0,00	0,6	1,1	1,9
desmucilagador (3.375 l/h)	7,5	6000	8	750	100	5,5	4.500,00	450,00	0,7	0,1	0,2	1,0	1,3	0,00	0,8	2,1	3,0
Secador 3300 litros	7,0	12000	12	1000	100	5,1	15.000,00	1500,00	1,1	0,3	0,4	1,8	1,2	0,00	1,3	2,5	4,3
Secador 5000 litros	10,0	12000	12	1000	100	7,4	20.000,00	2000,00	1,5	0,4	0,5	2,4	1,8	0,00	1,7	3,4	5,9
Secador 10000 litros	14,5	15000	15	1000	100	10,7	27.000,00	2700,00	1,6	0,6	0,6	2,9	2,6	0,00	1,8	4,4	7,2
Maquina benef. (850 Kg./h)	12,0	15000	12	1250	100	8,8	15.000,00	1500,00	0,9	0,3	0,3	1,5	2,1	0,00	1,0	3,1	4,6
Maquina benef. (850 Kg./h)	20,0	15000	12	1250	100	14,7	16.200,00	1620,00	1,0	0,3	0,3	1,6	3,5	0,00	1,1	4,6	6,2
Maquina benef. (1150 Kg./h)	25,0	15000	12	1250	100	18,4	20.000,00	2000,00	1,2	0,4	0,4	2,0	4,4	0,00	1,3	5,7	7,7

E = electricidad, L = lubricante, R = Reparación

**Tabla 10.2.7- Coste económico horario de la maquinaria impulsada con gasoil y mezcla.**

Máquinas y equipamientos	Datos para costes								Costes fijos				Costes variables				Costes totales		
	Especificación y unidades		Pot	Vu	Vu		rm	Pot	Va	Vd	R\$/hora			CF	E	L		R	CV
	CV	(H)	(N)	H/N	rm	kw	R\$	R\$	A	Ci	CASI	(R\$/h)	R\$/h	R\$/h	R\$/h	(R\$)		(R\$/hora)	
Tractor: 2 RM, 32,2 kw	44,0	12000	12	1000	100	32,3	30.000,00	3000,00	2,3	0,7	0,8	3,7	16,1	0,35	2,5	19,0	22,6		
Tractor: 4*4, 55,1 kw	75,0	15000	15	1000	100	55,1	60.000,00	6000,00	3,6	1,3	1,5	6,4	27,5	0,46	4,0	32,0	38,4		
micro tractor 10,3 kw	14,0	10000	10	1000	100	10,3	15.000,00	1500,00	1,4	0,3	0,4	2,1	5,1	0,24	1,5	6,9	8,9		
Micro tractor 13,2 kw	18,0	10000	10	1000	100	13,2	16.000,00	1600,00	1,4	0,4	0,4	2,2	6,6	0,25	1,6	8,4	10,6		
Maquina ambul. (2.100 Kg./h)	96,0	15000	15	1000	100	70,6	20.000,00	2000,00	1,2	0,4	0,5	2,1	13,3	0,54	1,3	15,2	17,3		
Desbrozadora manual	2,0	2000	6	333	100	1,5	2.000,00	200,00	0,9	0,1	0,2	1,2	1,2	0,19	1,0	2,2	3,3		

E = electricidad, L = lubricante, R = Reparación

**Tabla 10.2.8- Coste económico horario de los medio de transporte de los insumos y de la producción.**

Máquinas y equipamientos	Datos para costes								Costes fijos				Costes variables				Costes totales		
	Especificación y unidades		Pot	Vu	Vu		rm	Pot	Va	Vd	R\$/hora			CF	E	L		R	CV
Pik up F75	90,0	12000	10	1200	100	66,2	12.000,00	1200,00	0,9	0,2	0,3	1,4	3,9	0,13	1,0	5,1	6,4		
Camioneta F350	141,0	15000	12	1250	100	103,6	45.000,00	4500,00	2,7	0,8	0,9	4,4	3,8	0,14	3,0	6,9	11,3		
Camioneta F4000	141,0	15000	12	1250	100	103,6	45.000,00	4500,00	2,7	0,8	0,9	4,4	3,8	0,15	3,0	6,9	11,3		
Camión 608	80,0	15000	12	1250	100	58,8	30.000,00	3000,00	1,8	0,5	0,6	2,9	3,2	0,16	2,0	5,3	8,3		
Camión MB 1113-79	130,0	15000	12	1250	100	95,6	45.000,00	4500,00	2,7	0,8	0,9	4,4	3,8	0,17	3,0	7,0	11,4		
Pik up chevrolet	106,0	12000	10	1200	100	77,9	10.000,00	1000,00	0,8	0,2	0,2	1,1	3,3	0,18	0,8	4,3	5,5		
Remolque (1 t)	0,0	5000	15	333	80	0,0	1.000,00	100,00	0,2	0,1	0,1	0,3	0,0	0,00	0,2	0,2	0,5		
Remolque (3 t)	0,0	5000	15	333	80	0,0	1.500,00	150,00	0,3	0,1	0,1	0,5	0,0	0,00	0,2	0,2	0,7		

E = electricidad, L = lubricante, R = Reparación



## ANEXO 10.3- DATOS BÁSICOS PARA EL CÁLCULO ENERGÉTICO

**Tabla 10.3.1- Datos básicos para el cálculo de la energía de las materias primas, manufacturas y reparación y mantenimiento de la maquinaria.**

Maquinaria y equipamientos	V. U.	V. U	Peso	Potencia	Materia Prima y Manufacturas	Reparo y manutención	
	(H)	(N)	kg	kw	(MJ/kg)	%	(MJ/kg)
Motores a diesel y gasolina							
Tractor: 2 RM, 32,2 kw	12000	12	2200	32,3	63,8	49	31,3
Tractor: 4*4, 55,1 kw	15000	15	3300	55,1	63,8	49	31,3
micro tractor 10,3 kw	10000	10	150	10,3	63,8	49	31,3
Micro tractor 13,2 kw	10000	10	250	13,2	63,8	49	31,3
Benef. ambulante (2.100 Kg./h)	15000	15	5000	70,6	63,8	49	31,3
Desbrozadora manual	2000	6	7,7	1,5	70,0	26	18,2
Motores eléctricos							
Trituradora de forraje 5,5 kw	3000	6	118	5,5	70,0	26	18,2
Despulpadora manual (640 l/h)	8000	8	150	0,7	70,0	26	18,2
Despulpadora (960 l/h)	8000	8	200	0,7	70,0	26	18,2
Lavador/separador (8000 l/h)	10000	10	790	1,5	70,0	26	18,2
Descascador (2.000 l/h)	6000	8	160	1,5	70,0	26	18,2
Descascador (3.500 l/h)	6000	8	200	2,2	70,0	26	18,2
Descascador (5.500 l/h)	6000	8	680	5,5	70,0	26	18,2
desmucilagador (2.125l/h)	6000	8	250	2,2	70,0	26	18,2
desmucilagador (3.375 l/h)	6000	8	290	5,5	70,0	26	18,2
Secador 3300 litros	12000	12	1589	5,1	70,0	26	18,2
Secador 5000 litros	12000	12	1815	7,4	70,0	26	18,2
Secador 10000 litros	12000	12	2900	10,7	70,0	26	18,2
maquina ben (850 Kg./h)	15000	12	1680	9,2	70,0	26	18,2
maquina bef (850 Kg./h)	15000	12	1680	14,7	70,0	26	18,2
maquina ben (1150 Kg./h)	15000	12	2100	18,4	70,0	26	18,2
Medio de transporte (GLP, diesel y gasolina)							
Pik up F75	12000	10	1560	66,2	77,0	26	20
Camioneta F350	15000	12	4500	103,6	77,0	26	20
Camioneta F4000	15000	12	6800	103,6	77,0	26	20
Camión 608	15000	12	6000	58,8	77,0	26	20
Camión MB 1113	15000	12	6620	95,6	77,0	26	20
Pik up chevrolet	12000	10	1560	77,9	77,0	26	20
Remolque (1 t)	5000	15	300	0	8,6	30	2,58
Remolque (3 t)	5000	15	800	0	8,6	30	2,58

Fuentes: N (años) y H (horas) de vida útil han sido tomadas de Alonso (2007), Pacheco, (2000). El peso ha sido obtenido mediante consulta a distintas casas comerciales, optando por una media de maquinaria similar. La energía ha sido tomada de Doering (1980), excepto la de reparación y mantenimiento de maquinaria no autopropulsada, que se ha tomado de Mughal (1994, en Audsley et al y col., 1977).

## Gasto energético de la maquinaria utilizada en los sistemas de producción de café arábico

Tabla 10.3.2- Gasto energético horario de la maquinaria impulsada con electricidad en el beneficio del café.

Maquinaria	Pot.	V u	V u	Peso	Pot	MP+M	MP+M	Ef		Crn	Ev	Energía Total
Máquinas y equipamientos	CV	(H)	(N)	kg	kw	(Kcal/kg)	(MJ/kg)	(MJ/H)	(MJ/H)	(MJ/H)	(MJ/H)	(MJ/H)
Trituradora de forraje 5,5 kw	7,5	3000	6	118	5,5	16.776	70	2,7	72,3	0,7	73,0	75,7
Despulpadora manual (640 l/h)	1	8000	8	150	0,7	16.776	70	1,3	9,6	0,3	10,0	11,3
Despulpadora Blasi (960 l/h)	1	8000	8	200	0,7	16.776	70	1,7	9,6	0,5	10,1	11,8
lavador/separador (1800 l/h)	1	10000	10	360	0,7	16.776	70	2,5	9,6	0,7	10,3	12,8
Lavador/separador (8000 l/h)	2	10000	10	790	1,5	16.776	70	5,5	19,3	1,4	20,7	26,2
Despulpadora/separadora (2.000 l/h)	2	6000	8	160	1,5	16.776	70	1,9	19,3	0,5	19,8	21,6
Despulpadora/separadora (3.500 l/h)	3	6000	8	200	2,2	16.776	70	2,3	28,9	0,6	29,5	31,8
Despulpadora/separadora (5.500 l/h)	7,5	6000	8	680	5,5	16.776	70	7,9	72,3	2,1	74,3	82,3
Robot 1,5 CV	1,5	6000	8	150	1,1	16.776	70	1,7	14,5	0,5	14,9	16,7
Robot 3 CV	3	6000	8	150	2,2	16.776	70	1,7	28,9	0,5	29,4	31,1
Robot 5 CV	5	6000	8	150	3,7	16.776	70	1,7	48,1	0,5	48,6	50,4
desmucilaginador (2.125l/h)	3	6000	8	250	2,2	16.776	70	2,9	28,9	0,8	29,7	32,6
desmucilaginador (3.375 l/h)	7,5	6000	8	290	5,5	16.776	70	3,4	72,3	0,9	73,1	76,5
Secador 3300 litros	7	12000	12	1589	5,1	16.776	70	9,3	67,5	2,4	69,9	79,1
Secador 5000 litros	8	12000	12	1815	5,9	16.776	70	10,6	77,1	2,7	79,8	90,4
Secador 10000 litros	14,5	12000	12	2900	10,7	16.776	70	16,9	139,7	4,4	144,1	161,0
Maquina beneficio (850 Kg./h)	15	15000	12	1850	11,0	16.776	70	8,6	144,5	2,2	146,8	155,4
Maquina beneficio (850 Kg./h)	20	15000	12	2000	14,7	16.776	70	9,3	192,7	2,4	195,1	204,5
Maquina beneficio (1150 Kg./h)	25	15000	12	2100	18,4	16.776	70	9,8	240,9	2,5	243,4	253,2

**Tabla 10.3.3- Gasto energético horario de la maquinaria impulsada con gasoil y mezcla.**

Maquinaria y equipamientos	Pot	V u	Vu	Peso	Pot	MP+M	MP+M	Ef	Combustible	Crn	Ev	Energía Total
Especificaciones	CV	(H)	(N)	kg	kw	(Kcal/kg)	(MJ/kg)	(MJ/H)	(MJ/H)	(MJ/H)	(MJ/H)	(MJ/H)
Tractor: 2 RM, 32,2 kw	44	12000	12	2200	32,3	15.312	63,8	11,7	307,3	5,7	313,0	324,7
Tractor: 4*4, 55,1 kw	75	15000	15	3300	55,1	15.312	63,8	14,0	523,8	6,9	530,7	544,7
micro tractor 10,3 kw	14	10000	10	150	10,3	15.312	63,8	1,0	97,8	0,5	98,2	99,2
Micro tractor 13,2 kw	18	10000	10	250	13,2	15.312	63,8	1,6	125,7	0,8	126,5	128,1
Maquina ben. ambulante (2.100 Kg./h)	96	15000	12	5000	70,6	16.776	70	23,3	253,4	6,1	259,5	282,8
Desbrozadora manual	2	2000	6	7,7	1,5	16.776	70	0,3	12,4	0,1	12,5	12,7
Remolque (1 t)	0	5000	15	300	0	17.064	71,0	4,3	0,0	0,0	0,0	4,3
Remolque (3 t)	0	5000	15	800	0	17064	71,0	11,4	0,0	0,0	0,0	11,4

**Tabla 10.3.4- Gasto energético horario de los medio de transporte de los insumos y de la producción.**

Medio de transporte	Pot	V u	V u	Peso	Pot	MP+M	MP+M	Ef	Combustible	Crn	Ev	Energía Total
	CV	(H)	(N)	kg	kw	(Kcal/kg)	(MJ/kg)	(MJ/H)	(MJ/H)	(MJ/H)	(MJ/H)	(MJ/H)
Pik up F75 (GAZ)	90	12000	10	1560	66,2	18.480	77	10,0	67,1	2,6	69,7	79,8
Camioneta F350 (gasoil)	141	15000	12	4500	103,6	18.480	77	23,1	72,4	6,0	78,4	101,5
Camioneta F4000 (gasoil)	141	15000	12	6800	103,6	18.480	77	34,9	72,4	9,1	81,5	116,4
Camión 608 (gasoil)	80	15000	12	6000	58,8	18.480	77	30,8	61,5	8,0	69,5	100,3
Camión MB 1113 (gasoil)	130	15000	12	6620	95,6	18.480	77	34,0	72,4	8,8	81,2	115,2
Pik up (gasolina)	106	12000	10	1560	77,9	18.480	77	10,0	42,8	2,6	45,4	55,4

**ANEXO 10.4- FOTOS- Técnicas participativas para la identificación de los puntos críticos y prácticas realizadas en los sistemas del café arábico familiar.**

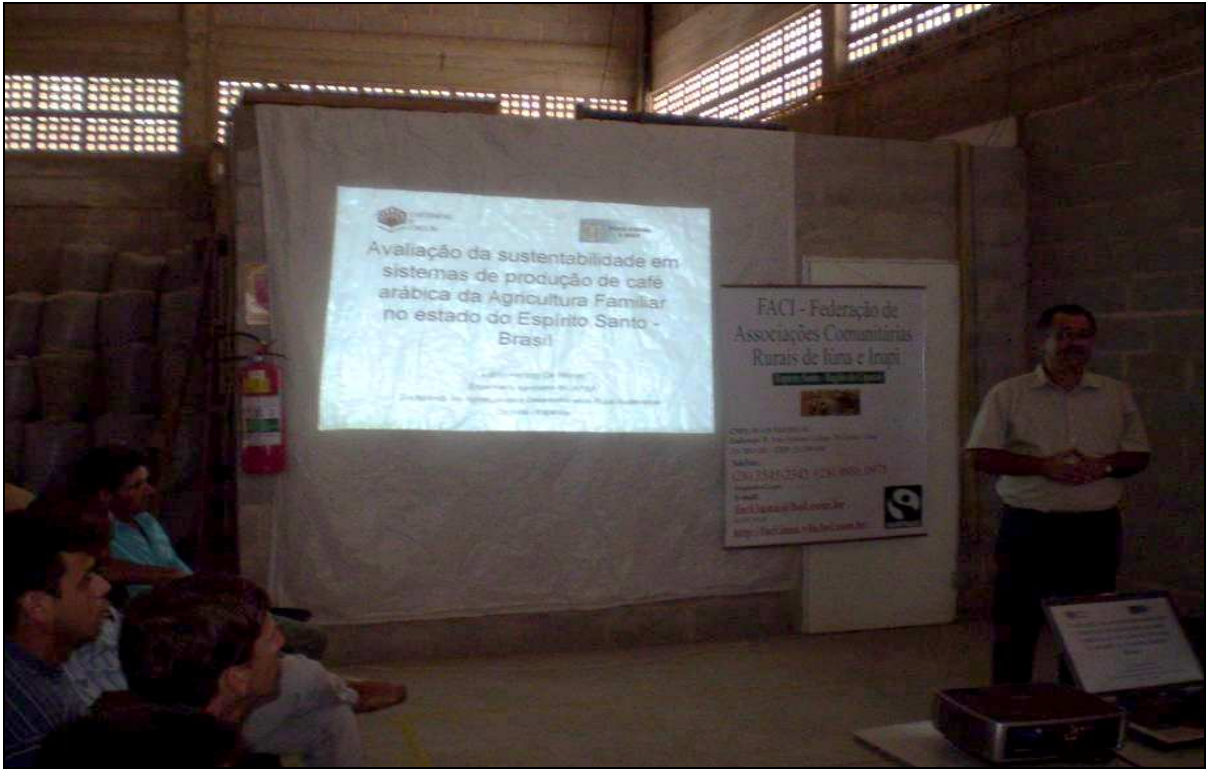


Foto 10.4-1- Apresentação de la Propuesta de Investigación a las Organizaciones Sociales y a los liderazgos en la región del Caparaó y Suroeste - ES.

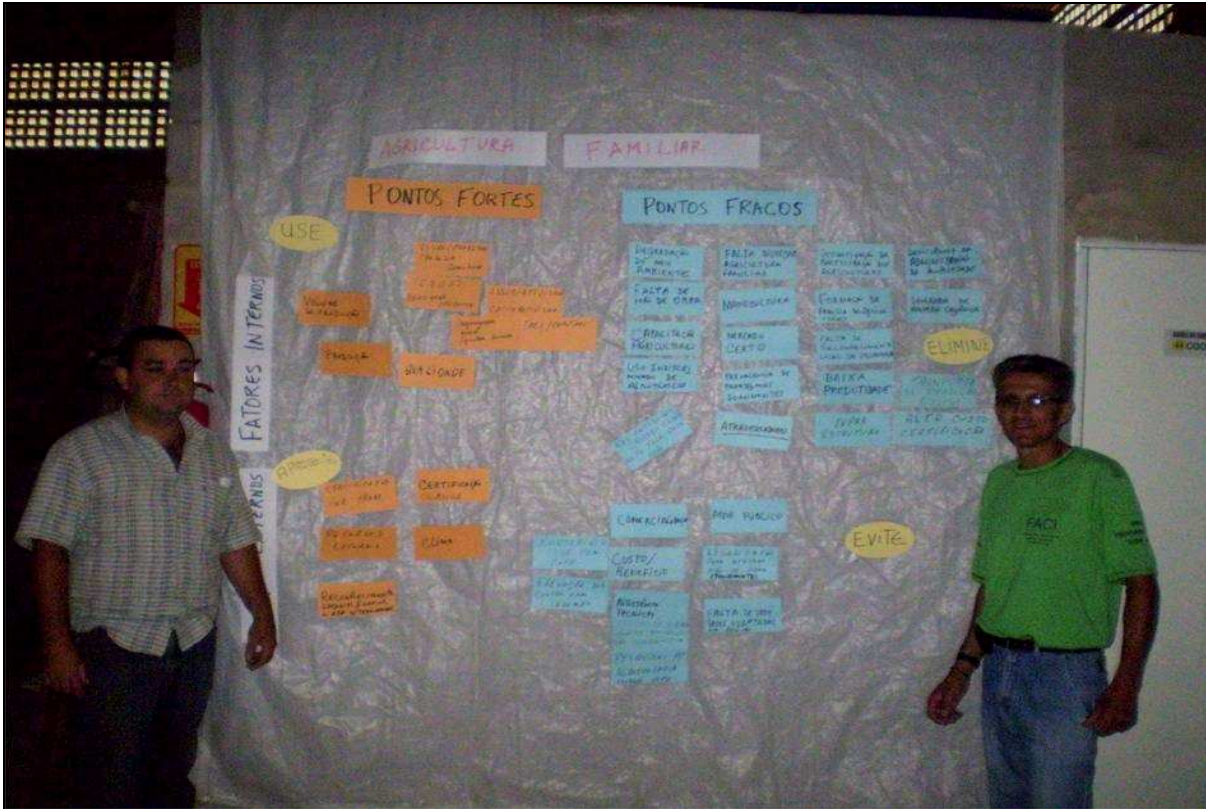


Foto 10.4-2- Discussão de los resultados del diagnóstico participativo sobre los puntos débiles y fuertes de la Caficultura arábica familiar del ES.



Foto 10.4-3– Dirigentes de cooperativas, asociaciones y técnicos presente en el evento para identificar las limitaciones y los puntos críticos de la caficultura arábica familiar.



Foto 10.4-4 - Explotación familiar en la finca del Sr. Zelio Zambon (Afonso Cláudio-ES).



**Foto 10.4-5- Cultivo de café en sistema de BPA, diversificado con plátano (cerca viva), palmito, eucalipto, cedro australiano, además del cultivo intercalar de frijoles y maíz (finca del Sr. José Cogo – Brejetuba).**



**Foto 10.4-6 – Cultivo de café asociado con cedro, en sistema orgánico (finca del Sr. Celito Barbosa – Irupi).**



**Foto 10.4-7- Manejo de las hierbas a través de la desbroza manual motorizada y la introducción de variedades resistentes a la roya en la finca del Sr. José Cògo, en Brejetuba.**



**Foto 10.4-8- Clasificación del café realizada por el degustador Vanildo Pagio (Muestras recorridas en las fincas).**