

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**SALUD, DIVERSIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS
PRODUCTIVOS DE CAFÉ ECOLÓGICO Y CONVENCIONAL EN MARCALA,
LA PAZ, HONDURAS**

POR:

JESÚS ANTONIO HERNÁNDEZ

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMA, SOLANCHO

HONDURAS, C.A.

JUNIO, 2016

**SALUD, DIVERSIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS
PRODUCTIVOS DE CAFÉ ECOLÓGICO Y CONVENCIONAL EN MARCALA,
LA PAZ, HONDURAS**

POR:

JESÚS ANTONIO HERNÁNDEZ

WENDY LEONELA CASTELLANOS, M.Sc.

Asesor principal:

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

JUNIO, 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE
PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA**

Reunidos en el Departamento Académico de Investigación y Extensión de la Universidad Nacional de Agricultura: **M. Sc. WENDY LEONELA CASTELLANOS, M. Sc. OSCAR FERREIRA CATRILEO, M. Sc. JOSUÉ DAVID MATUTE**, Miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

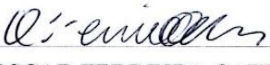
El estudiante **JESUS ANTONIO HERNÁNDEZ** del IV Año de la Carrera de Ingeniería Agronómica presentó su informe.

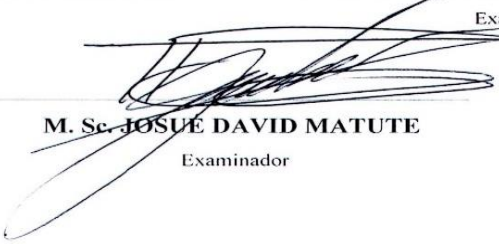
**“SALUD, DIVERSIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS
PRODUCTIVOS DE CAFÉ ECOLÓGICO Y CONVENCIONAL EN MÁRCALA LA PAZ,
HONDURAS”**

El cual a criterio de los examinadores, Aprobó este requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los veinte días del mes de junio del año dos mil dieciséis.


M. Sc. WENDY LEONELA CASTELLANOS
Consejero Principal


M. Sc. OSCAR FERREIRA CATRILEO
Examinador


M. Sc. JOSUÉ DAVID MATUTE
Examinador

DEDICATORIA

A **DIOS** todo poderoso por darme la sabiduría y el conocimiento necesario para poder culminar mi meta con satisfacción.

A mi madre **Ana Josefa Hernández** con mucho esfuerzo amor estuvo en cada momento de mi vida, y por brindarme su apoyo y confianza.

A mi hermana **Karla Patricia Hernández**, por el gran apoyo que me ha brindado en todo el tiempo de mi formación y por estar pendiente de todas mis preocupaciones y necesidades.

A mi tío **Carlos Enrique Inestroza** por brindarme el apoyo incondicional en formación académica y motivarme en cada momento de mi vida.

A mi abuela **María Trinidad Hernández Inestroza QDDG** por ser mi segunda madre quien estuvo en momentos más débiles de mi vida, por ser mi inspiración y motivación en cada momento para seguir a delante cada día.

A mi amigo **Moisés Amador García QDDG** por los momentos que compartimos juntos en esta universidad, los sueños y anhelos que tenía para su familia que sirven como inspiración para cumplir mis metas.

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por ser mi guía y fortaleza en todo el trayecto de mi carrera, por ayudarme a tomar las decisiones correctas en el tiempo adecuado para ser realidades mis sueños.

A la **Universidad Nacional de Agricultura** por haberme brindado la oportunidad de realizar mis estudios y formarme como un profesional de la ciencias agrícola.

A la empresa **café orgánico Marcala (COMSA)** por haberme colaborado con dos de sus productores Don **Franklin Castillo** y Doña **María Eleonora Martínez**, que permitieron realizar el estudio en sus fincas de café.

A cada uno de mis asesores: **M Sc. Wendy Leonela castellanos, M Sc Josué David Matute, M Sc Oscar Ferreira, Lic. Iraeta** por orientarme y apoyarme en la realización del trabajo de investigación, y haber realizado las correcciones y recomendaciones necesarias.

A **Neylin Yaneth Hernández Santos** por compartir muchos momentos de alegría tristeza y angustia en el transcurso de estos años que pasamos juntos.

A mis amigos (a) **Oneyda Yanira Hernández**, a todos mis compañeros de cuarto **Juan Carlos Guerra Villeda, Fernando Madrid, Brayan Ulloa, Carlos Javier Ulloa, Amílcar Raudales, Cristian Gerardo Pineda, Danilo Granado Pablo Guevara Álvarez** Por cada momento que compartimos juntos, y la experiencias vividas durante los cuatro años en esta Universidad.

CONTENIDO

	Pág.
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
CONTENIDO	iv
LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE ANEXOS.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 General.....	3
2.2 Específicos	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1 El panorama actual de agricultura en el Mundo	4
3.1.1 La agricultura en Honduras	5
3.1.2 La Agricultura Moderna y los impactos negativos del modelo de la Revolución Verde	5
3.2 Manejo sostenible de los recursos naturales en la Agricultura	6
3.3 La situación actual de la caficultura en Honduras	8
3.4 Los sistemas de café agroecológico y orgánico	9
3.5 Conservación de la variabilidad genética en los agroecosistemas.....	11
3.6 Disponibilidad y calidad de agua en las fincas	12
3.6.2. Factores que alteran la calidad de agua	13
3.7 El flujo de la energía en los agroecosistemas ecológicos y convencionales.....	13

3.7.1. Eficiencia energética de los sistemas agrícolas.....	15
3.8 Plagas y enfermedades del café y controladores biológicos.....	16
3.8.1 En el cultivo de café se presentan las siguientes enfermedades.....	17
IV. METODOLOGÍA	18
4.1 Descripción del área de estudio	18
4.2 Materiales y equipo.....	19
4.3 La diversidad del agroecosistema	19
4.4 Salud	21
4.4 Variables del cultivo	24
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
5.1Análisis diversidad de especies arbóreas en las fincas ecológica y convencional Marcala la Paz.....	26
5.1.1Análisis de copa de árboles y cerca viva.....	26
5.1.2 Análisis índice equivalente de tierra y socios.....	28
5.1.3 Análisis aporte nutricional y alimenticio en las fincas.....	30
5.2. Análisis de la salud de ecosistemas convencionales y ecológicos.....	32
5.2.1 Indicadores de calidad de agua en las fincas.....	32
5.2.2 Análisis de plagas y enfermedades.....	34
5.2.3 Nivel de incidencia por broca en las fincas convencional y ecológica	34
5.2.4 Nivel de incidencia por broca en las fincas convencional y ecológica en Marcala la Paz	35
5.2.5 Interacción entre depredadores biológicos y plagas en la finca ecológica.....	37
5.3 Análisis de la energía en las fincas de cultivo de café ecológica y convencional	38
5.3.1 Eficiencia energética en la fincas en producción café en j/s/ ha/ año	38
5.3.2 Diagrama de flujo de energía en los sistemas de producción de café finca convencional y ecológica	39
5.4. Análisis variables de producción	41
VI. ONCLUSIONES.....	43
VII.RECOMENDACIONES.....	44
BIBLIOGRAFIA	45

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Diversidad funcional de las especies arbóreas en las finca del cultivo de café..	21
Cuadro 2. Especies de árboles en ambas fincas convencional y ecológica.....	26
Cuadro 3. Producción en kg/ ha en las finca Dios con nosotros y Tres Marías en Marcala la Paz Honduras.....	28
Cuadro 4 Origen de las fuentes de carbohidratos, proteínas, y vitaminas en las fincas.....	31
Cuadro 5. Normativa de parámetros de calidad de agua para uso agrícola y pecuario.....	33
Cuadro 6. Sostenibilidad energética en las fincas de producción de café.....	40

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica de las fincas convencional y ecológica.	18
Figura 2. Gráfico de los aportes nutricionales de las plantas huerto sustentable cultivos biointensivos Jeavons 2007	19
Figura 3. Medición de las cercas vivas.....	20
Figura 4. Ubicación de las parcelas de muestreo de plagas y enfermedades.	22
Figura 5. Vista en planta de diversidad funcional de árboles finca ecológica y convencional	27
Figura 6. Vista frontal de la diversidad de especies arbóreas en la finca ecológica.....	29
Figura 7. Vista frontal de la diversidad de especies arbóreas en la finca convencional.....	30
Figura 8. Análisis de las fuentes nutricionales y alimenticias de las finca.....	31
Figura 9. Análisis de la calidad de agua potable en las fincas Dios con nosotros y tres marías.	33
Figura 10. Análisis de componentes principales de plagas y enfermedades finca convencional y ecológica.....	34
Figura 11. Grafica de incidencia de broca en fincas ecológica y convencional.....	35
Figura 12. Grafica de incidencia de roya convencional y ecológica.	36
Figura 13. Interacción biológica entre depredador <i>Mantis religiosa</i> y cortador de hoja café <i>Grillo indiano</i> finca ecológica J. Hernández	37
Figura 14. Eficiencia energética finca convencional.....	38
Figura 15. Eficiencia energética finca ecológica.....	38
Figura 16. Diagrama de flujo de energía finca ecológica.....	39
Figura 17. Diagrama de flujo de energía finca convencional.....	41
Figura 18. Análisis de componentes principales en las variables de producción en las fincas ecológica y convencional.....	42

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Boleta de toma de datos para plagas y enfermedades.....	52
Anexo 2. Boleta de toma de datos de las actividades realizadas en las fincas ecológica y convencional.....	53
Anexo 3. Símbolos empleados en la Ecología de Sistemas propuesta por ODUM	54
Anexo 4. Costos de producción en la finca convencional Márcala la Paz Honduras	55
Anexo 5. Tabla de evaluación de indicadores del agua propuesta por la International wáter Alliance.....	56
Anexo 6. Plagas en el cultivo de café.....	57
Anexo 7. Resumen de la eficiencia energética en finca convencional Márcala la paz Honduras.....	58
Anexo 8. Resumen de la eficiencia energética en finca ecológica Márcala la paz Honduras	58
Anexo 9. Resumen de flujo de energía finca convencional Márcala La Paz Honduras.....	59
Anexo 10. Resumen de flujo de energía finca convencional Márcala La Paz Honduras.....	60
Anexo 11. Análisis de correlación entre plagas y enfermedades	60

HERNANDEZ J, A. 2016. Salud, diversidad y eficiencia energética de sistemas productivos de café ecológico y convencional. Tesis Ing. Agr. Catacamas Olancho. Universidad nacional de agricultura.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la empresa de café orgánico de márcala (COMSA), específicamente en las fincas de Don Franklin Castillo finca DIOS Con Nosotros (con manejo orgánico), y la finca de Doña María Eleonora Martínez finca Tres Marías (de manejo convencional). El objetivo fue evaluar los agrosistemas de cultivo de café mediante tres componentes: Diversidad, Salud y Energía, cada uno de los componentes con respectivos indicadores. La diversidad de especies arbóreas en la finca ecológica es mayor con siete especies distintas en comparación con la convencional cuenta solo con dos especies, el índice equivalente de tierra es de 1.92 en la Dios con Nosotros lo que significa que se produce un kg de alimento por un kg de café producido, el área de cerca viva es de 49.7 ml con un diámetro promedio de copa 4.5 m², variable que modifica el microclima, produce biomasa y energía, además permite relaciones simbióticas entre los individuos generando condiciones para la resiliencia. En cambio la finca Tres Marías no tiene manejo con enfoque hacia la diversidad por lo tanto las variables del socios y barreras vivas no fueron evaluadas,. La salud de las fincas se ve afectada, hay problemas de roya (*Hemileia vastatrix*) y broca (*Hiphothenemus hampei*) principalmente en la finca Dios Con Nosotros se piensa que es por las variedades que manejan que son susceptibles, catuai, bourbon y pacas, la finca Tres Marías es afectada especialmente por broca porque cultiva la variedad lempira que es susceptible. Existen un equilibrio en la finca Dios Con Nosotros por medio de controladores biológicos como ser Mantis religiosa (*Mantis sp.*) especie encontrada Significativamente en la finca. El análisis de calidad de agua realizado en las fincas se encontró diferencias comparativas mínimas en las dos fincas. El flujo de energía en la finca es constante con la diferencia que tienen origen diferente, el Dios con Nosotros los insumos son locales y en su mayoría producidos en la misma finca, la Tres Marías los insumos son de origen industrial de alto costo (fertilizantes químicos, fungicidas e insecticidas). La eficiencia energía para las fincas es de un orden de 1.18kcal para la Dios con Nosotros y 1.05 kcal para la finca Tres Marías por kcal que dentro al sistema.

Palabras claves: Biofertilizantes, cambio climático, diversidad, ecosistema, energía, salud, seguridad alimentaria, resiliencia.

I. INTRODUCCIÓN

Honduras es un país en vías de desarrollo donde el 66.2% de la población del país se ubica por debajo de la línea de pobreza, mientras que cerca de un 45.3% se encuentra en condiciones de extrema pobreza según APH (2016) el porcentaje de desnutrición infantil es 26%. En cuanto a los niveles de desigualdad en la distribución de la renta de la sociedad hondureña, es decir más pobre recibe solo el 0.6% del ingreso nacional, mientras que el decir más rico abarca el 43.4%. Entre tanto, el coeficiente de desigualdad de Gini es cercano al 0.580. El país presenta altos niveles de desigualdad si se compara con el promedio de Latinoamérica. Con una canasta básica reducida con una inversión del 98% de salario mínimo (STSS 2016).

Ante estas cifras, el gobierno y las ONG han promovido una agricultura basada en la masiva aplicación de agroquímicos sintéticos y el uso de monocultivos de cultivares e híbridos de alto potencial de rendimiento. Sin embargo, existen evidencias que este tipo de agricultura tiene efectos degrada los recursos naturales y la salud humana. Además a esta se le atribuye los altos índices de pobreza y desnutrición, a nivel mundial se estima que hay 1200 millones de personas desnutridas con dietas que no cumplen el mínimo necesario de calorías (Sarandón y Flores 2014).

Al modelo de agricultura convencional a base de productos químicos, en países pobres como el nuestro, se le suma efectos por los fenómenos naturales. Además los pequeños productores carecen de redes de seguridad a las que recurrir en caso de eventos climáticos desastrosos, malas cosechas, crisis económicas y la enfermedad o muerte de algún miembro de su familia. No obstante, los pequeños agricultores han resistido al cambio de los sistemas de producción, manteniendo y mejorando los sistemas tradicionales adaptados a las condiciones propias de cada comunidad y cultura. En estos sistemas agrícolas se guarda el acervo genético de

semillas y animales nativos y criollos. Utilizan prácticas de producción de conservación, no emplean agrotóxicos para el control de plagas, enfermedades y el control de maleza, promueve el bienestar animal no usan métodos que provoquen el deterioro de los suelos y el medio ambiente en general.

Este estudio pretende analizar las interacciones de los componentes agroecológicos y las tecnologías que son implementadas en las fincas de café convencionales y agroecológicas. Además analizar la diversificación y la intensificación de las interacciones biológicas y los procesos naturales de nutrición de las plantas y la regulación de los organismos que se pueden convertir en plagas o enfermedades. Así como también conocer el aporte en cuanto a la seguridad alimentaria y nutricional de la familia. .

II. OBJETIVOS

2.1 General

Comparar la salud, diversidad y eficiencia energética, del agroecosistema en el cultivo de café, en una finca ecológica y una convencional, en el municipio de Marcala, departamento de La Paz Honduras

2.2 Específicos

Identificar la diversidad de especies en el tiempo, espacio y su funcionalidad en una finca agroecológica y una convencional en cultivo de café

Determinar la salud de los agroecosistemas agroecológicos y convencionales por medio de las interacciones y procesos biológicos en fincas en producción de café

Medir la eficiencia energética de los sistemas agrícolas convencionales y agroecológicos en la producción de café

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 El panorama actual de agricultura en el Mundo

Los avances tecnológicos en la agricultura no han logrado aumentar el crecimiento de la producción agropecuaria mundial y el rendimiento promedio de los cultivos. Aunque si ha aumentado pérdida de biodiversidad y los problemas medioambientales causada por la expansión e intensificación. Lo anterior, mantiene una preocupación sobre una alimentación adecuada de la población actual y futura. Los fertilizantes nitrogenados son una fuente importante de contaminación del agua y del aire. Las previsiones de cultivos implican un menor crecimiento en el uso de estos fertilizantes que en el pasado, pero el incremento puede seguir siendo importante para la contaminación (FAO 2012).

Se estima el porcentaje de emisiones atribuible a la agricultura supera el 30%, las emisiones más importantes de la agricultura son las de óxido nitroso (N_2O), producido en los suelos a partir de los fertilizantes nitrogenados (STERN 2006). EL 60 % de las emisiones de amoníaco y metano son procedentes del sector pecuario. El avance de la frontera agrícola, el uso de combustibles y fertilizantes nitrogenados convierten la agricultura en uno de los principales responsables de la variabilidad climática a nivel global. Aunque no se espera que el calentamiento global disminuya la disponibilidad de alimentos a nivel mundial, pero tanto a nivel regional como local puede tener efectos importantes.

Las proyecciones actuales sugieren que el potencial de producción de cultivos aumentará en latitudes templadas y frías, mientras que en zonas de los trópicos y de los subtrópicos puede disminuir. Esto puede profundizar aún más la dependencia de los países en desarrollo de las

importaciones de alimentos, aunque al mismo tiempo puede mejorar la capacidad de los exportadores de los países templados para llenar el vacío (FAO 2012).

3.1.1 La agricultura en Honduras

En Honduras mayormente se practica una agricultura de subsistencia, basada en la producción de maíz y frijol; no obstante, el café y los vegetales son una fuente importante de ingresos en efectivo. El 71.4 % de los campesinos son productores de granos básicos en condiciones de subsistencia convirtiéndose de autoconsumidores de sus productos luego el 22% son obreros agrícolas y menos de 1% son productores que contratan personal asalariado. Estos pequeños agricultores son vulnerables ante eventos climáticos adversos. Los huracanes y sequías prolongadas que provocan pérdidas drásticas en la producción y ponen en riesgo la seguridad alimentaria a 161,000 familias (SAG 2015).

La agricultura familiar es un sector clave para lograr la erradicación del hambre y el cambio hacia sistemas agrícolas sostenibles en América Latina y el Caribe y el mundo. Los pequeños agricultores son aliados de la seguridad alimentaria y actores protagónicos en el esfuerzo de los países por lograr un futuro sin hambre. En nuestra región, el 80% de las explotaciones pertenecen a la agricultura familiar, incluyendo a más de 60 millones de personas, convirtiéndose en la principal fuente de empleo agrícola y rural (FAO 2014).

3.1.2 La Agricultura Moderna y los impactos negativos del modelo de la Revolución Verde

Es innegable que el modelo de la Revolución Verde logró un incremento significativo de la producción y productividad agrícola. Ejemplo de ello es Argentina, que desde 1989 hasta el 2011, la producción de granos se incrementó en un 60% y la superficie agrícola solo el 24% (CASAFE 2011). Sin embargo, este modelo presenta una serie de problemas ambientales, socioculturales y económicos de gran magnitud. Actualmente se reconoce que el paradigma de la Revolución Verde está agotado y superado desde hace tiempo y consideraron las

externalidades ambientales negativas generadas por el uso intensivo de fertilizantes y agroquímicos para controlar plagas y enfermedades (IICA 2012).

Una de las consecuencias del uso indiscriminado de agroquímicos, es la pérdida de efectividad de muchos plaguicidas debido al desarrollo de resistencia por parte de las especies plagas. Para el año 1989, ya se contabilizaban 504 especies de insectos que habían desarrollado resistencia a uno o más pesticidas (PNUMA 1990). Esto significa la necesidad de uso de nuevos productos y/o de mayores dosis a intervalos más cortos para obtener el mismo resultado. Además, el uso indiscriminado de plaguicidas provoca la eliminación de depredadores naturales y aumenta la probabilidad de aparición de plagas nuevas con mayor resistencia.

Las investigaciones sobre los distintos productos que se efectuaron en cada uno de los países en forma oficial. Por ejemplo, Suecia, Finlandia y Noruega investigaron el pesticida Aminotrole y lo prohibieron por detectar que implicaba un grave riesgo para la salud. Para el caso de los pesticidas figuran como prohibidos o con restricciones de uso los siguientes, entre tantos otros: Funguicidas: Benomil, Maneb, Captan, Óxido de etileno, Ethilformate, Folpet, Hexaclorobenceno, funguicidas mercuriosos, etc. Herbicidas: Aminotrole, Dinoseb, Endothal, Nitrofen, Paraquat, Pentaclorofenol, Trifluaralina, 24-D, 245-T, 24 Diaminoanisol, etc. Insecticidas: Aldrin, Aramite, Arsenicales, Clordano, Cloropicrina, DDT, etc. Llegaron a una conclusión que la mayoría tenían un impacto en la salud humana, produciendo esterilidad en las personas, y algunos con alta capacidad de residualidad hasta 40 años (CIESA 2004).

3.2 Manejo sostenible de los recursos naturales en la Agricultura

El manejo sustentable de los agroecosistemas, requiere tener en cuenta las interacciones de todos sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos y el impacto ambiental que estos producen. En algunos países de Latinoamérica es frecuente encontrar casos de agricultura sustentable basados en tecnologías desarrolladas desde tiempos ancestrales y

mejorados continuamente por comunidades de campesinos o indígenas. A partir de estos sistemas surge la teoría ecológica para la producción agrícola, considerando la base de los recursos naturales y la promoción del desarrollo sostenible (Altieri 1987).

Posteriormente se acuñó el termino agroecología, considerada como un nuevo campo de conocimientos, un enfoque, una disciplina científica que reúne, sintetiza y aplica conocimientos de la agronomía, la ecología, la sociología, la etnobotánica y otras ciencias afines, con una óptica holística y sistémica y un fuerte componente ético, para generar conocimientos y validar y aplicar estrategias adecuadas para diseñar, manejar y evaluar agroecosistemas sustentables.

Según Sarandón, (2002). La Agroecología no es un conjunto de técnicas o recetas que se proponen para reemplazar las generadas por la Revolución Verde. No se pretende reemplazar el dogma “productivista” por un “Dogma Agroecológico”. Esta incluye la difusión de tecnologías apropiadas y adaptables a las necesidades de cada agricultor, considerando la diversificación de las fincas, la mejora y conservación del suelo, las interacciones biológicas y la seguridad alimentaria familiar. De esta manera los productores aseguran la alimentación de sus familias con una nutrición balanceada haciendo uso de los recursos alimenticios que produce la finca, como ser frutas, animales domésticos (cerdos, gallinas, patos, conejos, vacas, etc.). A partir de estas interacciones podemos generar resiliencia dentro de la finca, utilizando los desechos de la cosecha para la alimentación de los animales.

3.2.1 Un enfoque holístico y sistémico de la agroecología

El conocimiento agroecológico se construye a través de una investigación acción participativa, en que los agricultores son sujetos y no solo objetos del proceso de investigación. La Agroecología debe entenderse como un nuevo enfoque, más amplio, que reemplaza la concepción exclusivamente técnica por una que incorpora la relación entre la agricultura y el ambiente global y las dimensiones sociales, económicas, políticas, éticas y culturales. La sustentabilidad debe ser vista como una búsqueda permanente de nuevos

puntos de equilibrio entre estas diferentes dimensiones que pueden ser conflictivas entre sí en realidades concretas (Caporal y Costabeber 2004).

Existen mucha dudas sobre los alcances y aplicación y sobre el destinatario de la propuesta agroecológica ¿Para quién sirve la Agroecología? (Altieri 1987). Sin embargo, entendemos a la sustentabilidad como un compromiso ético con las futuras generaciones, entonces todos los agricultores deberían manejarse con este enfoque. Sería entonces un error limitar o sesgar la aplicación de la Agroecología sólo a un determinado tipo de productor. Esto limitaría el campo de acción y la fuerza de la Agroecología (Altieri 1991 y Toledo 1992).

3.3 La situación actual de la caficultura en Honduras

En varios países de Suramérica y Centroamérica, la economía nacional ha estado históricamente influenciada por la actividad cafetera. Por casi un siglo, el café ha constituido la principal fuente de generación de recursos que, en términos de desarrollo social, permitió a la población contar con un nivel de vida digno. Esto con llevó a que las áreas predominantemente cafetaleras comenzaran un proceso de diversificación del paisaje y de los medios de vida de los hogares campesinos. (CATIE 2011).

En Honduras el rubro del café tiene gran influencia en la economía, según el Banco Central de Honduras, este producto contribuye con el 4.8% al PIB nacional y al 34.8% del PIB agrícola, ocupando el tercer lugar como rubro generador de divisas en el país solo después de maquila y remesas. Aunado a que alrededor de 112 mil familias dependen de este cultivo el 85% está en manos de pequeños productores (Menores de 100 quintales), el 15 restante está en manos de medianos y grandes productores. Es importante destacar que solamente el 1%, está catalogado como grandes productores y son aquellos que producen arriba de 500 quintales. (IHCAFE 1999).

En Honduras apenas se inicia la costumbre de incorporar especies maderables dentro de los cafetales; pero al igual que en el cultivo de cacao se estima que la incorporación y manejo de árboles maderables, cítricos y la incorporación de apiarios (colmenas) en el café, puede contribuir a diversificar más la producción en las fincas, además del beneficio ecológico que proporcionan. Actualmente existe mucho interés a nivel regional en lograr una producción más sostenible del café, donde los árboles, especialmente los maderables, juegan un papel importante al ayudar en la estrategia de diversificar la producción, así como el aporte sustancial que representan en términos económicos a mediano y/o largo plazo (FHIA 2004).

3.4 Los sistemas de café agroecológico y orgánico

Los sistemas ecológicos de café representan una alternativa cuando el uso de monocultivos no es económicamente factible debido al alto costo de productos agroquímicos; es decir, cuando no se puede cubrir el costo del fertilizante necesario en el monocultivo. En estos casos, con la introducción de especies de árboles adecuadas para sombra se puede llegar a suplir, en parte, las necesidades nutricionales del cultivo (adición de la materia orgánica, fijación de nitrógeno, protección contra la erosión hídrica y eólica, creación de microclima favorable (Mendieta y Rocha 2007).

Los recursos genéticos conservados en las fincas resultan fundamentales para la producción agropecuaria y la seguridad alimentaria en el futuro. Además, representan la seguridad alimentaria de los propios agricultores y su reproducción social. Muchos agricultores mantienen la estrategia de diversificar, como un seguro para enfrentar el cambio ambiental o las necesidades sociales y económicas cambiantes. De hecho, sembrar varias especies de cultivos estabiliza los rendimientos en el largo plazo, mejora la productividad y aumenta al máximo la reinversión en el sistema en condiciones de niveles bajos de tecnologías y recursos limitados (Nicholls y Altieri 2012). Entre los diversos arreglos se encuentran los siguientes:

La rotación de cultivos: Constituye una alternancia regular de diferentes cultivos en una misma área. Esa combinación debe considerar diversos factores, entre ellos los tipos de

cultivo y los factores del ambiente que influirán en los cultivos seleccionados para que integren el sistema. Las rotaciones de cultivos, como estrategia adecuada para manejo de los agroecosistemas permiten la combinación de cultivos con distintas estrategias y momentos de utilización de recursos (leguminosas que fijan nitrógeno, cultivos con sistemas radicales superficiales, cultivos con sistemas radicales profundos, etc.) o que exhiban otras características que incidan sobre el suelo o las plantas (por ejemplo, especies alelopáticas) contribuyen al control de malezas, plagas y patógenos (Studdert y Echeverría 2000).

Árboles o arbustos dispersos en potreros: En estos sistemas el objetivo principal es la ganadería; en forma secundaria, se puede lograr la producción de madera, leña o frutas. Los animales se alimentan con hierbas, hojas, frutos, cortezas y otras partes de los árboles, con pasto que crece bajo los árboles en forma natural, o con pasturas, si se siembran bajo los árboles.

Policultivos: Son sistemas de cultivos múltiples, donde dos o más cultivos crecen juntos en la misma superficie de tierra durante parte o todo su ciclo contribuyen al aumento de la diversidad específica, vertical, estructural y funcional de los agroecosistemas (Gliessman 2001) presentando como beneficios un mejor comportamiento ante la presencia de adversidades (enfermedades, malezas y plagas) y/o una mayor eficiencia en el uso de los recursos (Sarandón *et al.* 2002 Sarandón, y Chamorro 2003). Sin embargo, estos beneficios no se logran simplemente mezclando un cultivo con otro. Para poder desarrollar con éxito un sistema de policultivo es fundamental entender los mecanismos ecológicos que pueden provocar su mayor rendimiento.

Sistemas agroforestales: Son una forma de uso de la tierra en donde especies leñosas perennes interactúan biológicamente en un área con cultivos y/o animales (López 2007). Aunque la presencia de árboles aporta beneficios en todos los sistemas, la presencia de los mismos es particularmente importante en aquellos agroecosistemas en donde el árbol forma parte de la estructura de la biomasa original del lugar. Ayudan a controlar los vientos fuertes, son refugio para fauna silvestre, ayudan en la conservación del suelo y el agua, belleza

escénica, regulación de microclima fijan carbono y reducen presión sobre los bosques (Mendieta y Rocha 2007).

Cercas vivas: Es una línea de árboles o arbustos establecida por los productores para dividir potreros o campos agrícolas y evitar el paso de animales (Harvey 2004). Además de estos servicios, se produce forraje, leña, madera, flores para miel, frutos, postes, etc. En un estudio realizado por Sánchez *et al.* (2005), se encontró que en Matiguás, Matagalpa, las cercas están compuestas por especies arbóreas de usos múltiples que tienen fácil propagación y beneficios como leña, forraje y madera, tales como: *Bursera simaruba* . *Tabebuia rosea* , *Pachira quinata* , *Erythrina berteroana* . Y *Gliricidia sepium*.

3.5 Conservación de la variabilidad genética en los agroecosistemas

En la actualidad existe la pérdida de variabilidad genética de los principales cultivos. De las cerca de 80.000 plantas comestibles que se considera que existen, solo se usan unas 200 y únicamente 12 son alimentos básicos importantes de la humanidad (FNUAP 1991). El problema consiste en que al incrementar la uniformidad genética del cultivo este se vuelve vulnerable al ataque de plagas y enfermedades que adquieren resistencia tanto a plaguicidas como a las defensas de las plantas , también las cultivos se hacen más vulnerables a los cambios climáticos y otros factores ambientales. El problema se vuelve grave cuando va acompañado de una disminución del banco genético de cada cultivo cada vez hay menos fuentes de genes para incorporar (Stephen 1998).

Según Sevilla (2010), la utilización de semillas autóctonas, producto de la coevolución histórica de la sabiduría local con las condiciones específicas aire/agua/suelo/biodiversidad de cada agroecosistema, constituye el elemento primigenio para un manejo agroecológico. En este sentido, los bancos locales y campesinos de semillas y su articulación en redes para el desarrollo de una investigación participativa (agricultores y agricultoras entre sí y/o estos con personas técnicas agroecólogas) de adaptación y libre intercambio en los diferentes agroecosistemas, constituye el comienzo de la soberanía alimentaria. La lucha contra los

transgénicos y la denuncia del deterioro de las personas y la naturaleza son acciones paralelas irrenunciables.

En Honduras conoce muy poco sobre las especies silvestres, ya que el esfuerzo que se ha hecho con los pocos recursos económicos y humanos se ha concentrado a plantas cultivadas. Sin embargo se tiene conocimiento que crecen parientes silvestres del camote (*Ipomoea batatas*). Asimismo se ha observado en el sur y occidente, plantas silvestres de algodón (*Gossipium hirsutum*) que crece espontáneamente en los campos de cultivo. También se tiene conocimiento que crece en forma espontánea, lo que se define como pariente silvestre del maíz en el departamento de Olancho, el Tripsacum y el Teosintle. También existen semillas criollas de maíz como ser: tusa morada, maíz blanco, maíz pacaya y el negro de montaña, estas semillas se conservan principalmente en la zona occidental del país heredado por nuestros ancestrales los mayas.

En las investigaciones etnobotánicas en 17 de los 18 departamentos de Honduras ya se han identificado cerca de 624 especies entre cultivadas. y silvestres, a las cuales se les ha encontrado propiedades medicinales de acuerdo a la sabiduría popular, de las cuales 250 resultaron ser las más comúnmente utilizadas por la población hondureña. Dentro de las más importantes están: calaguala (*Polypodium aureum*) albahaca de monte (*Ocimum micranthum*), cablote (*Guazuma ulmifolia*), cola caballo (*Equisetum giganteum*), frijolillo negro (*Cassia occidentalis*), y guayabo (*Psidium guajava*) (Núñez y Alvarado 1995).

3.6 Disponibilidad y calidad de agua en las fincas

El agua es sin dudas uno de los recursos más importantes y valiosos para la agricultura y para la humanidad. Aunque el agua abunda en nuestro planeta (2/3 de su superficie están cubiertas por agua) y forma parte de un ciclo que parece no agotarse nunca. Hay dos características que deben ser tenidas en cuenta y que pueden significar un serio problema para los humanos: su calidad y su disponibilidad. La disponibilidad de agua dulce impone importantes restricciones a su uso indiscriminado. La agricultura es la actividad humana que hace un

mayor uso del agua para consumo. La degradación de la calidad del agua y la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, son los mayores problemas que enfrenta la gestión de los recursos hídricos en América Latina (CEPAL 1999).

El problema de la calidad de agua es tan importante como aquellos relativos a la escasez de la misma, sin embargo, se le han brindado menos atención. La evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua con relación a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos relacionados con la salud (FAO 1993). En las fincas de cafetaleras existen problemas de acuerdo a la calidad especialmente para el consumo o uso doméstico. No existe un plan de saneamiento de las fuentes que abastecen a la finca, mucho peor con un mal manejo de cuencas hidrográficas y un manejo inadecuado de las aguas mieles.

3.6.2. Factores que alteran la calidad de agua

Los sedimentos arrastrados ocasionan turbidez en el agua afectando la captación de luz por las plantas acuáticas y por lo tanto de quienes se alimentan de ellas. Además, la calidad del agua disminuye para su uso recreativo, navegable y aumenta los costos de su procesamiento para el consumo humano. El agua está fluyendo continuamente a través del cuerpo de la planta saliendo por los estomas, vías transpiración y entrando por las raíces. De este modo se conserva la humedad en el suelo, siendo una parte crucial de los agroecosistemas. Los ecosistemas reducen la sedimentación mediante la infiltración y disminuyendo la anergia cinética de las gotas de agua producida por la lluvia al momento de impactar con el suelo, sirviendo las hojas de las plantas como amortiguador de esta forma se disminuye la escorrentía, que arrastra suelo provocando sedimentación en los ríos, quebradas y riachuelos (Sarandón y Flores 2014).

3.7 El flujo de la energía en los agroecosistemas ecológicos y convencionales

La fuente principal de energía en los ecosistemas como punto de partida, es el sol. Sólo una pequeña parte de la energía solar que efectivamente llega a la tierra es transformada en biomasa por las plantas verdes (productores primarios) a través del proceso de la fotosíntesis. Mediante este proceso, una gran cantidad de energía de alta calidad es almacenada en los enlaces químicos que unen los compuestos orgánicos que conforman la biomasa.

La energía es la que impulsa cualquier sistema, ya sea de aquellos diseñados por la naturaleza o de aquellos diseñados por el hombre. Los agroecosistemas dependen de dos tipos principales de energía, la energía solar y la energía cultural. Los ecosistemas naturales terrestres dependen únicamente de la energía proveniente del sol (forma directa o como subsidios indirectos de energía solar tales como el viento y la lluvia). En los ecosistemas naturales, la energía deja el sistema principalmente en forma de calor, generado por la respiración de los organismos constituyentes de los distintos niveles tróficos.

En los Agroecosistemas, el flujo de energía sufre importantes modificaciones. La agricultura implica, por definición, una simplificación del ecosistema, y por lo tanto, un esfuerzo para desviarlo de los procesos naturales. Busca en síntesis, desviar la energía para ser consumida (respirada) por los seres humanos (que viven en ciudades) en lugar de los integrantes del sistema.

Según Gliessman (2001) los aportes de energía en la agricultura pueden ser clasificados en dos tipos principales, aportes ecológicos de energía o aportes de energía solar. Estos pueden ser divididos a su vez en aportes biológicos e industriales; los primeros provienen directamente de fuentes biológicas que estén bajo el control humano. Incluye el trabajo humano, el trabajo animal o subproductos biológicos (estiércoles, "compost", semilla producida localmente, etc.). La energía cultural biológica es energía renovable derivada de la energía contenida en los alimentos cuya fuente primaria es la energía solar. Los aportes industriales de energía son aquellos principalmente derivados de los combustibles fósiles. Estos aportes han adquirido importancia notable a partir de la mecanización de la agricultura.

3.7.1. Eficiencia energética de los sistemas agrícolas.

Los sistemas convencionales actuales son altamente dependientes de los aportes de energía cultural industrial. Este tipo de energía ha contribuido al aumento de la productividad de los sistemas agrícolas ya que es energía de mayor calidad (o más concentrada), por lo tanto, tiene mayor capacidad de realizar trabajo (una Kcal. de energía en forma de combustible fósil tiene capacidad de realizar cerca de 2000 veces más trabajo que una Kcal. de radiación solar).

Las maquinarias, fertilizantes y otros insumos químicos utilizados en la agricultura han tenido un rol decisivo en el incremento de la productividad de los sistemas agrícolas. Sin embargo, este incremento de productividad fue a expensas de un alto consumo indirecto de energía utilizado para la producción, distribución y transporte de los citados insumos. En los EEUU, aproximadamente 2/3 de la energía usada en la producción de cultivos deriva de los fertilizantes y la mecanización (Pimentel 2002).

Los agroecosistemas no mecanizados, basados en el aporte de energía a través del trabajo humano o animal, tienen altas eficiencias energéticas: entre 5 y 40 calorías de energía producidas por cada caloría de energía cultural invertida (Gliessman 2001). En los Estados Unidos, desde el año 1700 hasta 1900 el incremento en el uso de la energía (principalmente fósil) aumentó 17 veces, mientras que, en el mismo período, los rendimientos del maíz aumentaron solo 3 veces (Pimentel 1990).

Por otra parte, Bayliss-Smith (1982), analizando diferentes sistemas agrícolas encontró que esta eficiencia puede ir desde 40 unidades de energía obtenidas por unidad suministrada en sistemas primitivos de cultivos, hasta solo 1 o 2 en sistemas de agricultura industrializada. Justamente, los sistemas altamente mecanizados, en cambio, alcanzan mayores niveles de rendimiento a costa de una notable disminución de la eficiencia energética, alcanzando incluso el extremo en dónde el retorno de energía en el alimento es menor a la inversión de energía cultural ($EE < 1$).

Según Grönross (2006) en algunos de estos sistemas, la proporción de energía renovable representa solo un 7 a 16% de la energía primaria total utilizada, mostrando la alta dependencia de energía no renovable de los modelos intensivos de agricultura.

3.8 Plagas y enfermedades del café y controladores biológicos

La reducción de plagas y enfermedades debe estar orientada a la puesta en práctica de una serie de medidas de carácter sanitario, tanto en el campo como a nivel de semilleros y viveros con el uso de variedades resistentes y adaptadas al medio, como también el empleo de prácticas culturales dirigidas a convivir con tales enemigos, creándoles condiciones adversas o desfavorables y manteniéndolos en niveles tolerables a través de densidades adecuadas de siembra, regulaciones de sombra y podas oportunas, abonamientos, uso de obras de conservación elementales e incineración del material enfermo o infestado (FHIA 2004).

Es la represión de las plagas mediante sus enemigos naturales; es decir mediante la acción de predadores, parásitos y patógenos. Los parásitos de las plagas, llamados también parasitoides, son insectos que viven a expensas de otro insecto (hospedero) al que devoran progresivamente hasta causarle la muerte. Durante ese tiempo completan su propio desarrollo larval. Los patógenos son microorganismos como virus, rikettsias, bacterias, protozoarios, hongos y nematodos, que causan enfermedades o epizootias entre las plagas.

Una de las características de los enemigos biológicos es reaccionar a los cambios de densidad de sus hospederos o de sus presas. La reacción de los enemigos biológicos ante las densidades de la plaga tiene dos aspectos, una respuesta funcional y una respuesta numérica. Por la primera un predador o un parasitoide atacan un mayor número de presas u hospederos cuando las poblaciones de estos son más altas.

Los parasitoides atacan a las presas y ovopositan los huevos dentro de ella, y comienza a reproducirse, en el cultivo de café tenemos como controlador biológico la avispa que controla

la broca del café y el minador de la hoja (*cephalonomia stephanoderis prorops nasuta*). Existen bacterias virus y hongos, específicamente hongos entomopatógenos que atacan a insectos ocasionándole daños en el sistema nervioso a través de la penetración de los ustorios, mecanismos de alimentación de la hemolinfa de los insectos. En el cultivo de café se utiliza el *Beauveria bassiana* que se utiliza como controlador biológico de broca del café.

3.8.1 En el cultivo de café se presentan las siguientes enfermedades

Ojo de gallo (*Mycena citricolor*), el hongo que ataca las ramas, hojas y frutos de la planta de café. Se manifiesta inicialmente con la presencia de manchas circulares de color pardo oscuro en las hojas y frutos, tornándose a un color gris claro a medida que el hongo se va desarrollando. Estas manchas que lesionan la hoja, ocasionan un desprendimiento del tejido vegetal afectado (IHCAFE 2011).

Roya del café (*Hemileia vastatrix*): Los síntomas consisten en la formación de manchas con apariencia amarillenta en la parte superior de la hoja y la formación de un polvo anaranjado en la parte inferior (envés). Las lesiones viejas pueden mostrar un color negro con borde amarillento, sobre todo al inicio de la época lluviosa

Broca del café (*Hypothenemus hampei ferr*): Este insecto ocasiona significativos daños económicos y el deterioro de la calidad del grano. Esta plaga es de difícil control, debido a su hábito de permanencia dentro de los granos de café. Los mayores ataques de la broca se presentan al inicio de las lluvias, cuando la hembra del insecto vuela de los granos de café remanentes en el suelo y en la planta, hacia los frutos sanos de la nueva cosecha (IHCAFE 2011).

La perforación de los granos causados por el insecto, disminuye el peso de las cerezas, presentándose así, una reducción en la calidad del café, el desprendimiento de los frutos de la planta y la disminución de los ingresos (IHCAFE 2011).

IV. METODOLOGÍA

4.1 Descripción del área de estudio

La investigación se realizó en el municipio de Marcala departamento de la paz, Honduras; en los períodos de septiembre del 2015 a enero del 2016. Se estudió la dinámica del agroecosistema en dos fincas cuyo cultivo principal es café, pero con diferente grado de complejidad. Una finca agroecológica con una complejidad de 3.2, propiedad del señor Franklin Castillo, la otra finca convencional con una complejidad 1, propiedad del señora María Eleonora Martínez Fiallos. Ambas se encuentran en las mismas condiciones agroecológicas, una altitud de 1320 msnm, con una temperatura media de 21C° y una de precipitación anual de 800 mm por año (Figura 1).

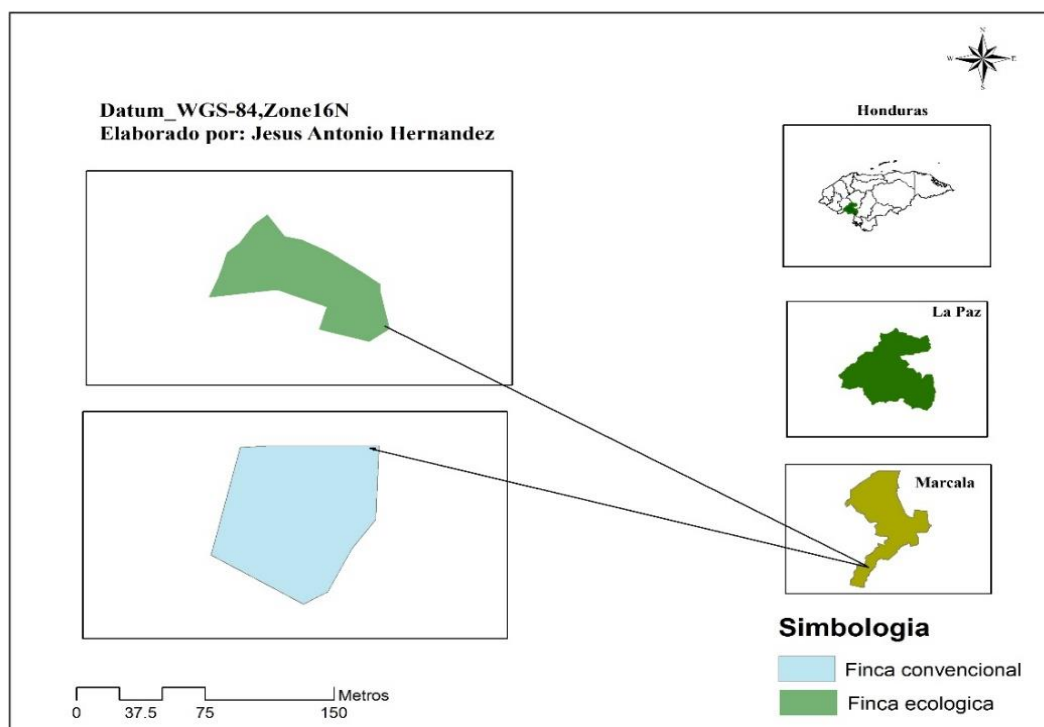


Figura 1. Ubicación geográfica de las fincas convencional y ecológica.

4.2 Materiales y equipo

Las dos fincas tienen 7 años de producción se tomó una hectárea del cultivo de café. En el estudio se evaluó tres componentes, diversidad, energía y salud. A continuación se describen cada uno de ellos con sus respectivas variables. Materiales utilizados: Cinta métrica, GPS, Nailon, Grasa industrial, Computadora, Lupa, Libreta de apuntes, etc.

4.3 La diversidad del agroecosistema

El agroecosistema de las fincas tiene cuatro indicadores: Aportes nutricionales de árboles, Cercas viva, Diámetro de copa, Índice equivalentes de tierra. Los datos fueron tomados en el campo procesados a través de fórmulas, gráficos y mapas por medio de sistemas de georreferenciación.

Aporte nutricional y alimenticio de los cultivos: Considerando las necesidades nutricionales de la familia y de seguridad alimentaria, se identificaron todas las especies alimenticias cultivadas y se clasificaron según su aporte calórico, proteínico y vitamínico. Para ello se tendrá en consideración la distribución que realiza Jeavons (Figura 2).

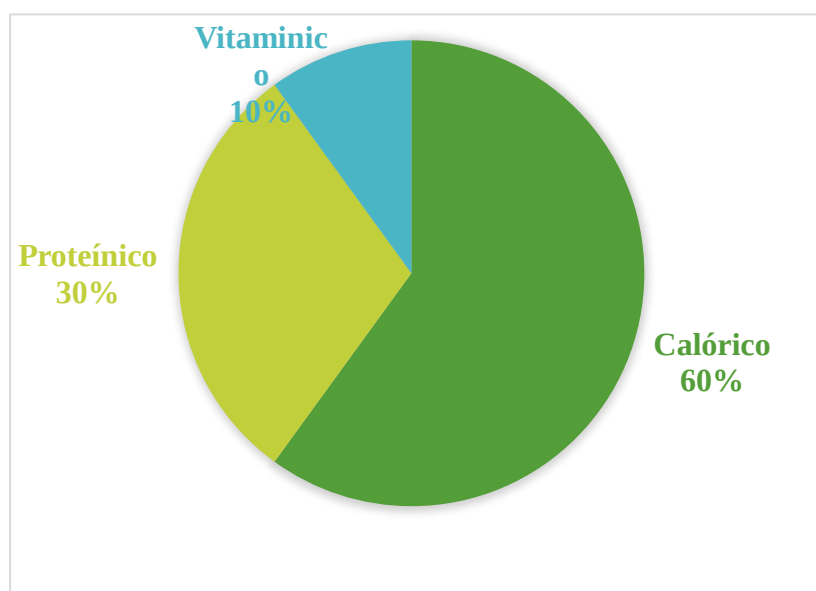


Figura 2. Gráfico de los aportes nutricionales de las plantas huerto sustentable cultivados biointensivos Jeavons 2007

Áreas de cercas vivas: El área de la cerca viva se midió alrededor del perímetro de la finca, en metros lineales (ML). El área de la sombra se determinó desde el centro del árbol hacia afuera y hacia dentro del cerco. Al presentarse demasiados árboles se hizo un muestreo del 10%. Se midió mediante la siguiente formula: Longitud del cerco X ancho de copa (Figura 3).



Figura 3.Medición de las cercas vivas

Índice equivalente de tierra: Se describieron los tipos de socios que realiza el productor y se calculó el índice equivalente de tierra según los rendimientos obtenidos en el socio en relación a los monocultivos de otros productores de la zona.

$$\text{Índice Equivalente de Tierras} = \sum \frac{Y_{pi}}{Y_{mi}}$$

Y_{pi}= Es la cosecha de cada cultivo en un sistema intercalado o en policultivo

Y_{mi}= Es la cosecha de cada cultivo *per se* o en monocultivo

Diversidad funcional de las especies arbóreas: Se identificaron todas las especies arbóreas de la finca y se clasificaron los usos directos y las funciones pasivas potenciales que tuvieran, así como también las que el productor le da y conoce.

Cuadro 1. Diversidad funcional de las especies arbóreas en las finca del cultivo de café

Rendimientos directos	Funciones pasivas
Comida para humanos	Mejorador de suelos
Forraje-hojas	Bombeo de agua
Forraje-concentrado	Control de erosión
Madera	Retardante de fuego
Medicinal humanos-animales	Barrera rompevientos
Producción de biofertilizantes	Barrera-seto vivo
Preparados para controlar plagas y enfermedades	Sombra
Postes	Atrayente de aves
Leña	Hábitat
Abejas	Ornamental

Modificado de David Holgreem , 2010. Tres on the treeless plains. Revegetation manual for the volcanic landscapes of central Victoria.

4.4 Salud

La salud de agroecosistema de las fincas se midió a través de los indicadores: Plagas, enfermedades, controladores biológicos, calidad de agua y variables del cultivo; cada uno de los indicadores mencionados con sus respectivas variables. Los resultados fueron procesados a través del análisis de componentes principales por medio del *software estadístico infostat* (versión 2008).

Presencia y daño de plagas y enfermedades:

El monitoreo de plagas y enfermedades se realizó cada 15 días durante 2 meses. Según las características de la parcela cultivada de café, se dividió en 3 parcelas cada una, considerando los asociados, condiciones de terreno y de la plantación. En el centro de cada una de la parcela se seleccionaron 20 plantas, escogiendo en el primer cafeto una bandola del nivel superior marcados con una cinta de color verde, en el segundo cafeto una bandola del nivel inferior siendo marcado con una cinta de color blanco y así sucesivamente alternándose hasta completar 60 plantas por finca (Figura 4).

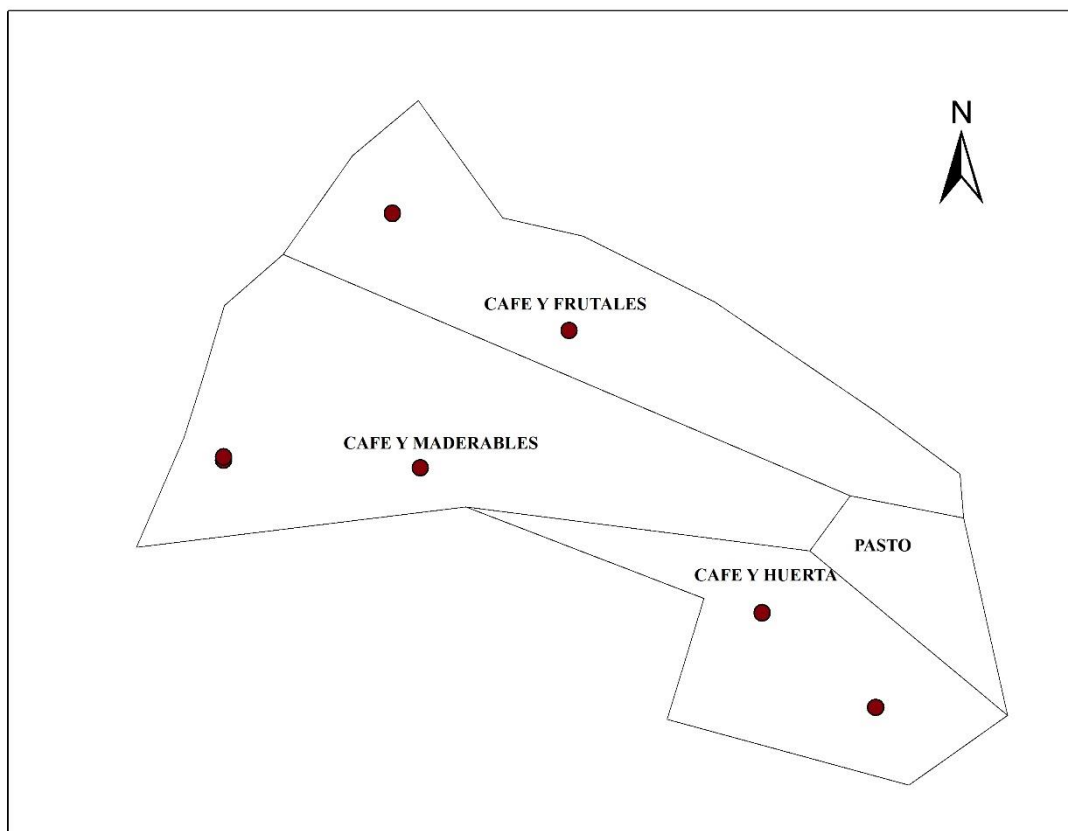


Figura 4.Ubicación de las parcelas de muestreo de plagas y enfermedades.

Se determinó en cada bandola el número total de hojas y la presencia de enfermedades (*Hemileia vastatrix*, *Mycena citricolor*, *Cercospora coffeicola*, *Colletotrichum coffeanum*, *Pellicularia koleroga* y *Leucoptera coffella*); número total de frutos y la presencia de frutos brocados. Luego, se contaron los nudos totales y nudos productivos (con frutos) de la misma bandola y por último el número total de bandolas con frutos. Terminando de evaluar el monitoreo de cada bandola seleccionada, se cuantificó el número de bandolas con frutos en cada planta (anexo 1). La evaluación de las enfermedades en las hojas y frutos se realizó de acuerdo a la sintomatología, para ello, se tomaron como referencia guías de identificación.

Para el cálculo de la incidencia de enfermedades se usó la siguiente fórmula:

$$\text{incidencia (I)} = \frac{\text{número de hojas con síntomas}}{\text{número de hojas evaluadas}} * 100$$

Controlador biológico en la fincas

Para determinar la presencia de controladores biológicos en la finca, se hizo de forma aleatoria, colocando 10 trampas amarillas con grasa industrial en diferentes sitio de las finca. El muestreo se realizó cada 15 días, se contabilizó las especies encontradas según la cantidad de cada una.

Calidad del agua en la finca:

Se identificó las fuentes de agua de la finca (pozos, quebradas, entubada, lagunas) y se tomó una muestra por cada una. Con el uso de *test* rápidos por coloración, a cada muestra se le evaluó las siguientes características: bacterias coliforme, oxígeno disuelto, nitratos, fosfatos, turbidez, pH.

4.3 Flujo de energía en los ecosistemas

La energía de las fincas se calculó por medio de los indicadores: flujo de energía, eficiencia energética, sostenibilidad energética del sistema. Cada uno de los indicadores con sus respectivas variables. Se tomó el control de las actividades de la finca, las entradas y salidas del sistema, por medio de una boleta de toma de datos que tiene el productor y el investigador (Anexo 12).

Flujo de energía y eficiencia energética del sistema:

Para conocer la dinámica del flujo de energía y la eficiencia energética de la finca, diariamente se llevó un control de todas las actividades realizadas en la finca (podas, chapia, aplicaciones de productos, maquinaria, cosecha) y los insumos externos e internos (plaguicidas sintéticos, combustibles, biofertilizantes, estiércoles y semillas) requeridos por cada actividad. Además se registraron las salidas del sistema por alimento de la familia o venta (huevos, hortalizas, frutas, semillas y carnes) (anexo 2).

Flujo de energía:

Se realizó el diagrama de las entradas y salidas de energía en los sistemas finca y la cuantificación por cada uno de los subsistemas.

Sostenibilidad energética del sistema:

Se cuantifico que porcentaje de la energía utilizada es de origen biológico-cultural y de industrial-cultural

Eficiencia energética: Se obtuvo la relación que existe entre la energía que entra al sistema y la que se libera.

$$\text{Eficiencia energética} = \frac{\text{Salidas de Energía}}{\text{Energía invertida}}$$

4.4 Variables del cultivo

En cada una de parcelas del cultivo de café se tomaron 60 plantas al azar cada 15 días, midiéndose las siguientes variables: altura de planta, diámetro del tallo, número de ramas

primarias, número de bandolas, número de granos por bandolas, número de uvas por planta, número de granos vanos por planta y los quintales por hectárea.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Análisis diversidad de especies arbóreas en las fincas ecológica y convencional Marcala la Paz

5.1.1 Análisis de copa de árboles y cerca viva

La diversidad arbórea encontrada en ambas fincas difiere entre sí; en la finca ecológica tenemos especies maderables con menor cantidad, mientras que en la convencional con una sola especie especialmente pino, la cual se encuentra de manera natural.

Cuadro 2. Especies de árboles en ambas fincas convencional y ecológica

Nombre común	Especie
Pino	<i>Pinus oocarpa</i>
Grabileo	<i>Grevillea robusta</i>
Cedro real	<i>Cedrela odorata</i>
Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>
Ceibo	<i>Ceiba petandra</i>
Guama	<i>Inga edulis</i>
Cítricos	<i>Citrus sinensis</i>

En la finca ecológica las especies de sombra son frutales (cítricos y musáceas), en menor cantidad integrado arboles maderables (cedro) y leguminosas (guamas). Además la finca tiene una área de ¼ Ha destinada para pasto utilizado en la alimentación de cabros, ovejos, conejos y ganado vacuno. La guama es la sombra más utilizada en la finca ecológica por su diámetro de copa, generando condiciones ideales para la planta de café con uso potencial en la fijación de nitrógeno (Figura 5).

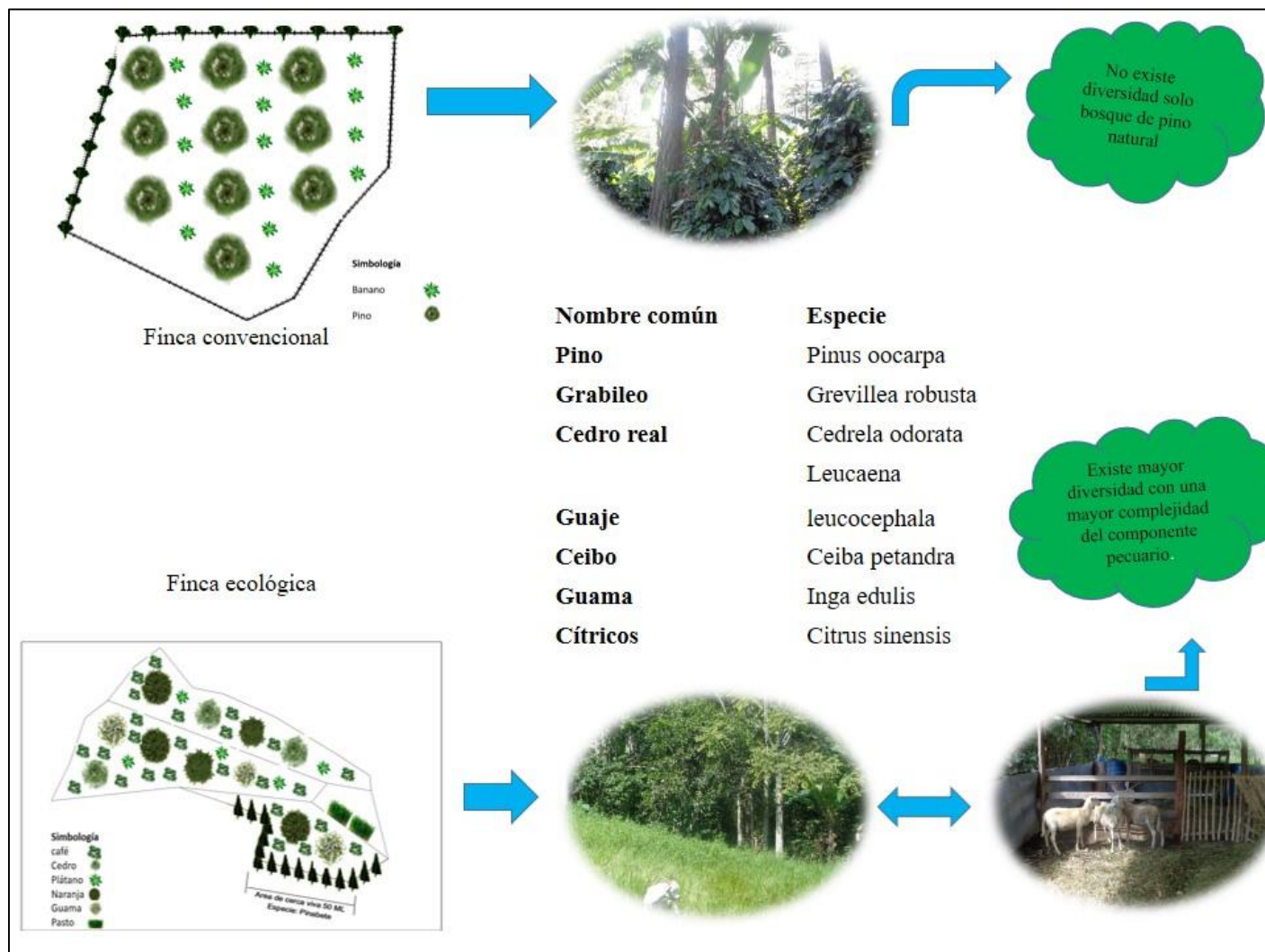


Figura 5. Vista en planta de diversidad funcional de árboles finca ecológica y convencional

El uso de árboles de sombra en el café son importantes independientemente de las especies que se usen, el empleo de estos es clave para favorecer la productividad del café (FHIA 2004). Los árboles en los agroecosistemas incorporar materia orgánica con las hojas, lo que permite una mayor infiltración del agua y una termorregulación del ambiente, creando un microclima en la fincas, en consecuencia se disminuye la pérdida del agua del suelo.

5.1.2 Análisis índice equivalente de tierra y socios

El índice equivalente es de tierra es de 1.92, lo que significa que por cada kg de café producido se produce 1.92kg de alimento en la finca ecológica (Figura 6).

Cuadro 3. Producción en kg/ ha en las finca Dios con nosotros y Tres Marías en Marcala la Paz Honduras.

Cultivo	Ypi Finca ecológica kg/ ha	Ymi Finca convencional kg/ ha	índice equivalente de tierra
Café	2,841	3,181.82	
Naranjas	1,500		
Mandarinas	574		
Guanábanas	300		
Mangos	900		
Total	6,115	3,181.82	1.92



Figura 6. Vista frontal de la diversidad de especies arbóreas en la finca ecológica.

Según López (2012), los rendimientos de grano de frijol ejotero y girasol de los agrosistemas FU(frijol ejotero en unicultivo), GU(girasol en unicultivo) y FGS,(, frijol ejotero con girasol sin corte) con los cuales se determinó el uso equivalente de la tierra, donde el valor alcanzado por este fue de 1.49 unidades de superficie, lo que indica que los unicultivos de frijol y girasol requieren de 49% más de superficie para superar la productividad del agrosistema asociado frijol ejotero girasol (Figura 7).

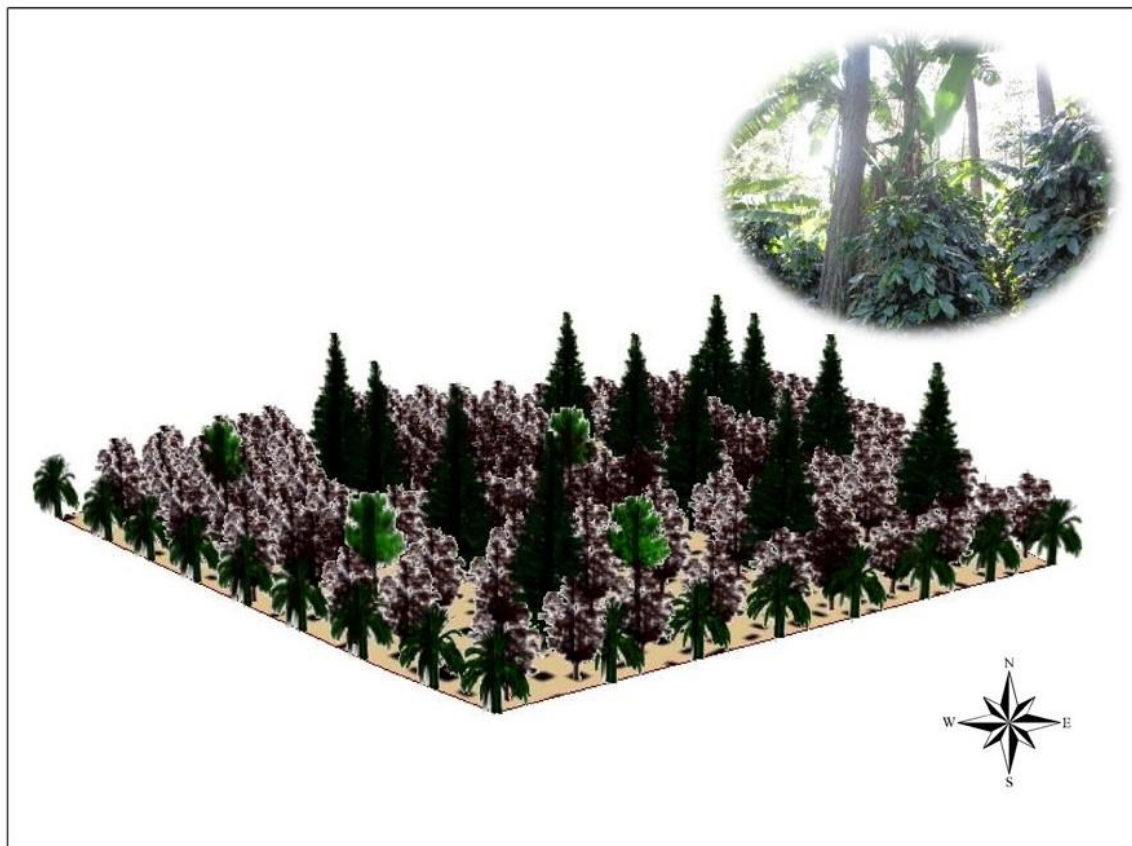


Figura 7. Vista frontal de la diversidad de especies arbóreas en la finca convencional

5.1.3 Análisis aporte nutricional y alimenticio en las fincas

Las distintas especies de plantas brindaron aportes nutricionales a través de las proteínas, carbohidratos y vitaminas presentes en los frutos de las fincas. La finca ecológica tiene mayor cantidad de plantas principalmente frutales y específicamente cítricos que son fuentes de vitamina C, los cuales comparados con las proteínas y carbohidratos representan menor cantidad en cuanto a producción. La fuente de carbohidratos como el banano y el plátano, son utilizados para la alimentación de los animales como los cabros, ovejos, conejos y vacas. A partir de estos animales se obtiene la proteína, principalmente leche y carne destinada al consumo familiar. En la finca convencional existe una mínima diversificación de productos de origen vegetal, por lo tanto se vuelve difícil mantener un equilibrio en el consumo de proteínas en relación con los productos de origen animal (Figura 8).

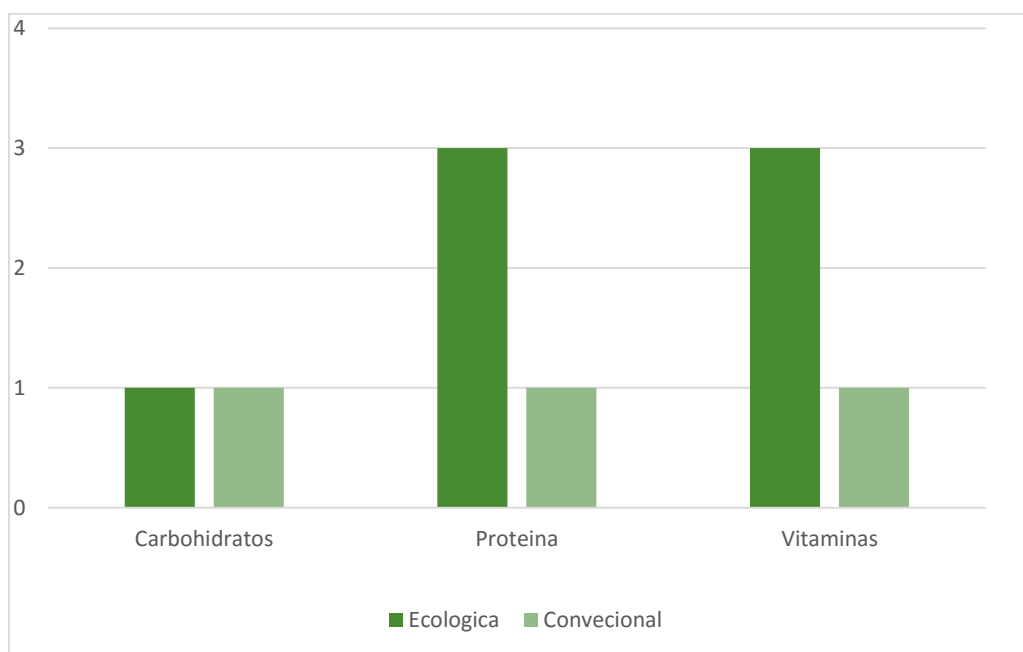


Figura 8. Análisis de las fuentes nutricionales y alimenticias de las finca.

Cuadro 4 Origen de las fuentes de carbohidratos, proteínas, y vitaminas en las fincas.

Finca	F. carbohidratos	F. proteínas	F. vitaminas
Ecológica	Musáceas	Leche	Cítricos
		Carne	Guanábana
		Gallinas	Guayaba
Convencional	yuca	Gallinas	naranjas

El Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) de Honduras presenta estos estudios de caso basados en las experiencias de las familias Rodríguez Lagos, Cantarero Molina y Sánchez Herrera, con el propósito de que sirvan como ejemplo y motivación a otras familias que viven en nuestro territorio, especialmente en las áreas rurales, y que crean que es posible mejorar sus condiciones de vida a pesar de los obstáculos que presenta el campo.

Familia Rosigues Lagos: El sistema de producción en la finca y el huerto basado en granos básicos, hortalizas, tubérculos y especies menores, ha permitido la disponibilidad y

estabilidad de los alimentos, mejorando la situación nutricional de la familia a través del consumo de productos suficientes y diversificados. Asimismo, la producción de hortalizas ha permitido generar ingresos para satisfacer necesidades alimentarias cuando la producción de granos ha sido insuficiente como para suplir otras necesidades básicas. Con los cambios que se han implementado en el hogar, se han mejorado las condiciones de higiene (FAO 2006).

5.2. Análisis de la salud de ecosistemas convencionales y ecológicos

5.2.1 Indicadores de calidad de agua en las fincas

En ambas fincas obtuvo pH de 6 equivalentes a un puntaje de 3 clasificado como bueno, la demanda de oxígeno en la finca ecológica fue entre 51 al 70% de saturación considerado como regular con una puntuación de 2 en la finca convencional fue baja con una saturación menor del 50% considerado bajo con una puntuación 1, nitrato en la finca ecológica hay 20 ppm se considera regular con un puntaje de 2, en cambio en la convencional hay 40 ppm se considera bajo con un puntaje 1. Bacterias coliformes para la finca convencional fue bueno con un puntaje de 3 al igual para la finca ecológica, a excepción positivo en el agua para el consumo de los animales en finca ecológica con un puntaje de 1 (anexo 5). Existe una ligera acidez debido en la zona se encuentra bosque de pino y en el suelo un alto contenido minerales. La calidad de agua para el consumo de las familias es buena debido que es agua potable y no hay contaminación de las fuentes, por aguas mieles u otra contaminación (Figura 9).

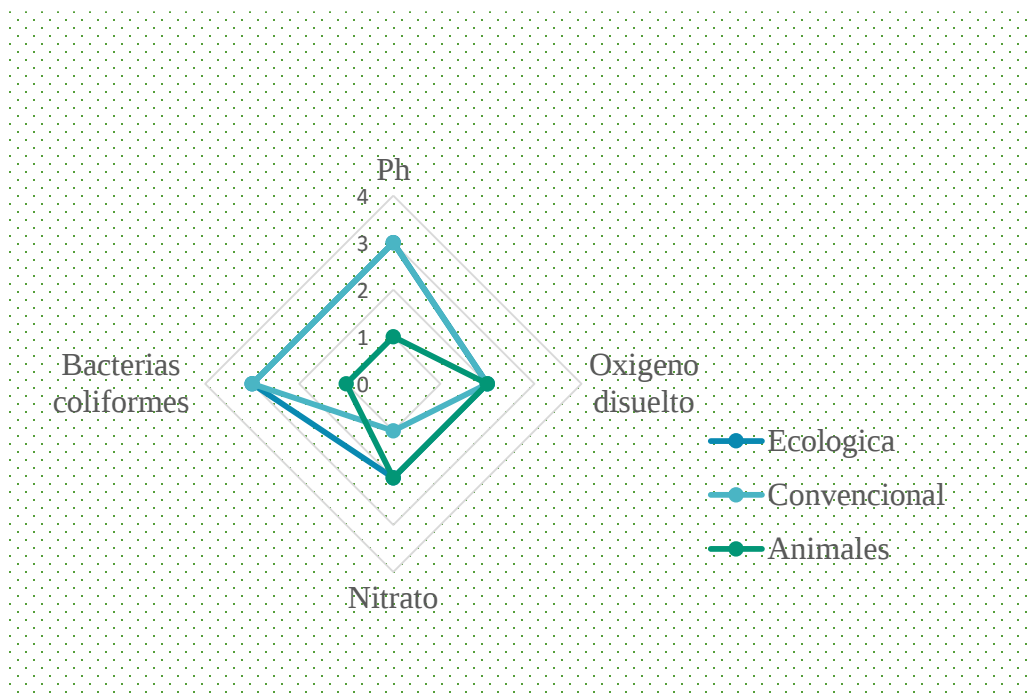


Figura 9. Análisis de la calidad de agua potable en las fincas Dios con nosotros y tres marías.

Cuadro 5. Normativa de parámetros de calidad de agua para uso agrícola y pecuario

Parámetro	Categoría B	Categoría C
	Agua para riego de otro tipo de cultivo	Agua para consumo de ganado mayor y menor
pH	6.0 - 9.0	6.0 - 9.0
Temperatura		18-30°C
Nitratos + nitritos		10 mg/l
Oxígeno disuelto	>/ 3.00 mg/l	
Coliformes totales	10000 (100 ml)	5000 (100 ml)

Fuente: Secretaria de salud (2001).

Según las normativas de calidad de agua de Honduras las fincas tienen una buena calidad para el consumo doméstico pecuario y agrícola los animales no están expuestos al consumo de agua contaminada disminuyendo el riesgo de enfermedades.

5.2.2 Análisis de plagas y enfermedades

La incidencia de plagas y enfermedades en las fincas fue baja, las que mayor se presentaron fueron roya (*Hemeilia vastatrix*), broca (*Hiphotenemus hampei*) (Figura 10).

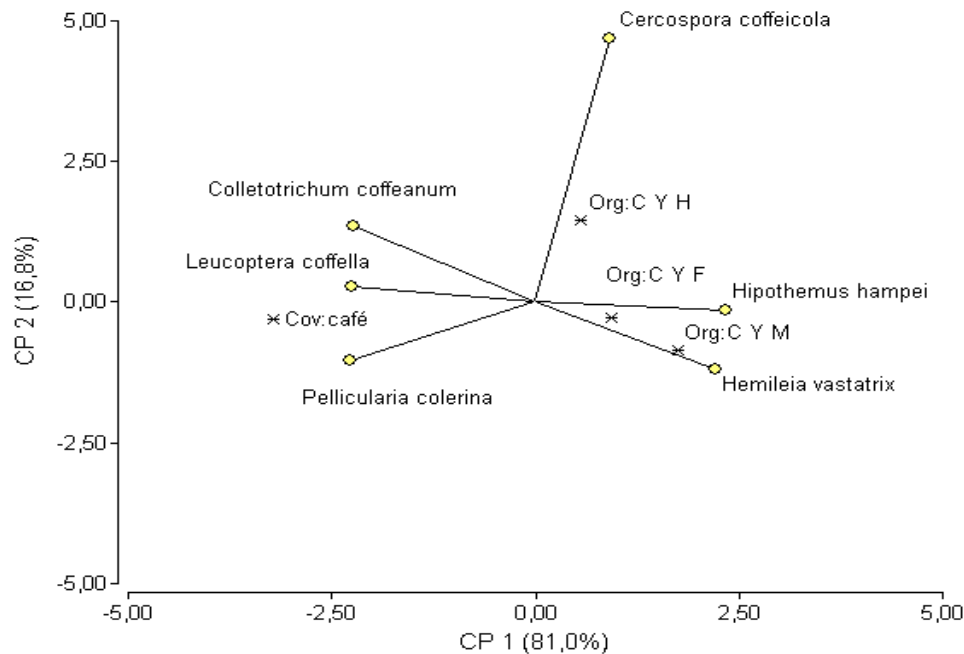


Figura 10. Análisis de componentes principales de plagas y enfermedades finca convencional y ecológica

Se observa que los sub sistemas de la finca ecológica están correlacionado con en el componente 1 81% con roya y broca 23% mal de la hilacha y minador de la hoja en componente 2. Las plagas forman parte del sistema de interacciones dentro de las fincas principalmente para mantener un equilibrio. Debido al uso masivo de productos químicos la diversidad de controladores biológicos han disminuido drásticamente, lo que ha permitido la dominancia de una sola especie, favorecidas por el cambio climático (anexo 6).

5.2.3 Nivel de incidencia por broca en las fincas convencional y ecológica

La presencia de broca se encontró en ambas fincas, en la finca convencional el 98% y en la ecológica con bajo nivel de 23%. En la convencional los primeros muestreos la incidencia

fue mayor debido a la formación del grano, donde la broca ocasiona el mayor daño con un promedio de 8.5 granos brocados por planta disminuyendo hacia la maduración del grano. Existen por varios factores, que la da las condiciones al insecto que se reproduzca, principalmente por la variedad café lempira es susceptible a la broca en el caso de finca convencional y la formulaciones de fertilizantes N, P, K utilizado con altas concentraciones de potasio que son almacenados en el endospermo del grano. El umbral de daño económico es mayor en la finca convencional supera el 5% lo que se considera perdida debido al monocultivo, no existe un equilibrio en la finca en comparación con la finca ecológica. Son variedades de cafés tolerantes a (*Hiphotenemus hampei*) catuai pacas, burbon y la fertilización es más compleja con macro, micro-nutrientes a base de compost de estiércoles de animales, caldos minerales (Figura 11).

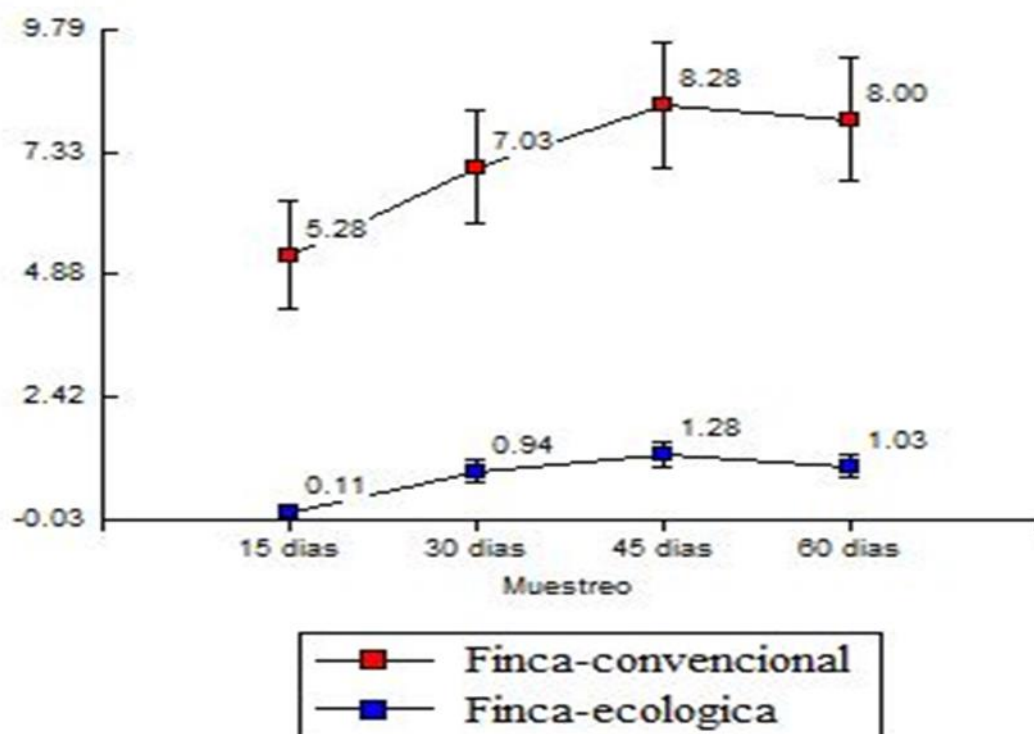


Figura 11. Grafica de incidencia de broca en fincas ecológica y convencional.

5.2.4 Nivel de incidencia por broca en las fincas convencional y ecológica en Marcala la Paz

En la finca ecológica existe mayor presencia de roya, en comparación con la convencional existe una mínima, los niveles en la ecológica fueron disminuyendo en los muestreos debido a la caída de la hoja en la planta esto se le atribuye a las variedades de café que son altamente susceptible al hongo como ser: caturra, catuai, pacas, bourbon, son las variedades prevalentes en la finca ecológica. El daño es mínimo relacionado con la producción debido a que la planta tiene las condiciones para renovar sus tejidos, por su alto contenido de materia orgánica, diversidad de especies de sombra. Existe un equilibrio en el ecosistema de la finca entre suelo y microclima. En comparación con la finca convencional las variedades de café son tolerantes a la roya como ser café lempira (Figura 12).

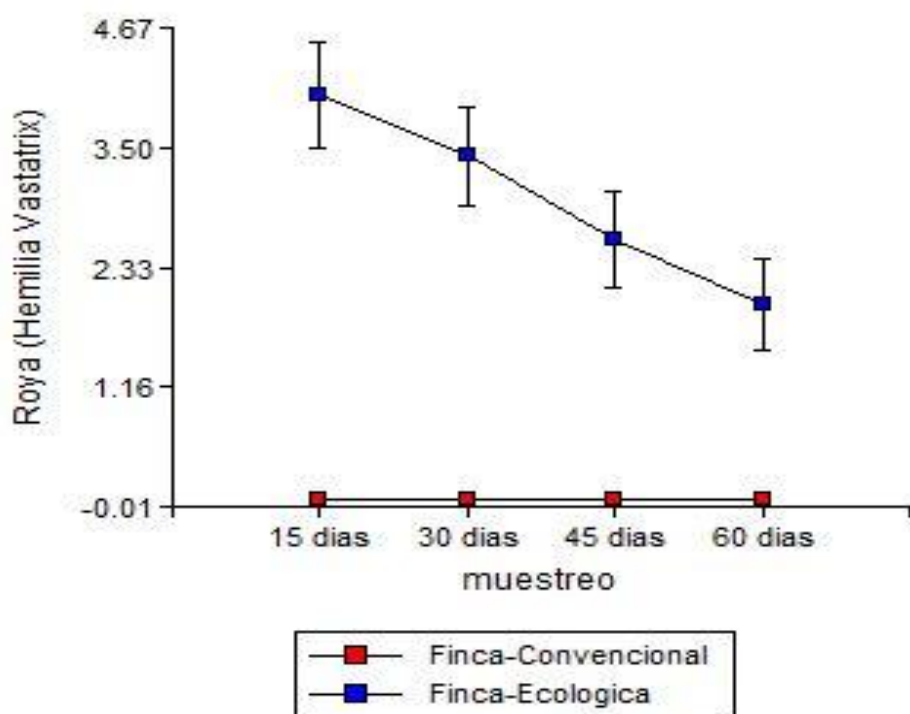


Figura 12. Grafica de incidencia de roya convencional y ecológica.

El principal problema fitosanitario es provocado por *Hemilia vastatrix* ocasionando un mayor impacto en la plantación. Debido a la caída de hoja la planta deja de metabolizar los azúcares, el hongo se desarrolla bajo condiciones de alta humedad relativa, según Zambolim (2015) los cambios climáticos principalmente las sequías aumenta un 50% de pérdida en producción por roya en las fincas de café.

5.2.5 Interacción entre depredadores biológicos y plagas en la finca ecológica

Durante los muestreos en la finca ecológica se encontraron especímenes de mantis significa que hay el manejo sin agroquímicos permite mayor diversidad biológica esto llevaría equilibrio en el ecosistema. Las mantis son depredadores de insectos que estos pueden llegar a ser plagas en los cultivo al momento que comienza a generar pérdidas económicas. Sin embargo en la finca ecológica se encontró el *Grillo indiano* es un insecto cortador de hoja, provoca la defoliación de las plantas si no hay un equilibrio en las fincas puede convertirse en plaga, principalmente adquiriendo resistencia a los productos químicos (Figura 13).



Figura 13. Interacción biológica entre depredador *Mantis religiosa* y cortador de hoja café *Grillo indiano* finca ecológica J. Hernández

Existen otros insectos como enemigos naturales, principalmente las avispidas *Cephalonomia stephanoderis*, *Prorops nasuta*, *Phymastichus coffea* y *Heterospilus coffeicola* que actúan como parásitos; estos insectos, al igual que la broca, son originarios de Africa y a Honduras se introdujo en 1990. El controlador biológico más común en Honduras del grillo indiano es la avispita *Acropolynema* sp. De la familia *Mymaridae* (Hymenoptera), (IHCAFE 2001).

5.3 Análisis de la energía en las fincas de cultivo de café ecológica y convencional

5.3.1 Eficiencia energética en la fincas en producción café en j/s/ ha/ año

La energía invertida proveniente de los recursos naturales renovables (R) es de 2398 J por año en ambas fincas ecológica y convencional, ya que están en las mismas condiciones climatológicas ideales para la producción de café de alta calidad por lo tanto debemos de aprovecharlos. Los recursos naturales no renovables (N), principalmente suelo existe una mínima pérdida significativa 32 J debido a la materia orgánica con un 4% por lo que existe mayor infiltración, es superada por la convencional 42 J principalmente ocasionada por la erosión hídrica con un 3% de materia orgánica (análisis químico FHIA, 2016). Los recursos comprados (F) de origen industrial en la convencional es de 79 J con mano de obra de 169J e insumos de 28.33 en la ecológica de 102 J con una mano de obra de 271 J insumos de 21.62, los recursos comprados son mayores en la finca ecológica debido al requerimiento de mano de obra es mayor (anexo 7,8). Con una eficiencia energética de 1.18kcal por cada kcal que entra al sistema en la finca ecológica en comparación con la finca convencional de 1.05 (Figura 14 y 15).

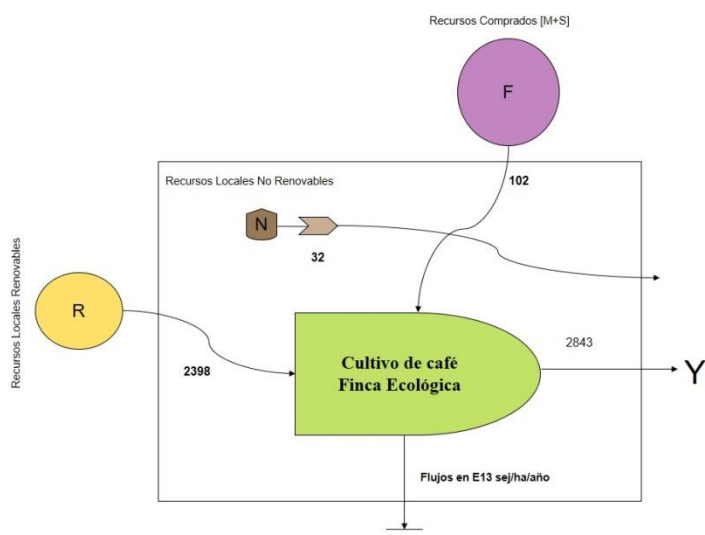


Figura 14. Eficiencia energética finca convencional

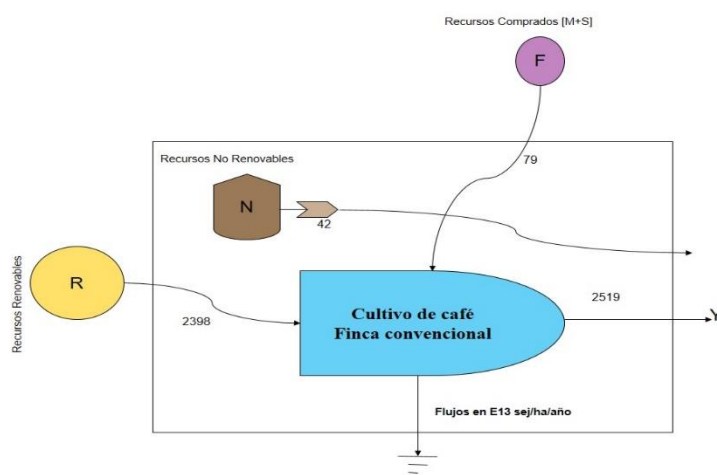


Figura 15. Eficiencia energética finca ecológica

5.3.2 Diagrama de flujo de energía en los sistemas de producción de café finca convencional y ecológica

El sistema está compuesto por entradas recursos naturales renovables (R) como ser: sol lluvia y semillas son la principal fuente de energía que es utilizadas por las plantas para el crecimiento y desarrollo. La energía secundaria es proveída por los recursos comprados (F) que son, mano de obra e insumos (fertilizantes, insecticidas, herbicidas, viales, caldos sulfocálcico, microorganismos de montaña, bocahi, compost de estiércoles de animales) son fuente de energía natural (finca ecológica) e industrial no renovable (finca convencional) ambas son entradas al sistema (anexo 9,10). El suelo es uno de los componentes que sirve para el sostén almacenamiento de agua, minerales y anclaje de las plantas, se contabiliza como salida del sistema, o pérdida por medio de la erosión hídrica es no renovable (N). La producción es producto que sale al final del sistema de una forma cíclica y periódica por el tipo de cultivo como ser (café, naranjas plátano, madera, carne y leche) (Figura 16).

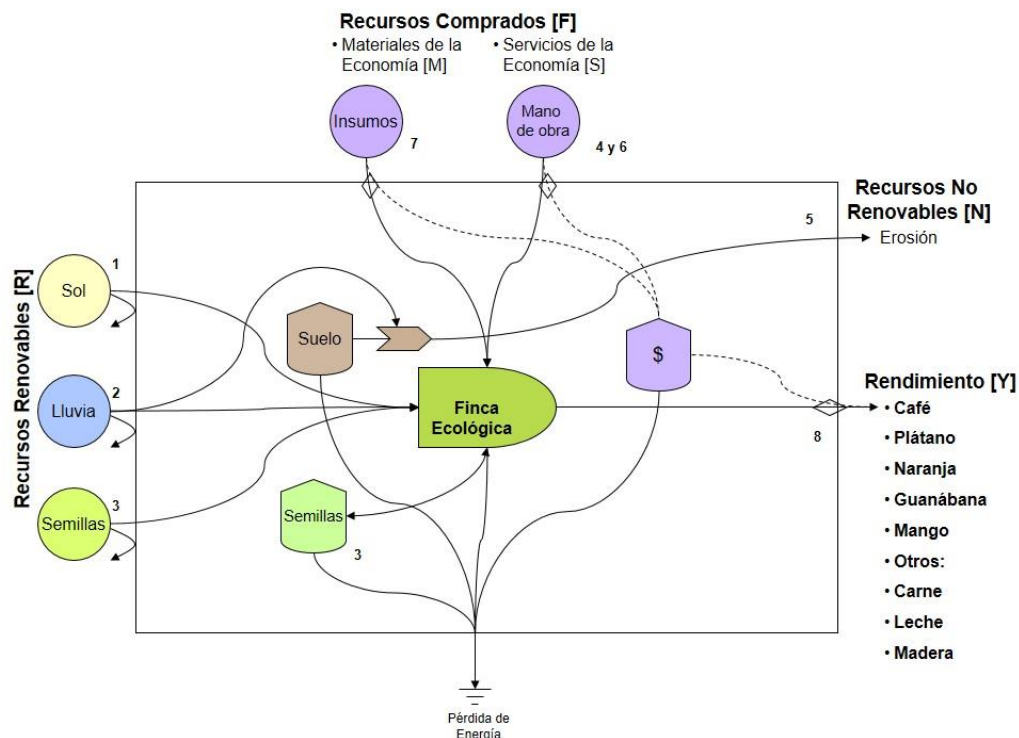


Figura 16.Diagrama de flujo de energía finca ecológica

Cuadro 6. Sostenibilidad energética en las fincas de producción de café

Insumos			Clasificación
Finca	Origen. biológico	Origen. industrial	
ecológica	caldo sulfocacico	—	funguicidas
	compost organico	—	fertilizantes
	Microorganismos de montana	—	
	mano de obra	amistar extra	funguicidas
convencional	—	alto 100	fertilizantes
	—	20_3_17	
	mano de obra	metalosato	
	—	biofoliamin	

Insumos			Clasificación
Finca	Origen. biológico	Origen. industrial	
Ecológica	caldo sulfocacico	—	Funguicidas
	compost orgánico	—	Fertilizantes
	Microorganismos de montana	—	
Convencional	mano de obra	amistar extra	Funguicidas
	—	alto 100	Fertilizantes
	—	20_3_17	
	Mano de obra	Metalosato	
	—	Biofoliamin	

La sostenibilidad se ve afectada principalmente por los insumos de origen industrial en la finca convencional son recursos no renovables que el productor adquiere a altos costos de adquisición generando dependencia y endeudamiento (anexo 4). La caficultura hondureña tiene una alta participación (62%) de mano de obra en los costos, cuya disponibilidad ha ido decreciendo conforme al desarrollo de otras actividades económicas (el 50% de productores dicen no tener problema). Su participación en la estructura de costos, aunque muy alta, no se considera todavía un factor limitante, sin diferencia entre las categorías de productores, pero

si tiende a serlo, especialmente durante las cosechas donde la demanda, es cerca del 50% del total y en condiciones de crisis como la actual, el producto Según el estudio el IHCAFE en el (2001 - 2002) los insumos (fertilizantes, pesticidas y combustibles) y equipo participan en 34% del costo parcial de producción (sin incluir cosecha). El gasto medio general en insumos es L898.00 por manzana (Figura 17).

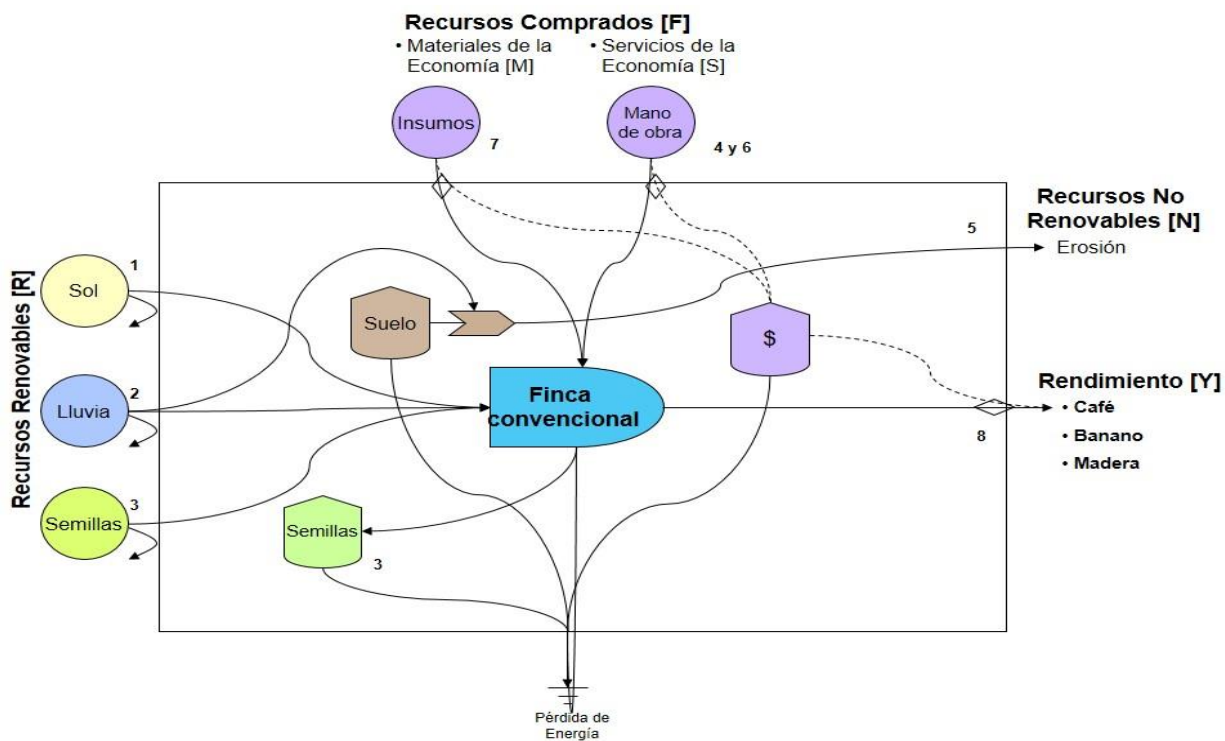


Figura 17.Diagrama de flujo de energía finca convencional

5.4. Análisis variables de producción

La variedad de café lempira en la finca convencional tienen un alto potencial en compante 1 con un 73% en producción en bandolas primarias y secundarias existe una correlación en el componente 2 entre el diámetro y la altura de planta de 23%, con un rendimiento 6364 kg/ha uva, en cambio en la ecológica son intermedio en producción 5682 kg/ha uva pero con una buena tasa de excelencia y les permite comercializar el café con un mejor precio (Figura 18).

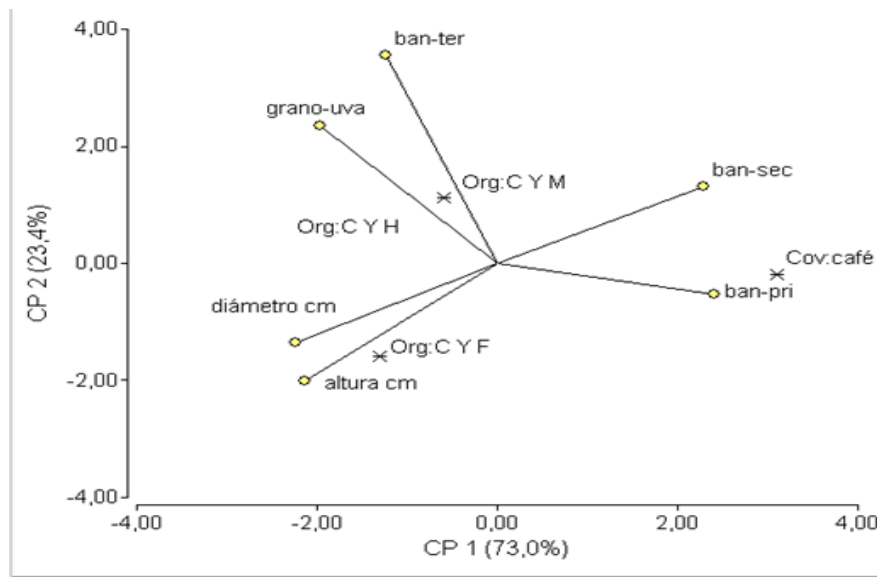


Figura 18. Análisis de componentes principales en las variables de producción en las fincas ecológica y convencional.

Según Banegas (2009) encontró un efecto negativo en la variedad lempira en la productividad sobre los atributos cuerpo, acidez, sabor y pos gusto, lo indica que a mayor productividad menor calidad de taza. Al realizar el análisis se mantuvo significativo el efecto de la variedad lo que significa que la menor calidad no es debido únicamente a la productividad si no que va acompañado con la variedad.

VI. CONCLUSIONES

Por cada kg de café se produce un kg de alimento donde aseguramos la alimentación de la familia y las condiciones de vida son mejores por los ingresos obtenidos, por la venta de productos o como un aseguramiento por medio de los socios de madera de color para las futuras generaciones.

Existe diferencia entre las fincas con lo respectos a las plagas y las enfermedades esto se debe a la variedades de café, en la finca ecología son susceptibles a roya y la convencional a broca, principalmente por el desequilibrio que existe en lo ecosistemas ocasionado por los sistemas de producción en monocultivos.

La calidad de agua es apta para usos domésticos en las familias alteraciones que presenta son generalmente por el bosque de pino con una ligera acidez con un alto contenido de minerales.

Además el impacto que tiene los productos químicos es drástico a los controladores biológicos provocando un desequilibrio de ellos provocando alteración de especies dominantes.

La energía invertida en la finca ecología es mayor de origen biológico debido a la demanda de mano de obra con una alta eficiencia energética reduciendo el impacto ambiental compensado con la calidad de café.

En la finca ecológica la compra de insumos es menor debido que elaborados en la propia finca o adquiridos a costos bajos, esto permite que el productor genera una mayor utilidad y sostenibilidad energética, mientras en la finca convencional todos son externos dependientes de altos costos que tienen en el mercado no hay sostenibilidad energética.

VII. RECOMENDACIONES

Para el control de plagas y enfermedades elaborar parcelas de café con un cultivo diferente entre cada una de ellas que sirvan como barrera o aislador y disminuir el uso de productos químicos como insecticidas y fertilizantes hacer uso de trampas artesanales con productos naturales.

Para la producción de café ecológico debe estar basado en la familia debido a requiere mayor cantidad de mano de obra y los insumos pueden ser elaborados en la propia finca, para reducir costos deben de tener animales para utilizar el estiércol como abono.

Profundizar los estudios de las interacciones biológicas en los ecosistemas de producción de café ecológico.

BIBLIOGRAFIA

Altieri MA 1991. ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional? En Agroecología y Desarrollo. CLADES. 1991. N° 1:25.

Altieri MA 1987. Agroecology. The Scientific Basis of Alternative Agriculture. Westview Press, Boulder, Colorado. 227 pg.

APAH (asociación de pediatras de Honduras) 2016. Disponible en línea <http://www.laprensa.hn/honduras/864033-410/el-26-de-los-ni%C3%B1os-hondure%C3%B1os-padecen-desnutrici%C3%B3n-cr%C3%B3nica>

Banegas Romero Karen Yohana, 2009. Identificación de las fuentes de variación que tienen sobre la calidad de café (*coffea arabica*) en los municipios de El paraíso y Alauca, Honduras. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, CR. 74p. disponible en línea. http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5207/Identificacion_de_las_fuentes_de_variacion.pdf;jsessionid=AC1913F609D007694D465E766C65C4E6?sequence=1

Bayliss-Smith TP 1982. The ecology of agricultural Systems. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 112 pg.

Bustillo – Pardey 2001. El manejo de cafetales y relación con el control de la broca de café en Colombia CENICAFE.

BCIE (Banco Centro Americano de Integración Económica) 2014. Disponible en línea <http://www.bcie.org/uploaded/content/article/1944368211.pdf>

Caporal FR & JA Costabeber 2004. Agroecologia: Alguns conceitos y principios. MDA/SAF/DATER-IIICA. Bibliotecaria Mariela Pinheiro Fabiao-CRB10/161. Brasilia DF: 24 pg.

CASAFE 2011. Guía de Productos Fitosanitarios. 15° Edición. Cámara de Sanidad Agropecuaria y fertilizantes. 2000 pp.

CLADS (Centro Latinoamericano para la competitividad y el desarrollo sostenible) 1999. Disponible en línea. file:///C:/Users/usuario/Desktop/PDF%20TESIS/situacion%20actual%20de%20agricultura%20en%20honduras.pdf.

Clarke, R.J, Macrae, R 1985. coffee volume I chemistry eds. Clarke R j, macrae reselvier EUA 306 pg.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) 1999. Tendencias actuales de la gestión del agua en América Latina y el Caribe .documento LC/L.1180. República Dominicana. 98 pp.

CIESA 2004 (Centro de Investigación y Enseñanza en Agricultura Sostenible) Huerta Orgánica Biointensiva. Disponible en línea: <http://loomio-attachments.s3.amazonaws.com/uploads/6524915db1c9bdd88f2c7cd0f69924dchuerta-organica-biointensiva.pdf>

Doyle, M P, Beuchat L.R Montville T.J 2001. food microbiology, fundamentals and frontiers ASM, press u.s.a 768 pg.

Díaz-López, Ernesto 2012. Uso equivalente de la tierra en la combinación frijol ejotero-girasol en Toluca, México.http://www.unca.edu.mx/investigacion/publicaciones/Revista_21-2-Diaz12.pdf

FAO (organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura) 2012. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Disponible en línea. file:///C:/Users/usuario/Desktop/Lo%20nuevo%20tesis/i3028s.pdf.

FAO (organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura) 2014. Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe. Disponible en línea. file:///C:/Users/usuario/Desktop/Lo%20nuevo%20tesis/FAO%20agricultura.pdf.

FAO (organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura) 2015. Agricultura mundial hacia los años 2015/ 2030 disponible en línea ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/ESPIM/CD-ROM/documents/3B_s.pdf.

FHIA (Fundación Hondureña de investigación agrícola) 2004. Guía práctica producción de café con sombra de maderables. Disponible en línea.<file:///C:/Users/usuario/Desktop/PDF%20TESIS/gpcafeconsombramaderables.pdf>.

FNC (Federación Nacional de cafeteros de Colombia). 1995. Manejo Integrado de la Broca. Boletín de Extensión. No. 76: 1-2

Grönroos J 2006. Energy use in conventional and organic milk and rye bread production in Finland. Agriculture, Ecosystems and Environment 117: 109-118.

Gliessman SR 2001. Agroecología. Processos Ecológicos em Agricultura Sustentable. Editora de Universidade. Universidad Federal do Río Grande do Sul. Segunda Edición. 653 pp.

Gliessman S 2001. A energética dos agroecosistemas. En: Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sustentable. Segunda Edición. Editora da Universidad de. Río Grande do Sul. Brasil. 18: 509-538.

IICA 2012. Situación y desempeño de la agricultura en ALC, desde la perspectiva tecnológica. San José, C.R.: IICA. 92 pg.

IHCAFE (Instituto Hondureño del café) 2011. Disponible en línea. file:///C:/Users/usuario/Desktop/PDF%20TESIS/Principales%20Enfermedades%20y%20Plagas%20del%20Café%20de%20Honduras.pdf.

IHCAFE (Instituto Hondureño del café). 2011-2012. Informe anual de la caficultura. Disponible en línea. https://www.google.hn/search?q=Informe+anual+del+IHCAFE+2011-2012.&aq=chrome..69i57.1601j0j7&sourceid=chrome&es_sm=93&ie=UTF-8.

IHCAFE (Instituto Hondureño del café) 1999. La caficultura en Honduras. Disponible en línea: http://www.incae.edu/ES/clacds/publicaciones/pdf/cen536_final.pdf

INE (Instituto Nacional de Estadística). 2014. Disponible en línea <http://televiscentro.hn/nota/2015/1/27/seg%C3%BAAnBAltimos-datos-del-ine-honduras-registra-una-reducci%C3%B3n-de-la-pobreza>.

Manuel A. Rock 2013. Impacto económico de la roya de café (*Hemileia Vastatrix*) en la caficultura Hondureña, tesis zamorano. Disponible en línea file:///C:/Users/usuario/Desktop/PDF%20TESIS/importancia%20ecinimica%20de%20la%20cafe%20en%20honduras.pdf.

Marco Núñez, Leopoldo Alvarado 1995. Informe nacional para la conferencia técnica internacional de la FAO sobre los recursos filogenéticos. En línea. http://www.fao.org/pgrfa-gpa-archive/hnd/files/informe_nacional_Honduras_recursos_fitogeneticos_1996.pdf

Nicholls CI & MA Altieri 2012. Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el siglo XXI. *Agroecología* 6: 29-37

López TG 2007. Los sistemas agroforestales. López TG 2007. *Sistemas agroforestales* 8. SAGARPA. Subsecretaría de Desarrollo. Colegio de Post-graduados. Puebla. México. 8

PNUMA (Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente). 1990. Nairobi, Kenia. 48 pp.

PLAN NICARAGUA. (CATIE) 2011. Guía para organizar los bancos comunitarios de semillas – Plan Nicaragua. Managua, Nicaragua. 12p.

Pimentel D, A Pleasant, J Barron, J Gaudioso, N Pollock, E Chae, Y Kim, A Lassiter, C Schiavoni, A Jackson, M Lee & E Eaton (2004) US Energy conservation and efficiency: Benefits and costs. *Environment, Development and Sustainability*, 6: 279-305.

Pimentel D, M Pimentel & M Karpenstein-Machan (1998) Energy use in Agriculture: an overview. Disponible en [http://www.baen.tamu.edu/cigr/submissions /CIGRE980001/energy.pdf](http://www.baen.tamu.edu/cigr/submissions/CIGRE980001/energy.pdf). Ultimo acceso: agosto de 2002.

Sánchez Merlos, D., Harvey, C. A, Grijalva, A. et al. Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un agropaisaje ganadero en Matiguás, Nicaragua. Rev. biol. trop. [online]. Sept. 2005, vol.53, no.3-4 [consultada 10 April 2007], p.387-414. Disponible en World Wide Web:<http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S00347442005001200009&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0034-7744.

Santiago j. Saradon, Claudia c. Flores (2014) Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistema sustentables/ 1ª ed. Universidad Nacional la Plata.

Studdert G & H Echeverría (2000) Crop rotation and nitrogen fertilization to manage soil organic carbon dynamics. Soil Sci. Soc. Am. J 64: 1496-1503

Sevilla G, 2010.Incorporando la soberanía alimentaria al proceso de construcción de la agroecología. Disponible en línea .[http://revistasoberaniaalimentaria.wordpress.com/2010/12/05/la agroecología](http://revistasoberaniaalimentaria.wordpress.com/2010/12/05/la-agroecologia).

STERN, N (2006). The economics of climate change. The stern review. London great Britain treasury.

STSS (secretaria del trabajo y seguridad social) 2016. Disponible en línea. <http://www.laprensa.hn/economia/962043-410/costo-de-la-canasta-b%C3%A1sica-representa-el-987-del-salario-m%C3%ADnimo>

Sarandón SJ & R Sarandón 1993. Un enfoque ecológico para una agricultura sustentable
En: Goin F y C Goñi (Eds.) Bases para una política ambiental de la R. Argentina, Sección
III, 19:279-286, HC Diputados de la Pcia. de Buenos Aires.

Sarandón SJ & J Labrador Moreno 2002. El uso de policultivos en un agricultura sustentable.
En “AGROECOLOGIA: El camino hacia una agricultura sustentable”, SJ Sarandón (Editor),
Ediciones Científicas Americanas, La Plata.

Sarandón SJ & A Chamorro 2003. Los policultivos en los sistemas de producción de granos.
En “Producción de Cultivos de Granos: Bases funcionales para su manejo” Emilio H. Satorre;
Roberto L. Benech Arnold; Gustavo A. Slafer; Elba B. de la Fuente; Daniel J. Miralles; María
E. Otegui y Roxana Savin (Editores) Editorial Facultad de Agronomía, UBA, sección III,
capítulo 15: 353-372.

Taylor, A.L. 1968. Introducción a la nematología vegetal aplicada. Guía de la FAO
(Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) para el estudio
y combate de los nematodos parásitos de las plantas, Roma, 1968

La obra de software a la que se refiere este manual debe citarse en bibliografía como sigue:
Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W.
(2008). InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba,
Argentina.

ANEXOS

Anexo 1. Boleta de toma de datos para plagas y enfermedades

Ubicación de la finca _____

Nombre de la finca _____ Número de parcela _____

Numero de planta _____

Indicadores	Enfermedades				
	<i>Hemileia vastatrix</i>	<i>Mycena citricolor</i>	<i>Cercospora coffeicola</i>	<i>Colletotrichum coffeanum</i>	<i>Pellicularia colerina</i>
N° de hojas con presencia					
N° de hojas sanas					
Total de hojas					
Ubicación de la bandola					

	Plagas	
	<i>Hypothenemus hampei</i>	<i>Leucoptera coffella</i>
Total de frutos		
N° de bandolas		
N° de granos por bandola		
N° frutos brocados		
N° frutos sanos		

N° de uvas por planta	
Granos vanos	
Altura planta	
Diámetro planta	
Rendimiento/hect	

Cuadro 4. Boleta de toma de datos

Anexo 2. Boleta de toma de datos de las actividades realizadas en las fincas ecológica y convencional

COOPERATIVA/ASOCIACIÓN/COLECTIVO:_____

Nombre del productor/a: _____.

Nombre de la finca: _____. Altura (msnm):_____.

Código del productor: _____.

Tipo de
Certificacion_____/_/_____
—

Departamento:_____.

Municipio: _____. Comunidad: _____.

Dirección de la finca _____.

Área total de la finca_____.

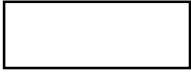
Número de teléfono:_____.

Correo electrónico:_____.

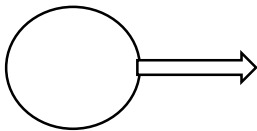
N°.	Actividad realizadas	Lote	D/P	Costo total
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Cuadro 1. Boleta para la toma de registros de las actividades en las fincas

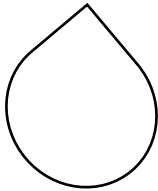
Anexo 3. Símbolos empleados en la Ecología de Sistemas propuesta por ODUM



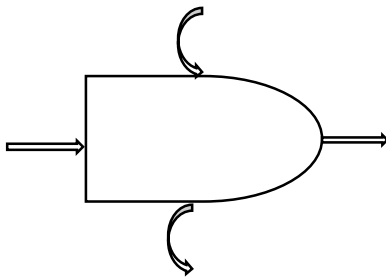
Frontera del sistema.



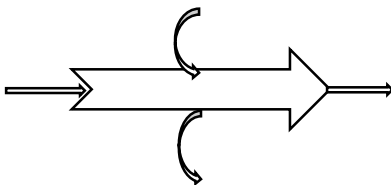
Fuente de energía: se ordenan de izquierda a derecha. La fuente de energía tipo ambiental se ubica en la derecha, (sol, viento etc.), servicio de información en la parte izquierda.



Deposito: se trata de del almacenamiento de materia prima, energía, dinero, servicios, información.



Consumidor: componentes que consumen más energía que lo producen.



Amplificador: interacción especial en que los flujos de salida se controla ´por otro flujo de menor intensidad.

Anexo 4. Costos de producción en la finca convencional Márcala la Paz Honduras

área: 7 Ms	Mantenimiento					
Labor en la finca	días	horas/día	Total de Horas	costo LPS/ día	Total	Por Ha
Limpia	3	7	21	150.00	450.00	
fertilización	16	7	112	150.00	2,400.00	
Limpia	4	7	28	100.00	400.00	
Limpia	5	7	35	100.00	500.00	
Limpia	5	7	35	100.00	500.00	
Limpia	5	7	35	100.00	500.00	
fert foliar	3	7	21	110.00	330.00	
fert foliar	2	7	14	110.00	220.00	
fumigación	2	7	14	110.00	220.00	
Total	45	7	315		5,520.00	788.57

Costos de insumos					por ha LPS	por ha \$
Insumos	cantidad	Dosis	costo unid Lps	costo total		
20-3 17	32	3 onzas	415	13,280.00		
alto/100	1	2cc/ 17 lts	1635	1,635.00		
metalosato	2	250cc/17 lts	440	880.00		
amistar extra	1		480	480.00		
biofoliamin	2		180	360.00		
Total				22,155.00	3,165.00	150.71

Anexo 5. Tabla de evaluación de indicadores del agua propuesta por la International wáter Alliance

factor prueba	Resultado	puntuación
Oxígeno disuelto	91-110% saturación	4 (excelente)
	71-90% saturación	3 (bueno)
	51-70% saturación	2 (regular)
	<50% saturación	1 (bajo)
Fosfato	1 ppm	4 (excelente)
	2 ppm	3 (bueno)
	4 ppm	2 (regular)
pH	4	1 (bajo)
	5	1 (bajo)
	6	3 (bueno)
	7	4 (excelente)
	8	3 (bueno)
	9	1 (bajo)
	10	1 (bajo)

Factor de prueba	resultado	puntuación
Bacteria Coliformes	negativo	3 (bueno)
	Positivo	1 (bajo)
Nitrato	5 ppm	3 (bueno)
	20 ppm	2 (regular)
	40 ppm	1 (bajo)

Anexo 6. Plagas en el cultivo de café



salivazo



Grillo indiano



Broca de café

Anexo 7. Resumen de la eficiencia energética en finca convencional Márcala la paz Honduras

Item	Unit	Value (unit/yr)	Transformity (sej/unit)	Emergy (sej/yr)	Emergy (sej/ha/yr)	Emergy (sej/ha/yr) E13	Em\$ Value (2006 \$/yr)
<i>recursos renovables</i>							
luz solar R	J	6.55E+13	1.00E+00	6.55E+13	2.18E+15	218.40	590.28
lluvia	J	3.95E+10	1.82E+04	7.19E+14	2.40E+16	2397.55	6479.86
semillas	J	6.59E+03	3.64E+05	2.40E+09	8.00E+10	0.01	0.02
mano de obra	h	5.09E+13	6.99E+12	5.09E+13	1.70E+15	169.54	458.22
Maximum of renewable inputs [R]				7.19E+14	2.40E+16	2397.55	
<i>recursos no renovables</i>							
suelo [N]	J	2.02E+08	6.25E+04	1.26E+13	4.21E+14	42.10	113.79
Sum of renewable and non-renewable inputs [I]				7.32E+14	2.44E+16	2439.65	
PURCHASED RESOURCES							
Services inputs							
mano de obra (no-renewable) [S]	h	1.52E+13	6.99E+12	1.52E+13	5.06E+14	50.64	136.87
Material inputs							
insumos [M]	\$	1.51E+02	1.88E+12	2.83E+14	2.83E+14	28.33	76.58
Sum of purchased inputs [F]				2.99E+14	7.90E+14	78.98	
Total Emergy [Y]				1.75E+15	4.92E+16	4916.17	
EXPORTED							
produccion	J	2.89E+08			9.64E+09	0.00	0.00

Anexo 8. Resumen de la eficiencia energética en finca ecológica Márcala la paz Honduras

Note	Item	Unit	Value (unit/yr)	Transformity (sej/unit)	Emergy (sej/yr)	Emergy (sej/ha/yr)	Emergy (sej/ha/yr) E13	Em\$ Value (2016 \$/yr)
	Emergy Evaluation of QSMAS <2, ha/yr (2016)							
	<i>Recursos renovables</i>							
1	Luz solar	J	6.55E+13	1.00E+00	6.55E+13	2.18E+15	218.40	590.28
2	LLuvia	J	3.95E+10	1.82E+04	7.19E+14	2.40E+16	2397.55	6479.86
3	Semillas	J	6.59E+03	3.64E+05	2.40E+09	8.00E+10	0.01	0.02
4	Mano de obra	h	8.14E+13	6.99E+12	8.14E+13	2.71E+15	271.27	733.16
	Maximum of renewable inputs [R]				7.19E+14	2.40E+16	2397.55	
	<i>recursos no renvables</i>							
5	Suelo [N]	J	1.54E+08	6.25E+04	9.61E+12	3.20E+14	32.03	86.58
	Sum of renewable and non-renewable inputs [I]				7.29E+14	2.43E+16	2429.58	
	PURCHASED RESOURCES							
	Services inputs							
6	Mano de obra (non-renew) [S]	h	2.43E+13	6.99E+12	2.43E+13	8.10E+14	81.03	218.99
	Material inputs							
7	Insumos[M]	\$	1.15E+02	1.88E+12	2.16E+14	2.16E+14	21.62	58.43
	Sum of purchased inputs [F]				2.41E+14	1.03E+15	102.65	
	Total Emergy [Y]				1.69E+15	4.93E+16	4929.78	
	EXPORTED							
8	Produccion	J	8.66E+09			2.89E+11	0.03	0.08

Anexo 9. Resumen de flujo de energía finca convencional Márcala La Paz Honduras

1	Luz solar				
	Area	1.00E+04	m²		
	Insolacion	1.80E+02	kcal cm² año	(Trujillo, 1998; Diemont, 2006)	
	Albedo	0.13		(Trujillo, 1998; Diemont, 2006)	
	1E+04 m² x 1.80E+02 kcal cm² año x (1-0.13) x 1E+04 cm² m ⁻² x 4184 J kcal ⁻¹	6.55E+13	J año		
	Transformidad	1	sej J ⁻¹	(by definition)	
2	LLuvia				
	Area	1E+04	m²		
	Precipitacion	0.80	m año		
	Densidad del agua	1000	kg m ⁻³		
	Energia libre del agua	4940	J kg ⁻¹		
	1E+04 m² x 1.50 m año x 1000 kg m ⁻³ x 4940 J kg ⁻¹	3.95E+10	J año		
	Transformidad	1.82E+04	sej J ⁻¹	(Odum, 1996; Diemont, 2006)	
3	semillas				
	Area	1E+04	m²		
	Tasa de distribucion	1.50E+01	kg ha ⁻¹	(Trujillo, 1998; Diemont, 2006)	
	Energia de semillas	3.50	kcal g ⁻¹		
	1 ha x 1.50E+01 kg ha ⁻¹ x 3.5 kcal g ⁻¹ x 4184 J kcal ⁻¹	6.59E+03	J año		
	Transformidad	3.64E+05	sej J ⁻¹	(Trujillo, 1998; Diemont, 2006)	
4	Mano de obra (renovable)				
	Area	1E+04	m²		
	Tiempo	315	h año		
	% renovable	0.77		(Trujillo, 1998; Diemont, 2006)	
	1 ha x 315 h año x 0.77 x 6.99E+12 sej h ⁻¹	5.09E+13	sej año		
	Transformidad (%Renovable)	6.99E+12	sej h ⁻¹	(Trujillo, 1998; Diemont, 2006)	
5	Suelo				
	Area	1E+04	m²		
	Tasa de erosion	23	g m² año		
	% organico de suelo	0.04		(Ulgianti, 1994; Diemont, 2006)	
	Energia por g de suelo	5	kcal g ⁻¹	(Ulgianti, 1994; Diemont, 2006)	
	1E+04 m² x 23 g m² yr ⁻¹ x 0.04 x 5 kcal g ⁻¹ x 4184 J kcal ⁻¹	2.02E+08	J año		
	Transformidad	6.25E+04	sej J ⁻¹	(Ulgianti, 1994; Diemont, 2006)	
6	Mano de obra (NO renovable)				
	Area	1E+04	m²		
	Tiempo	315	h año		
	% No- renovable	0.23		(Trujillo, 1998; Diemont, 2006)	
	1 ha x 315 h año x 0.23 x 6.99E+12 sej h ⁻¹	1.52E+13	sej año		
	Transformidad (% renovable)	6.99E+12	sej h ⁻¹	(Trujillo, 1998; Diemont, 2006)	
7	Insumos				
	costo anual	150.71	\$		
	transformidad	1.88E+12	sej J ⁻¹	(Trujillo, 1998; Diemont, 2006)	
8	Produccion				
	Principal	Mass (g)	kcal g ⁻¹	J año	
	Citrus sinensis	3.00E+04	4.20E-01	5.28E+07	
	Musa paradisiaca	6.00E+04	9.40E-01	2.36E+08	
	Total			2.89E+08	

Anexo 10. Resumen de flujo de energía finca convencional Márcala La Paz Honduras

1	Luz solar				
	Area	1.00E+04	m ²		
	Insolacion	1.80E+02	kcal cm ² año	(Trujillo, 1998; Diemont, 2006)	
	Albedo	0.13		(Trujillo, 1998; Diemont, 2006)	
	$1E+04 \text{ m}^2 \times 1.80E+02 \text{ kcal cm}^2 \text{ yr}^{-1} \times (1-0.13) \times 1E+04 \text{ cm}^2 \text{ m}^{-2} \times 4184 \text{ J kcal}^{-1}$	6.55E+13	J año		
	Transformidad	1	sej J ⁻¹	(by definition)	
2	LLuvia				
	Area	1E+04	m ²		
	Precipitacion	0.80	m año		
	Densidad del agua	1000	kg m ⁻³		
	Energia libre del agua	4940	J kg ⁻¹		
	$1E+04 \text{ m}^2 \times 1.50 \text{ m yr}^{-1} \times 1000 \text{ kg m}^{-3} \times 4940 \text{ J kg}^{-1}$	3.95E+10	J año		
	Transformidad	1.82E+04	sej J ⁻¹	(Odum, 1996; Diemont, 2006)	
3	semillas				
	Area	1E+04	m ²		
	Tasa de distribución	1.50E+01	kg ha ⁻¹	(Trujillo, 1998; Diemont, 2006)	
	Energia de semillas	3.50	kcal g ⁻¹		
	$1 \text{ ha} \times 1.50E+01 \text{ kg ha}^{-1} \times 3.5 \text{ kcal g}^{-1} \times 4184 \text{ J kcal}^{-1}$	6.59E+03	J año		
	Transformidad	3.64E+05	sej J ⁻¹	(Trujillo, 1998; Diemont, 2006)	
4	Mano de obra (renovable)				
	Area	1E+04	m ²		
	Tiempo	504	h año		
	% Renovable	0.77		(Trujillo, 1998; Diemont, 2006)	
	$1 \text{ ha} \times 504 \text{ h año} \times 0.77 \times 6.99E+12 \text{ sej h}^{-1}$	8.14E+13	sej año		
	Transformidad (renovable)	6.99E+12	sej h ⁻¹	(Trujillo, 1998; Diemont, 2006)	
5	Suelo				
	Area	1E+04	m ²		
	Tasa de erosion	21	g m ² año		
	% organico de suelo	0.04		(Ulgianti, 1994; Diemont, 2006)	
	Energia por gramo de suelo	5	kcal g ⁻¹	(Ulgianti, 1994; Diemont, 2006)	
	$1E+04 \text{ m}^2 \times 21 \text{ g m}^2 \text{ año} \times 0.04 \times 5 \text{ kcal g}^{-1} \times 4184 \text{ J kcal}^{-1}$	1.54E+08	J año		
	transformidad	6.25E+04	sej J ⁻¹	(Ulgianti, 1994; Diemont, 2006)	
6	Mano de obra (no renovable)				
	Area	1E+04	m ²		
	Tiempo	504	h año		
	% no renovable	0.23		(Trujillo, 1998; Diemont, 2006)	
	$1 \text{ ha} \times 504 \text{ h año} \times 0.23 \times 6.99E+12 \text{ sej h}^{-1}$	2.43E+13	sej año		
	Transformidad(% no renovable)	6.99E+12	sej h ⁻¹	(Trujillo, 1998; Diemont, 2006)	
7	Insumos				
	Costo anual	115.00	\$		
	Transformidad	1.88E+12	sej J ⁻¹	(Trujillo, 1998; Diemont, 2006)	
8	Produccion				
	Principal	Mass (g)	kcal g ⁻¹	J año	
	<i>Citrus sinensis</i>	7.50E+05	4.20E-01	1.32E+09	
	<i>Musa paradisiaca</i>	6.00E+04	9.40E-01	2.36E+08	
	<i>Mangifera indica</i>	4.50E+05	6.80E-01	1.28E+09	
	<i>Citrus reticulata</i>	2.87E+05	4.20E-01	5.05E+08	
	<i>Leche de cabra</i>	4.20E+05	7.50E-01	1.32E+09	
	<i>Leche de vaca</i>	9.00E+05	9.70E-01	3.66E+09	
	<i>Annona muricata</i>	1.50E+05	5.35E-01	3.36E+08	
	Total			8.66E+09	

Anexo 11. Análisis de correlación entre plagas y enfermedades

Autovalores

Lambda	Valor	Proporción	Prop	Acum
1	4,86	0,81		0,81
2	1,01	0,17		0,98
3	0,13	0,02		1,00
4	0,00	0,00		1,00
5	0,00	0,00		1,00
6	0,00	0,00		1,00

Autovectores

Variables	e1	e2
Hemileia vastatrix	0,43	-0,23
Cercospora coffeicola	0,18	0,91
colletotrichum coffeanum	-0,44	0,26
Pellicularia colerina	-0,44	-0,20
Hipothemus hampei	0,45	-0,03
Leucoptera coffella	-0,44	0,06