

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

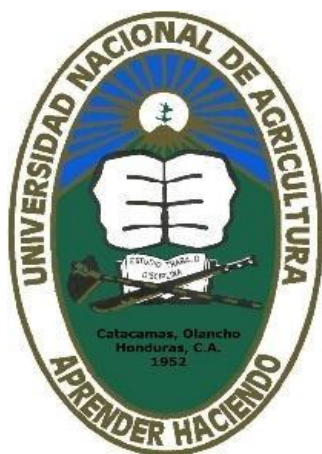
**ANALISIS DE LA SALUD, DIVERSIDAD Y MANEJO DEL AGROECOSISTEMA
EN UNA FINCA ECOLÓGICA Y UNA CONVENCIONAL EN EL CULTIVO DE
HORTALIZAS EN EL MUNICIPIO DE MÁRCALA DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

POR:

JORGE LUIS GONZALEZ

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO**



CATACAMAS

OLANCHO

JUNIO, 2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**ANALISIS DE LA SALUD, DIVERSIDAD Y MANEJO DEL AGROECOSISTEMA
EN UNA FINCA ECOLÓGICA Y UNA CONVENCIONAL EN EL CULTIVO DE
HORTALIZAS EN EL MUNICIPIO DE MÁRCALA DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

POR:

JORGE LUIS GONZALEZ

WENDY LEONELA CASTELLANOS M.Sc.

Asesor principal

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE**

INGENIERO AGRONOMO

CATACAMAS

OLANCHO

JUNIO, 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

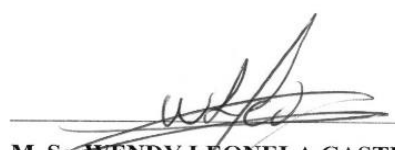
Reunidos en el Departamento Académico de Investigación y Extensión Agrícola de la Universidad Nacional de Agricultura: **M. Sc. WENDY LEONELA CASTELLANOS**, **M. Sc. JOSUÉ DAVID MATUTE**, **M. Sc. ERLIN VIANNEY ESCOTO** Miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

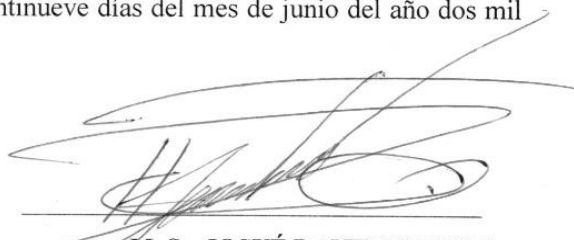
El estudiante **JORGE LUIS GONZALEZ** del IV Año de la Carrera de Ingeniería Agronómica presentó su informe.

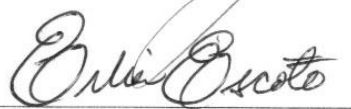
“ANÁLISIS DE LA SALUD, DIVERSIDAD Y MANEJO DEL AGROECOSISTEMA EN UNA FINCA ECOLÓGICA Y UNA CONVENCIONAL EN EL CULTIVO DE HORTALIZAS EN EL MUNICIPIO DE MÁRCALA DEPARTAMENTO DE LA PAZ”

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 veintinueve días del mes de junio del año dos mil dieciséis.


M. Sc. WENDY LEONELA CASTELLANOS
Consejero Principal


M. Sc. JOSUÉ DAVID MATUTE
Examinador


M. Sc. ERLIN VIANNEY ESCOTO
Examinador

DEDICATORIA

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

A mis abuelos **José Inés Gaitán QDDG** y **Santos Albertina Ruiz**, por ser mis padres y haberme brindado el apoyo en todo el tiempo de mi formación y por estar pendiente de mis preocupaciones y necesidades.

A mis tíos **Roger Orlando Gaitán** y **Juana Yolanda Gaitán**, por haberme apoyado en mi formación y haberme brindado de sus consejos.

A toda mi **familia** que de alguna u otra forma han contribuido a alcanzar con éxito esta meta y por estar siempre a mi lado.

AGRADECIMIENTO

A **DIOS** por ser mi guía y fortaleza en todo mi trayecto de mi carrera, por guiarme y ayudarme a tomar las decisiones correctas en mi vida.

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

A los señores **Mario Enrique Pérez y David Márquez** por haberme permitido realizar mi trabajo de investigación en sus fincas, por sus consejos y apoyo moral.

A cada uno de mis asesores: **M Sc. Leonela Castellanos, M Sc. Josué Matute, M Sc Erlin Escoto** por orientarme y apoyarme en la realización del trabajo de investigación, por haberme realizado las correcciones y recomendaciones necesarias para el cumplimiento de los objetivos.

A mis tíos **Roger Gaitán y Juana Yolanda Gaitán** por su apoyo y consejos y por estar pendiente de mí.

A mi abuela **Santos Albertina Ruiz** por apoyarme y darme consejos en mi vida.

A mis amigos y compañeros **Elin Gonzalez, Fany Gonzalez, Luis Gonzalez, Luis Gamero y Pablo Guevara**, por ser buenos amigos y compañeros, su apoyo incondicional en los malos momentos.

A mis compañeros de cuarto **Daris Alvarado, Ricardo Sorto, Lenin Romero, Luis Martínez, Wilson Aguilera, Mario Flores y Obed Meléndez**, por su amistad y apoyo en estos cuatro años de mi vida universitaria.

A **Reyna Vanessa Rodríguez**, por su comprensión y apoyo en los buenos y malos momentos, por sus ánimos para seguir adelante.

A **toda mi familia**, por su apoyo incondicional y por darme ánimos para seguir adelante en todo momento.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 General	3
2.2 Específicos	3
III. REVICION DE LITERATURA	4
3.1. Paradigma dela agroecología y agricultura orgánica.	4
3.1.1 Aportes de la agroecología a la seguridad alimentaria.....	5
3.1.2 Enfoque de sistema aplicado a las fincas	6
3.1.3 Diversidad en los agroecosistemas.....	6
3.2 Interacción de plagas y enfermedades en los agroecosistemas	7
3.3 Calidad del agua	8
3.4 La energía en el agroecosistema.....	9
3.4.1El flujo de la energía en los agroecosistemas ecológicos y convencionales.....	10
3.4.2 Eficiencia energética de los sistemas agrícolas.....	11
IV MATERIALES Y METODOS	12
4.1 Metodología	12
4.2. Materiales y equipo.....	13
4.3 Diversidad del Agroecosistema en el tiempo y el espacio.....	14
4.3.1 Sistemas agroforestales y silvopastoriles en las fincas (SAF)	14
4.3.3 Índice equivalente de tierra	15
4.3.4 Rotación de cultivos	15
4.3.5 Aporte nutricional y alimenticio de los cultivos	16
4.3.6 Áreas de cerca viva	16

4.3.8 Diversidad funcional de las especies arbóreas	17
4.3.9 Bosque de cobertura o de copa.....	18
4.4 Energía en el sistema	18
4.4.1 Flujo de energía y eficiencia energética del sistema	18
4.5 Salud	19
4.5.1 Presencia y daño de plagas y enfermedades.....	19
4.5.2 Calidad del agua en la finca	20
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
5.1 Diversidad del Agroecosistema en el tiempo y el espacio.....	21
5.1.1 Área de asocio del cultivo	21
5.1.2 Rotación de cultivo.....	24
5.1.3 Aporte nutricional y alimenticio de los cultivos	25
5.1.4 Sub sistema de cerca viva y bosque	27
5.1.5 Diversidad funcional de las especies arbóreas	30
5.2 Energía del sistema	32
5.2.1 Flujo de energía y eficiencia de energía del sistema.....	32
5.2.3 Eficiencia energética	34
5.3 Salud de los agroecosistemas.....	35
5.3.1 Presencia y daño de plagas y enfermedades.....	35
5.3.2 Calidad del agua	37
CONCLUSIONES.....	39
RECOMENDACIONES	40
V BIBLIOGRAFÍAS.....	41
ANEXOS	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de ubicación de trabajo.	12
Figura 2 Distribución nutricional.	16
Figura 3 Longitud de la cerca x ancho de copa.	16
Figura 4 Muestreos de la parcela en el cultivo.	19
Figura 5. Diversidad y asocio en la finca agroecológica	22
Figura 6. Diversidad y asocio en la finca convencional	22
Figura 7. Rotación en el año que se realiza en la finca organica.	25
Figura 8 Grafica de aportes nutricionales en la finca organica y finca convencional	26
Figura 9 Mapa representando las cercas vivas en el perímetro de la finca.	28
Figura 10 Representación del área de bosque y cobertura de copas en la finca convencional	29
Figura 11. Representación área de bosque y cobertura de copas en finca orgánica	29
Figura 12 Representación de entradas y salidas del sistema en la finca orgánica. .	33
Figura 13 Representación de entradas y salidas del sistema en la finca convencional.	34
Figura 14 Flujo de energía en el sistema de la finca orgánica y convencional.	35
Figura 15. Presencia de plagas en los cultivos en la finca organica.	36
Figura 16. Presencia de enfermedades en los cultivos en la finca orgánica.	36
Figura 17 Grafico comparativo de variables en análisis de agua.	37

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Valores de utilización de las variedades.....	14
Cuadro 2 Valores de la intensidad de rotación.....	15
Cuadro 3 Clasificaciones de usos directos y funciones pasivas.....	17
Cuadro 4. Cuadro de las especies cultivadas y sus aportes en las finca convencional y organica.	27
Cuadro 5. Especies arbóreas y clasificación en finca orgánica.¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 6 Especies arbóreas y clasificación en la finca convencional.	32
Cuadro 7. Normativa de parámetros de calidad de agua para uso agrícola y pecuario	38

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Mapa de distribución de las diferentes áreas en la finca organica.....	44
Anexo2 Mapa de distribución de áreas en la finca convencional.	44
Anexo 3.Tabla de evaluación de indicadores del agua propuesta por la International Water Alliance.....	45
Anexo 4 Resultado de indicador de pH de la finca organica.	45
Anexo 5 beneficios de las cercas vivas	47

GONZALEZ, JL.2016. Análisis de la salud, diversidad y manejo del agroecosistema en una finca ecológica y una convencional en el cultivo de hortalizas. Tesis Ing.Agr. Catacamas, Olancho. Universidad Nacional de Agricultura 58 Pag.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el municipio de Márcala, La paz. Se trabajó en dos fincas, en Los Cascabeles con manejo orgánico de la familia Pérez y la finca Los Pimientos con manejo convencional de la familia Márquez. En estas fincas se analizó la salud, diversidad y manejo de los agroecosistemas en los cultivos de hortalizas de las fincas mencionadas, se identificó la diversidad de especies en el tiempo y el espacio y su funcionalidad, se realizaron mediciones de la eficiencia energética de los sistemas agrícolas determinando la salud de ambos agroecosistemas. En la finca Los Cascabeles se encontró una mayor diversidad de especies y en comparación a la finca Los Pimientos que dominan parcelas con monocultivos. La entrada de energía al sistema en la finca Los Cascabeles es de recursos locales renovables, las entradas representan 2397.55J y las pérdidas 16.55J, y los recursos externos comprados (mano de obra, insumos) representan un orden de 161.63J, la energía producida en la finca y saliente tiene un valor de 4972.97J. Obteniendo una eficiencia energética de 1.93J. En cambio la finca Los Pimientos las entradas de energía son de 2397.55J, ya que se encuentran en similar condiciones que la finca Los Cascabeles. La energía perdida es de 53.98J. Como se puede observar las pérdidas son mayores en comparación con la finca Los Cascabeles, se puede pensar que las pérdidas se deben a que la finca Los Pimientos tiene sus parcelas de producción con monocultivos, la finca no cuenta con sistemas de bosques. También los recursos comprados como (mano de obra e insumos agrícolas representan un orden de 304.7J y, la energía que sale del sistema representa 5153.35J, considerando una eficiencia energética en la finca Los Pimientos de 1.86J.

Palabras clave: Diversidad de especies, familia, seguridad alimentaria.

I. INTRODUCCIÓN

La agricultura actualmente está en crisis, la producción de alimento es limitada las bases de productividad están en peligro. Por un lado han abusado y degradado los recursos naturales de los que depende la agricultura: Se ha creado una dependencia en el uso de recursos no renovables como el petróleo y también ha fomentado un sistema que elimina la responsabilidad de los agricultores y trabajadores del campo del proceso de producir alimentos. En pocas palabras, la agricultura moderna es insostenible, no tiene el potencial para producir suficiente alimento como demanda la población debido, precisamente, a que está erosionando las condiciones que la hacen posible (Gliessman 1998).

Otro gran problema para la producción de alimento es el agua. La cantidad de agua dulce utilizable es limitada y se está convirtiendo en un recurso escaso debido a la creciente demanda y competencia entre la industria, las crecientes ciudades y agricultura (Gliessman 1998). La agricultura es el sector económico en el que la escasez de agua tiene más relevancia, en la actualidad es responsable del 70% de las extracciones de agua dulce y de más del 90% de su uso consuntivo (FAO 2013).

La agroecología plantea propuestas de manejo agrario y desarrollo rural basadas en la sostenibilidad social y ecológica, que puede aportar vías para superar grandes retos de la humanidad como por ejemplo el cambio climático, seguridad y soberanía alimentaria, disminución de la explotación de los recursos fósiles y minerales. El enfoque agroecológico nos ayuda a explorar las bases teóricas para desarrollar modelos que pueden facilitar el diseño, las pruebas y la evaluación de agroecosistemas sostenibles.

La agroecología toma en cuenta la biodiversidad, razón por la cual sus sistemas productivos tienen mayor facilidad de adaptación a los cambios climáticos. Por otra parte, la diversidad de producción aporta a la seguridad alimentaria. (Zeddie, 2002).citado por (Kotschi 2010)

En base a la problemática expuesta anteriormente, se busca dar solución a los problemas de seguridad alimentaria y daños a los ecosistemas por el uso de agroquímicos y el cultivo de monocultivos, haciendo análisis de los componentes entre las fincas convencional y agroecológica para Comparar la salud, diversidad y manejo del agroecosistema.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Comparar la salud, diversidad y manejo del agroecosistema en una finca ecológica y una convencional en el cultivo de hortalizas en municipio de Márcala departamento de La paz

2.2 Específicos

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

Medir la eficiencia energética de los sistemas agrícolas convencionales y agroecológicos.

Determinar la salud de los agroecosistemas agroecológicos y convencionales.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Paradigma dela agroecología y agricultura orgánica.

La Agroecología es un enfoque distinto del desarrollo agrícola convencional, porque se basa en un paradigma científico diferente. El paradigma es holístico, los sistemas sociales y agroecológicos se reflejan mutuamente, pues han coevolucionado juntos. La investigación de la ciencia natural y de la ciencia social, lo mismo que sus prescripciones, no se pueden separar. El paradigma es nuevo y está evolucionando todavía, pero la Agroecología comparte el paradigma con numerosos otros campos de investigación. (Durham *et al* 1978) Citado por (Restrepo et al. 2000).

La Agroecología no es, entonces, 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”. La Agroecología podría definirse o entenderse 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” (Sarandón, 2002b) citado por (Sarandón, Flores 2014)

El Codex Alimentarius define agricultura orgánica como un sistema holístico de producción que promueve y mejora la salud del agroecosistema, incluyendo la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo, prefiriendo el uso de prácticas de manejo dentro de la finca al uso de insumos externos a la finca, tomando en cuenta que condiciones regionales requieren de sistemas adaptados a las condiciones locales. Esto se logra utilizando en lo posible métodos culturales, biológicos y mecánicos

en oposición a materiales sintéticos para satisfacer cualquier función específica dentro del sistema (Codex, 1999).

3.1.1 Aportes de la agroecología a la seguridad alimentaria

Conseguir la seguridad alimentaria es muy complejo y no basta con aumentar la producción de alimentos. También se deben tratar los temas de la equidad en el acceso a los medios de producción (suelo, agua, semillas y otros), las costumbres de alimentación, la competencia entre la producción de alimentos y de energía, la prevención de las pérdidas de pos-cosecha y finalmente el comercio global, que no conoce el objetivo de la seguridad alimentaria, sino la especulación con los precios de los alimentos (Kotschi 2010).

También se debe considerar el ahorro familiar tanto por la producción de autoconsumo como por la menor compra de insumos externos. Se realizaron estudios de caso que muestran que en promedio una familia podía producir al año en el entorno de la vivienda en 1.000 m²: 63 kg fruta seca, 820 kg de hortalizas, 50 kg de miel, 56 kg de carne, 880 huevos, 350 kg de fruta fresca, 2,5 t de composta y 8 m³ de agua de lluvia cosechada. Valorando estos productos se calculó un ingreso vía ahorro de \$US1400 al año, es decir \$US110 mensuales (CET, 1994) citado por (Altieri, Nicholls, Rios 2013).

La agroecología provee el conocimiento y metodología necesarios para desarrollar una agricultura que sea, por un lado ambientalmente adecuado y por otro lado altamente productiva y económicamente viable. Esta establece condiciones para el desarrollo de nuevos paradigmas en agricultura, en parte porque prácticamente elimina la distinción entre la generación de conocimiento y su aplicación. También valoriza el conocimiento local empírico de los agricultores, el compartir este conocimiento y su aplicación al objetivo común de sostenibilidad (Gliessman 1998).

3.1.2 Enfoque de sistema aplicado a las fincas

Los ecosistemas forestales tienden a ser muy diversos y usualmente estables. Los cambios severos en el medio ambiente (por ejemplo la sequía) tienen menos posibilidad de afectar adversamente tal sistema, debido a las numerosas alternativas que existen para la transferencia de energía y nutrientes a través del sistema (Restrepo, Ángel, Prager 2000).

Un sistema puede ser un subsistema de un sistema de mayor jerarquía y, a su vez, contener varios subsistemas, y así sucesivamente. El análisis puede realizarse a nivel de país, de cuenca, de región, de fincas, de parcelas o de plantas ¿Cuál es el nivel de jerarquía que debemos tener en cuenta? Esto depende de nuestro objetivo, Hart (1985) propone que, para cualquier estudio deben tenerse en cuenta, por lo menos, tres niveles jerárquicos: el sistema de interés (por ejemplo la finca a estudiar) el que está por encima, que lo contiene, (en este caso podría ser la región), y los sistemas que están dentro del sistema de interés (Sarandón y Flores 2014).

El reconocimiento de que el cambio climático podría tener impactos y consecuencias negativas sobre la producción agrícola ha generado mucho interés para buscar maneras de incrementar la resiliencia de agroecosistemas. Interesantemente el método más racional y efectivo es la diversificación de estos. Como han demostrado los campesinos por milenios, la diversificación agrícola puede incrementar la resiliencia en agroecosistemas y proteger la producción de varias maneras, incluyendo la protección de cultivos de los efectos de eventos climáticos extremos y fluctuaciones en temperatura y precipitación (Altieri y Nicholls 2012).

3.1.3 Diversidad en los agroecosistemas

La diversidad antes que nada es un producto, una medida y un fundamento de la complejidad del sistema de aquí su habilidad para estimular un funcionamiento sostenible. Desde una perspectiva, la diversidad del ecosistema viene a ser el resultado de las formas en que están organizados e interactúan los diferentes componentes vivos e

inertes del sistema. Desde otra perspectiva, la diversidad manifestada por la complejidad de ciclos bioquímicos y la variedad organismos vivientes, es lo que hace posible la organización e interacción del sistema mismo (Gliessman 1998).

La incorporación de los árboles dentro de los agroecosistemas es una práctica que tiene una larga historia. Esta se presenta especialmente en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. En estas zonas, los agricultores han sembrado árboles junto con cultivos agrícolas y animales, para completar sus necesidades básicas de alimento leña y forraje; así como para conservar y proteger sus recursos, los cuales son frecuentemente limitados (Gliessman 1998).

3.2 Interacción de plagas y enfermedades en los agroecosistemas

Las interacciones que mueven el sistema son aquellas en que ciertos productos o resultados de un componente se usan en la producción de otros (por ejemplo, malezas utilizadas como alimento de ganado, estiércol usado como fertilizante en cultivos, rastrojo de cultivos utilizados como mulch y mezclas de estiércol y paja para la composta). La intensidad y beneficio derivados de estas interacciones dependen de lo bien organizados e integrados que estén los diversos componentes, y de un manejo que permita la recirculación de recursos a nivel del predio (Altieri 1994).

Las interacciones complementarias entre los diversos componentes bióticos pueden ser utilizadas para inducir efectos positivos y directos en el control biológico de plagas específicas de cultivos, en la regeneración y/o aumento de la fertilidad del suelo y su conservación. La explotación de estas interacciones o sinergias en situaciones reales, involucra el diseño y manejo del agroecosistema y requiere del entendimiento de las numerosas relaciones entre suelos, microorganismos, plantas, insectos herbívoros y enemigos naturales (Altieri 1994).

La simple presencia de un patógeno no debe ser motivo de preocupación, pero si la intensidad de sus daños. Esos efectos son los que deben ser reducidos o evitados por el

manejo integrado. El uso de técnicas aisladas para el manejo de enfermedades, casi siempre resulta insuficiente para reducir el inóculo a una densidad que no cause daños en el cultivo. La combinación de prácticas culturales asociada al empleo de otras formas de manejo, como el control biológico, la quimioterapia, el uso de resistencia genética, la solarización y el uso de enmiendas orgánicas, es recomendable dentro de un programa de manejo integrado de enfermedades (Sarandón y Flores 2014).

3.3 Calidad del agua

La agricultura es el sector que consume más agua, representando globalmente alrededor del 69 por ciento de toda la extracción, el consumo doméstico alcanza aproximadamente el 10 por ciento y la industria el 21 por ciento. Es importante distinguir entre el agua que es extraída y el agua que es consumida realmente. De los 3 600 km³ de agua extraídos anualmente, aproximadamente la mitad es evaporada y transpirada por las plantas. El agua que es extraída pero no consumida regresa a los ríos o se infiltra en el suelo y es almacenada en los acuíferos. Sin embargo, generalmente, este agua es de peor calidad que el agua extraída (FAO 2002).

El termino calidad se define como el conjunto de características del agua que puede afectar su adaptabilidad a un uso específico, entre estas esta la calidad del agua y las necesidades del usuario. También la calidad del agua se puede definir por sus contenidos de sólidos y gases ya sea que estén presentes en suspensión o en solución Mendoza (1976) 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 (FAO 1993).

La calidad del agua depende de sus orígenes biológicos, químicos y físicos, producto de actividades antropogénica como ser, sub uso y sobre uso del suelo. Sobre pastoreo de actividades ganaderas (Gutiérrez 2009).

3.4 La energía en el agroecosistema

La fuente principal de energía en los ecosistemas, el 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 (Sarandón y Flores 2014).

La energía entra en un agroecosistema como luz solar y sufre numerosas transformaciones físicas. La energía biológica se transfiere a las plantas mediante la fotosíntesis (Producción primaria) y de un organismo a otro mediante la cadena trófica (consumo). A pesar de que la luz solar es la única fuente de energía principal en la mayoría de los ecosistemas naturales, también son importantes el trabajo humano y animal, los insumos de energía mecanizados (tales como el arado con un tractor). La energía humana forma la estructura del agroecosistema, por consiguiente el flujo de energía a través de decisiones acerca de la producción primaria y la proporción de esa producción se canaliza a los productos para el uso humano (Marten 1986) citado por (Altieri 1999).

Los diversos insumos de un sistema agrícola: radiación solar, mano de obra, trabajo de las máquinas, fertilizantes y herbicidas, se pueden convertir en valores energéticos. Asimismo, los productos del sistema: vegetales y animales, también pueden expresarse en términos de energía. Debido a que el costo y la disponibilidad de la energía proveniente de los combustibles fósiles son cuestionables, los insumos y los productos se han cuantificado para diferentes tipos de agriculturas con el objeto de comparar su intensidad, rendimiento y productividad laboral y los niveles de bienestar que estos proporcionan (Altieri 1999).

Bajo una concepción agroecológica de producción de alimentos están o más importante contar con fuentes de energía renovable como con diseños integrados, diversificados y autosuficientes, que optimicen el uso de la energía disponible y, una vez capturada, hacer que esta circule a través del sistema. Podría decirse que el aspecto clave de los flujos

energéticos en los agroecosistemas radica en la manera en que es utilizada la energía cultural para la conversión de la energía ecológica en biomasa. La energía solar es la savia de los agroecosistemas y fluye constantemente en una sola dirección (Monzote 2009)

El flujo de energía en un agroecosistema es alterado significativamente por la interferencia humana. Las entradas al sistema provienen principalmente de fuentes manufacturadas por el ser humano, que a menudo no son sostenibles. De este modo, los agroecosistemas se convierten en sistemas abiertos debido a que una cantidad considerable de energía sale en cada cosecha, en lugar de almacenarse en forma de biomasa y quedarse dentro del sistema.

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

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.

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.

3.4.2 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).

IV MATERIALES Y METODOS

4.1 Metodología

La investigación se realizó en el municipio de Márcala 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 son las hortalizas. Las fincas tienen diferente grado de complejidad, la agroecológica propiedad del señor Mario Enrique Pérez y, la otra convencional propiedad del señor David Márquez. Ambas se encuentran en las mismas condiciones agroecológicas, a una altitud de 1250 msnm, con una temperatura media de 21C°, y una de precipitación anual de 800 mm (Figura 1).

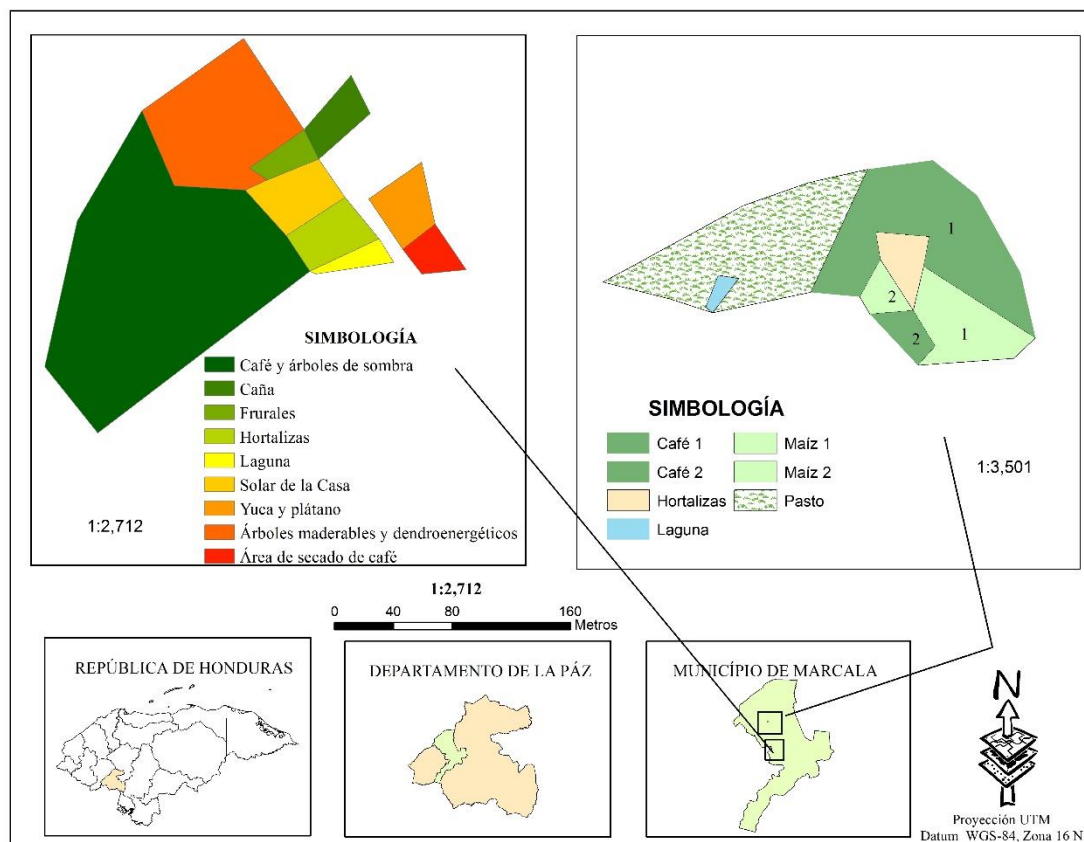


Figura 1. Ubicación de las fincas “Los Pimientos” y “Los Cascabeles”, Municipio de Márcala La Paz

El estudio se inició con la realización de un mapa de la finca, con el objetivo de identificar el área y dividirla según la pendiente. En cada parcela se tomaron -muestras y se determinó cada uno de los elementos.

Como primer elemento el estudio de la diversidad y manejo del agroecosistemas se consideraron indicadores como: presencia y manejo de sistema agroforestal (SAF), rotación de cultivos en las fincas.

Para los asocio se determinó el índice de diversidad y se realizara con el índice de Simpson, también se determinara la intensidad de asocio, y el índice equivalente de tierra, para la rotación se determinó el porcentaje de rotación y la intensidad de rotación. Para cobertura boscosa se midió el área de cercas vivas, así como la cobertura de copa. La diversidad funcional de la especies de plantas se identificaron todas las especies arbóreas y se clasificaron los usos directo y las funciones pasivas.

La eficiencia energética de los sistemas agrícolas, se registraron todas las entradas y salidas de energía del sistema, anotando todas las actividades que se realizaron y los insumos que utilizamos y los relacionamos con las salidas de los productos que cosecharon en la finca. Se utilizara los cuadros de Gliessman.

Para la salud del sistema se realizaron muestreos de: calidad del agua, se utilizó un kits de tes rápido por coloración, se midieron las siguientes características: bacterias coliforme, oxígeno disuelto, nitratos, fosfatos, pH. Las plagas y enfermedades, se tomaron muestras al azar, donde se seleccionarán 10 plantas para cada cultivo, y se identificaran las plagas y enfermedades presentes.

4.2. Materiales y equipo

Entre los materiales que se necesitaron para la recolección de muestras: Cinta métrica, GPS, nailon de color (amarillo), estereoscopio, placas Petri, papel filtro, libreta de apuntes, grasa industrial, Kits para medir la calidad del agua y lupa.

4.3 Diversidad del Agroecosistema en el tiempo y el espacio

4.3.1 Sistemas agroforestales y silvopastoriles en las fincas (SAF)

Se identificaron la proporción de la finca que es dedicada a los sistemas silvopastoriles y agroforestales. Para ello se midieron cada una de las parcelas con estos sistemas y el área total de la finca, obteniendo que:

$$\text{Porcentaje SAF} = \frac{\sum \text{área parcelas SAF}}{\text{área de la finca}} * 100$$

4.3.2 Área de asocio de cultivos

Se identificó la proporción de la finca en la que utilizan socios de cultivo. Para ello se midió cada una de las parcelas con estos sistemas y el área total de la finca, obteniendo que:

$$\text{Porcentaje Asocios} = \frac{\sum \text{área socios}}{\text{área de la finca}} * 100$$

Intensidad del asocio: se identificó las diferentes especies y variedades utilizadas por el productor dando una calificación según los siguientes indicadores:

Cuadro 1. Valores de utilización de las variedades

Valor establecido	Características	Valor en el campo
1	Monocultivo de una sola variedad	
2	Monocultivo con más de una variedad	
3	Dos cultivos de la misma familia	
4	Dos cultivos de familias diferentes	
5	Diversidad de cultivos	

4.3.3 Índice equivalente de tierra

Se describieron los tipos de asocio que realiza el productor y se calculó el Índice Equivalente de Tierras según los rendimientos obtenidos en el asocio 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

4.3.4 Rotación de cultivos

Se identificó la proporción de la finca en la que utilizan asocio de cultivo. Para ello se medirán cada una de las parcelas con estos sistemas y el área total de la finca, obteniendo que:

$$\text{Porcentaje Rotación} = \frac{\sum \text{área rotación}}{\text{área de la finca}} * 100$$

Intensidad de la rotación: se dio una calificación según la intensidad de las rotaciones el cuadro, y se diseñó la mandala de las rotaciones realizadas en todo el año.

Cuadro 2. Valores de la intensidad de rotación

Valor establecido	Características	Valor en el campo
1	No hace rotación	
2	Rota dos cultivos por año de la misma familia	
3	Rota dos cultivos por año de diferente familia	
4	Rota tres o más cultivos por año de la misma familia	
5	Rota tres o más cultivos por año de diferente familia	

4.3.5 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 en calórico, proteínico y vitamínico. Según el siguiente esquema:

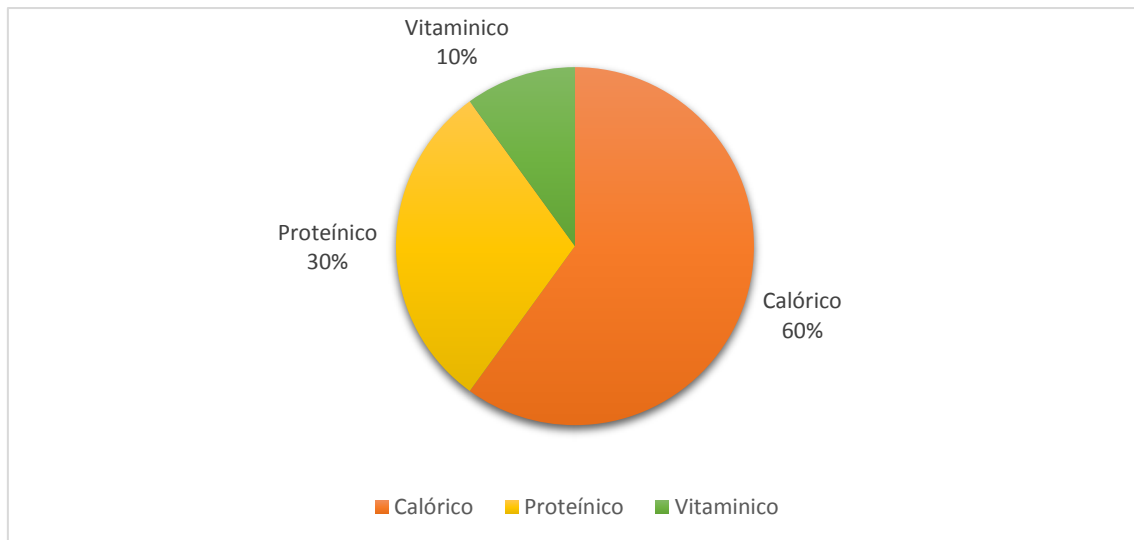


Figura 2. Distribución nutricional

4.3.6 Áreas de cerca viva

El área de la cerca viva se midió alrededor del perímetro de la finca, en metros lineales (ML). El área de la sombra se determinara midiendo desde el centro del árbol hacia afuera y hacia dentro del cerco. Si el perímetro de la cercas hay demasiados árboles se hará un muestreo del 10%. Se medirá mediante la siguiente formula:

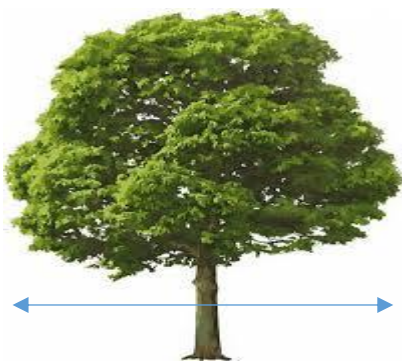


Figura 3. Longitud de la cerca x ancho de copa

4.3.7 Área de bosque

Se midió el área de reserva boscosa de la finca. Obteniendo que

$$\text{Porcentaje bosque} = \frac{\sum \text{área bosque}}{\text{área de la finca}} * 100$$

Índice de diversidad bosque: se calculó el índice de Simpson de diversidad, que está basado en el principio de que un sistema es más diverso, cuando ninguna de las especies componentes puede ser considerada como no más dominante que cualquiera de las otras especies. Esta dado por la siguiente formula:

$$\text{Diversidad} = \frac{N(N - 1)}{\sum n_i(n_i - 1)}$$

N es el número de individuos

n_i es el número de individuos en el sistema (o muestra) que pertenece

4.3.8 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 tengan, así como también los que el productor le da y conoce.

Cuadro 3. Clasificaciones de usos directos y funciones pasivas

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

4.3.9 Bosque de cobertura o de copa

Para determinar el promedio del bosque de cobertura o de copa, se calculó el área de 10 árboles. Midiendo el diámetro de sombra del árbol.

Largo X ancho.

4.4 Energía en el sistema

4.4.1 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 registraron todas las actividades realizadas en la finca (podas, chapia, aplicaciones, maquinaria, cosecha) y los insumos externos e internos (plaguicidas sintéticos, combustibles, biofertilizantes, estiércoles, semillas) requeridos por cada actividad. Además se registraron las salidas del sistema por alimento de la familia o venta (huevos, hortalizas, frutas, semillas, carnes).

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 de esta.

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 sale,

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

4.5 Salud

4.5.1 Presencia y daño de plagas y enfermedades

El monitoreo de plagas y enfermedades se realizó dos veces por semana durante 3 meses. Según las características de la parcela cultivada de hortaliza se dividió en sub parcelas, considerando condiciones de terreno y de la plantación. En la parcela se seleccionaron diez plantas al azar de la hortaliza a muestrear y, se revisaron cada planta.

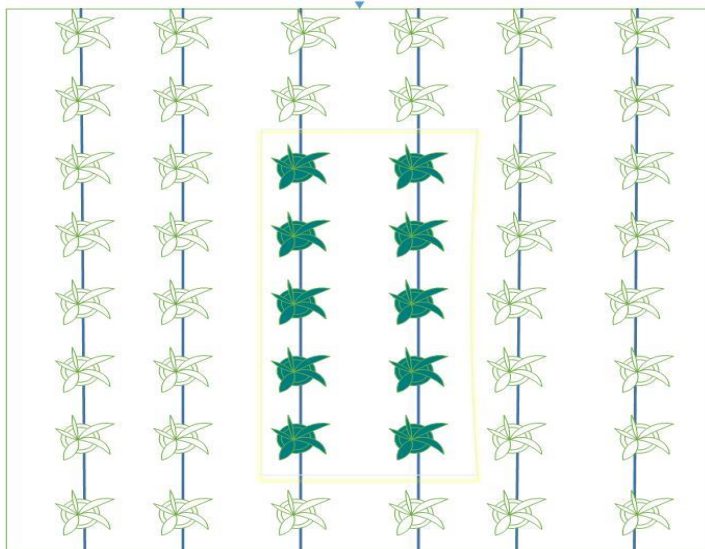


Figura 4. Muestreos de la parcela en el cultivo

Se determinó en cada planta el número total de hojas y frutos con la presencia de enfermedades, luego se tomaron las muestras para determinar la presencia de las plagas: mosca de la zanahoria (*Psylla rosae*), Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*), Trips (*Frankliniella occidentalis*).

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

4.5.2 Calidad del agua en la finca

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

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Diversidad del Agroecosistema en el tiempo y el espacio

5.1.1 Área de asocio del cultivo

En la figura 5 se observa la diversidad de los sub sistemas de la finca ecológica Los Cascabeles y convencional Los Pimientos. Como se puede observar La finca Los Cascabeles se mantiene con una mayor diversidad de componente y especies en relación con la convencional.

En la finca Los Cascabeles encontramos 7 subsistemas diferentes por la composición de las especies que se encuentran asociadas. El sub sistema hortalizas está compuesto por diferentes familias (cucurbitácea, solanácea, asteráceas y gramíneas), el subsistema agroforestal está compuesto por el cultivo de café en combinación con árboles de sombra maderables de distintas familias y especies. En cambio en la finca Los Pimientos no se encontraron cultivos en asocio, cultivando un solo tipo de hortaliza por parcela (tomate, chile o papa) de una sola familia una vez en el año. En el caso del subsistema agroforestal el café esta combinado con árboles frutales (plátanos, naranjas) (Figura 5 y 6).

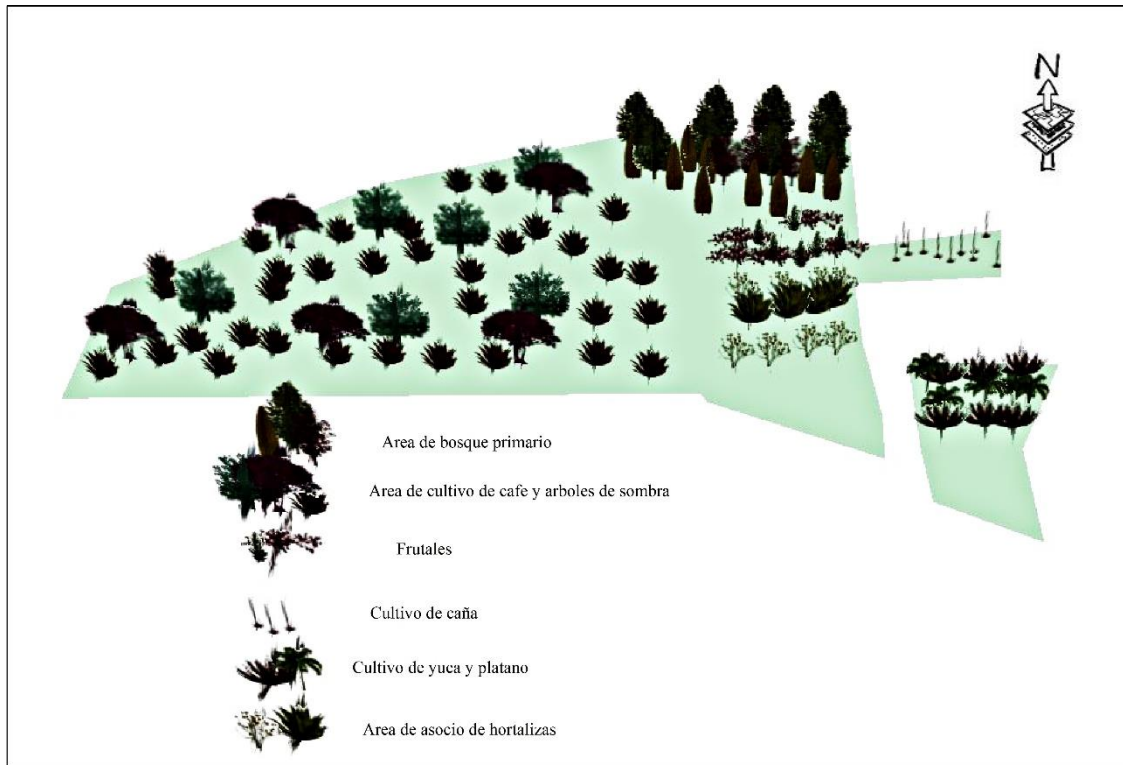


Figura 5. Diversidad y asocio en la finca agroecológica

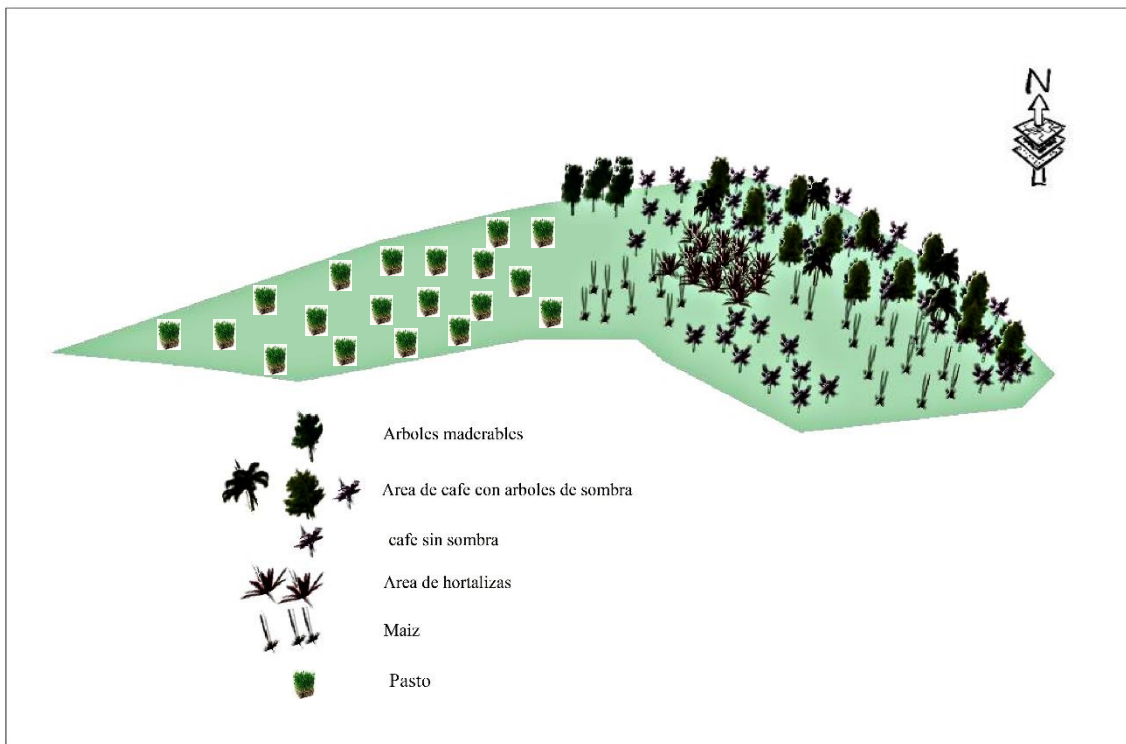


Figura 6. Diversidad y asocio en la finca convencional

Al analizar el aprovechamiento de la tierra de la finca Cascabeles y Pimientos se encontró un índice de 1.37, indicando que la finca Los cascabeles el aprovechamiento de los suelos está 0.37 por encima a la finca de Los Pimientos donde se practica parcelas por monocultivo. En Los Cascabeles la producción es 41130.2kg/ha/año de hortaliza y la producción de la finca Los Pimientos es de 29843.48kg/ha/año. Según Altieri y Nicholls (2012) los policultivos producen más rendimiento en un área determinada, que lo que se obtiene de monocultivos ocupando la misma área. Los policultivos más tradicionales exhiben valores de uso de la tierra (técnicamente calculado como uso equivalente de la tierra) mayor de 1.5, lo que significa que en promedio se necesita 1,5 hectáreas de monocultivo para obtener la misma producción que una hectárea de policultivo.

Intensidad de asocio hortícola

En la intensidad del asocio que observó en la finca Los Cascabeles fue de nivel 5 indicando un nivel excelente, ya que encontramos diversidad de cultivos, de diferentes familias (solanáceas, amarilidáceas, cucurbitáceas y apiáceas), que se cultivan en una sola parcela. Entre más diversidad de cultivos encontrados en una misma parcela se espera que exista mayor equilibrio de plagas y enfermedades y, un mejor aprovechamiento de los nutrientes, (Escandón 2012).en cuanto a la familia este podría tener mayor aporte alimentario, ya que hay más diversidad de productos para la alimentación.

En la finca Los Pimientos en campo es de nivel 1(nivel mínimo), ya que no se practica el asocio de cultivos en una misma parcela, sino el monocultivo. La constante siembra de una misma especie y uso de agroquímicos en esta finca ponen en riesgo el equilibrio ecológico por el posible aumento de plagas y enfermedades. La poca diversidad también desfavorece a la familia productora porque deben adquirir productos del mercado para su alimentación.

Para Altieri, Nicholls (1994). Los monocultivos son dominados por una sola especie vegetal y por lo tanto representan un ejemplo extremo de agroecosistemas con baja diversidad. Tales sistemas son más susceptibles a los desastres climáticos, brotes de

plagas y enfermedades y otras catástrofes. Para mantener estos tipos de agroecosistemas se requiere un alto grado de manejo y de insumos externos.

5.1.2 Rotación de cultivo

En la finca Los Cascabeles, la intensidad de rotación obtuvo nivel 5(excelente), porque aquí se rotan al año más de tres familias (opiáceas, cucurbitáceas, solanáceas, gramíneas y asteráceas). En la parcela de hortalizas se rota cada cosecha con diferentes familias (zanahoria, chile, cebolla, maíz y pepino) (Figura 7.) En la finca Los Pimientos la intensidad de rotación obtuvo el valor de 1(mínimo), se cultiva la misma familia en una sola parcela en todo el año y no tienen otra parcela ni siembran otro cultivo de diferente familia, considerando que hay más presencia de plaga y enfermedades, es por eso que afecta más a los cultivos y hay disminución en la producción.

Se realizan rotaciones todo el año en una misma parcela, rotando diferentes familias de hortalizas cada ciclo de producción (Figura 7)

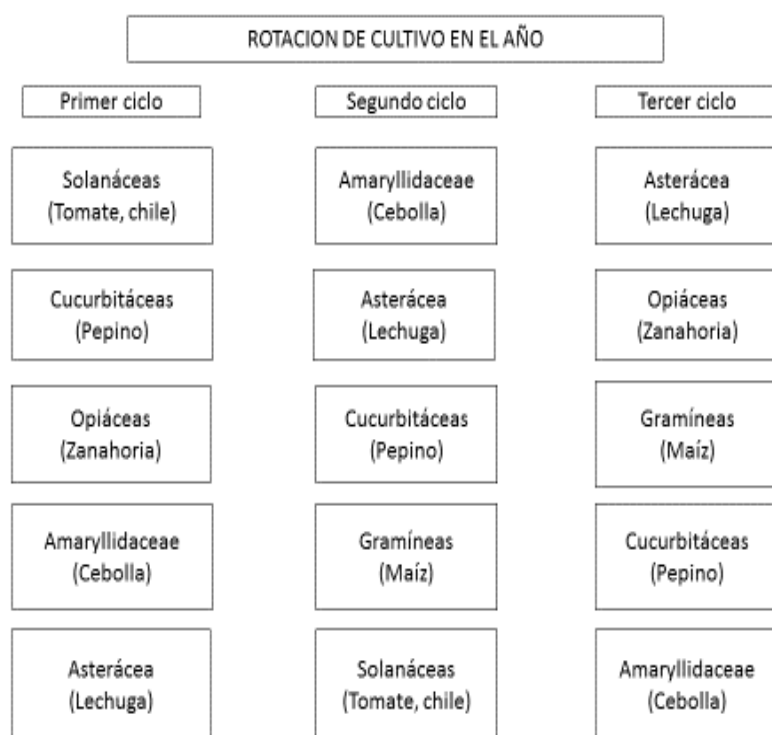


Figura 7. Rotación en el año que se realiza en la finca organica

5.1.3 Aporte nutricional y alimenticio de los cultivos

En la figura 8 observamos las comparaciones de los aportes nutricionales de las fincas Los Cascabeles y la finca Los Pimientos. La finca Los Cascabeles se cultivan 22 especies de plantas que aportan a la alimentación de la familia productora, ocho especies aportan la mayor cantidad de vitaminas y representa el 36.4%, hay siete especies que aporta las proteínas 31.8% y luego otras siete especies que aportan el valor calórico a la familia 31.8 (cuadro 4).

En la finca Los Pimientos los porcentajes nutricionales de las especies cultivadas no están equilibrados los aporte, en lo vitamínico hay cuatro especies que representa el 33.3%, en lo proteico encontramos dos especies que hacen el aporte 16.7% y en lo calórico hay seis especie 50% del aporte (cuadro 8).

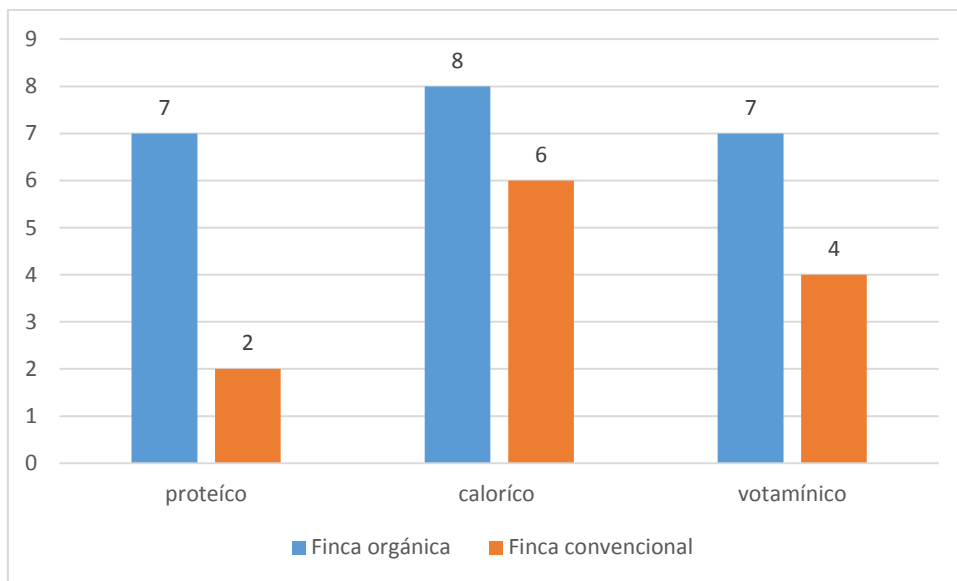


Figura 8. Grafica de aportes nutricionales en la finca organica y finca convencional

En la convencional no están equilibrado los porcentajes nutricionales de las especies cultivadas, en la parte de aporte vitamínico hay 4 especies que representa el 33.3%, en lo proteico encontramos 2 especies que hacen el aporte y que representa el 16.7% y en lo calórico hay 6 especie que representa el 50% del aporte, con un total de 12 especies que hacen este aporte nutricional (Cuadro 4).

Cuadro 4. Cuadro de las especies cultivadas y sus aportes en las finca convencional y organica

Aportes nutricionales de las especies			
Finca convencional.	Aportes	Finca organica.	Aportes
Naranja	Vitaminas	Mangos	Vitamina
Aguacate	Calórico	Limón	Vitaminas
Mango	Vitaminas	Naranja	Vitaminas
Ciruela	Calórico	Guayaba	Vitaminas
Plátanos	Calórico	Mandarinas	Vitaminas
Durazno	Calórico	Marañón	Calórico
Nance	Vitaminas	Ciruelo	Calórico
Anona	Calórico	Nances	Vitaminas
Guayaba	Vitaminas	Plátanos	Calórico
Maíz	Calórico	Yuca	Calórico
Carne de pollo	Proteína	Caña	Calórico
Huevo de gallina	Proteína	Limas	Vitaminas
		Huevos de gallina	Proteína
		Huevos de pato	Proteína
		Huevos de pavo	Proteína
		Carne pollo	Proteína
		Carne de res	Proteína
		Carne de cerdo	Proteína
		Carne ovejo	Proteína
		Leche de cabra	Calórico
		Leche de vaca	Calórico
		Maíz	Calórico

5.1.4 Sub sistema de cerca viva y bosque

En la finca los pimientos no se utilizan cercas vivas ni en perímetro o linderos dentro de la finca.

En la agroecológica se encontró 340m lineales y con un ancho de copa 2.21m de ancho, resultando un área de 751.4m² de cerca viva constituida por (ver figura 9) las especies izote (*Yucca gigantea*), roble (*Quercus sp*), laurel (*Laurus nobilis*), pino (*Pinus sp*), guanijiquil (*Inga spuria*) . La importancia de las cercas vivas radica en evitar la erosión, para delimitar la finca, también como reservorio de aves y muchos otros beneficios, como lo indica Villanueva *et al* (2008) anexo 5.

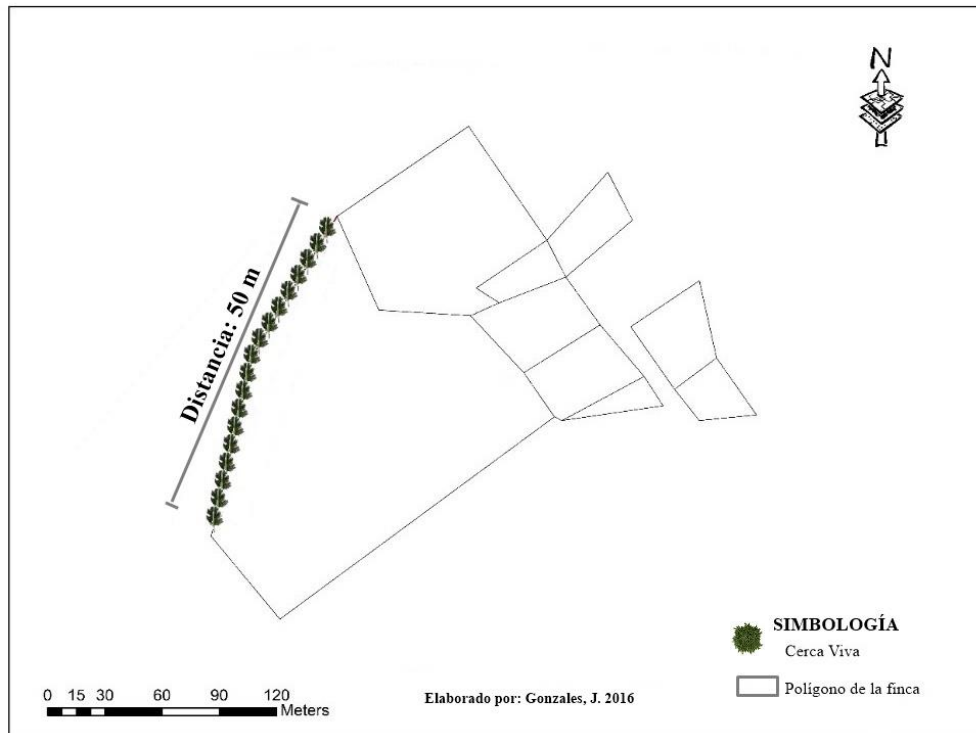


Figura 9. Mapa representando las cercas vivas en el perímetro de la finca

En la finca Los Pimientos no se encontró un área de reserva natural o de bosque (ver figura 10). Contrario a la finca Los Cascabeles donde el productor mantiene un área de bosque, midió 6700m² que representa el 24.1% del total de la finca. El tamaño de copa promedio es de 7.4, debido a que son árboles de bosque primario. Aportando diversidad, vida silvestre y otros beneficios importantes en las fincas (Figura11)

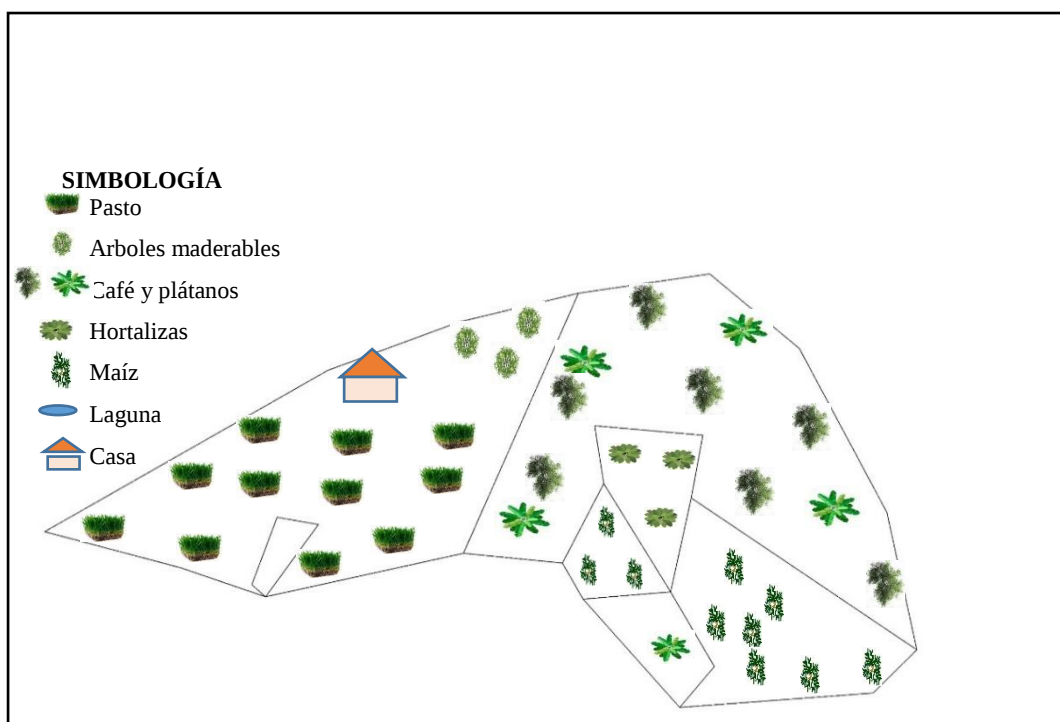


Figura 10. Representación del área de bosque y cobertura de copas en la finca convencional



Figura 11. Representación del área de bosque y cobertura de copas en la finca orgánica

5.1.5 Diversidad funcional de las especies arbóreas

En la finca Los Cascabeles se encontró mayor cantidad de especies arbóreas (14) en relación al convencional (9). Los principales usos de las especies arbóreas que se le da en ambas fincas es el uso directo como fuente de leña, madera y en menor cantidad postes (ver cuadro 5).

En la finca convencional Los Pimientos el productor también utiliza las especies arbóreas como sombra en el cultivo de café y considera que son hábitat de diferentes especies principalmente aves (ver cuadro 6). El productor de la finca Los Cascabeles reconoce que además de sombra y hábitat los árboles tienen otras funciones dentro de la finca como ser: atrayentes de aves, apícolas, medicinal y control de erosión.

El conocimiento de la diversidad de los usos en una misma especie le permite al productor la diversificación de las estrategias de manejo de la finca y una mayor complejidad del sistema de producción, (ver cuadros 5 y 6) clasifican las especies según su función (pasivas, directas), para entender cómo funciona y que aporta la diversidad de especies arbóreas en las fincas.

Cuadro 5. Especies arbóreas y clasificación en finca orgánica

Finca los cascabeles				
Especies	Funciones directas		Funciones pasivas	
Encino (<i>Quercus sp.</i>)	Madera	Leña	Abejas	Hábitat
Pino (<i>Pinus sp.</i>)	Madera	Leña	Control de erosión	Atrayentes de aves
Quebracho (<i>Schinopsis</i>)	Postes	Leña	Control de erosión	Abejas
Eucaliptos (<i>Eucalyptus</i>)	Madera	Leña	Atrayentes de aves	Medicinal
Cedros(<i>Cedrela odorata</i>)	Madera	Leña	Sombra	Hábitat
Ciprés (<i>Cupressus sp.</i>)	Madera	Leña		
Amate (<i>Ficus insípida</i>)			Sombra	Hábitat
Caulote (<i>Guazuma ulmifolia</i>)			Sombra	Hábitat
Ceiba (<i>Ceiba pentandra</i>)		Leña	Sombra	
Guachipilín (<i>Diphysa sp</i>)	Madera	Leña	Sombra	
Moringa (<i>Moringa oleífera</i>)				Medicinal
Guamo (<i>Inga spuria</i>)		Leña	Sombra	Hábitat
Laurel (<i>Laurus nobilis</i>)	Madera	Leña	Sombra	Hábitat
Madreado (<i>Gliricidia sepium</i>)		Leña		Medicinal

Cuadro 6. Especies arbóreas y clasificación en la finca convencional

Finca los pimientos				
Especies	Rendimientos directos		Funciones pasivas	
Guamo (<i>Inga spuria</i>)	Leña		Sombra	Hábitat
Penca de burro			Sombra	Hábitat
Ton tol	Leña	Madera		
Laurel (<i>Laurus nobilis</i>)	Leña	Madera		Hábitat
Encino (<i>Quercus sp.</i>)	Leña	Madera		Hábitat
Pimientillo	Leña			
Pino (<i>Pinus sp.</i>)	Leña	Madera		
Tatascan (<i>Perymenium grande</i>)			Sombra	Hábitat

5.2 Energía del sistema

5.2.1 Flujo de energía y eficiencia de energía del sistema

La energía que entra al sistema es por los recursos naturales renovables (R), siendo estos la lluvia, el sol y las semillas también entra energía por los recursos comprados (F), que son los insumos (fertilizantes, herbicidas, insecticidas, abonos orgánicos, estiércol) y mano de obra, son fuente de energía natural (finca organica) y energía industrial no renovable (finca convencional) ambas son entrada de energía al sistema (ver figura 12 y 13).

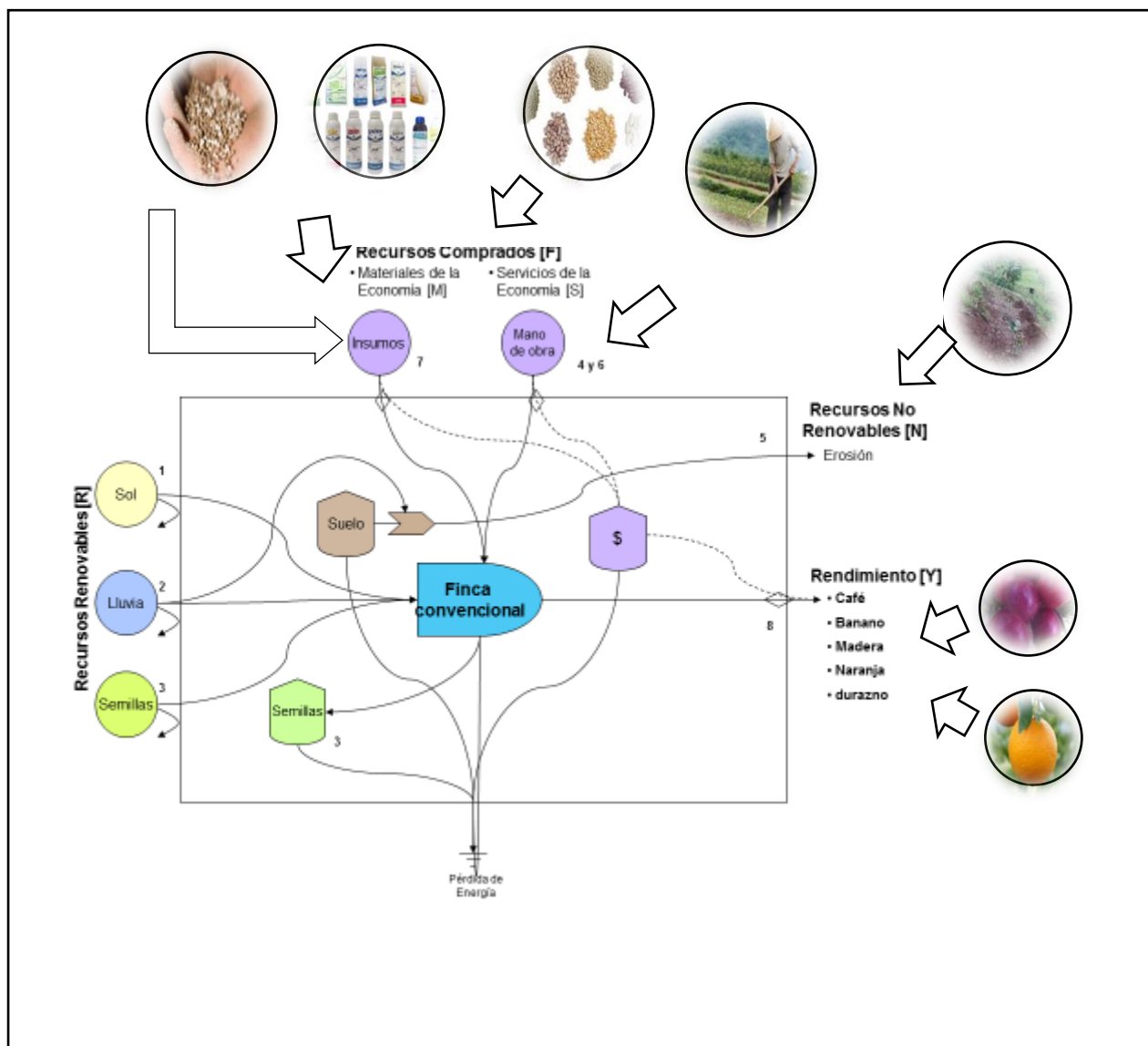


Figura 12 Representación de entradas y salidas del sistema en la finca convencional

En la convencional los recursos comprados son mayores por que la diversidad es baja ya que en la finca se produce más monocultivos, por eso las salidas son menos que en la orgánica en términos de diversidad.

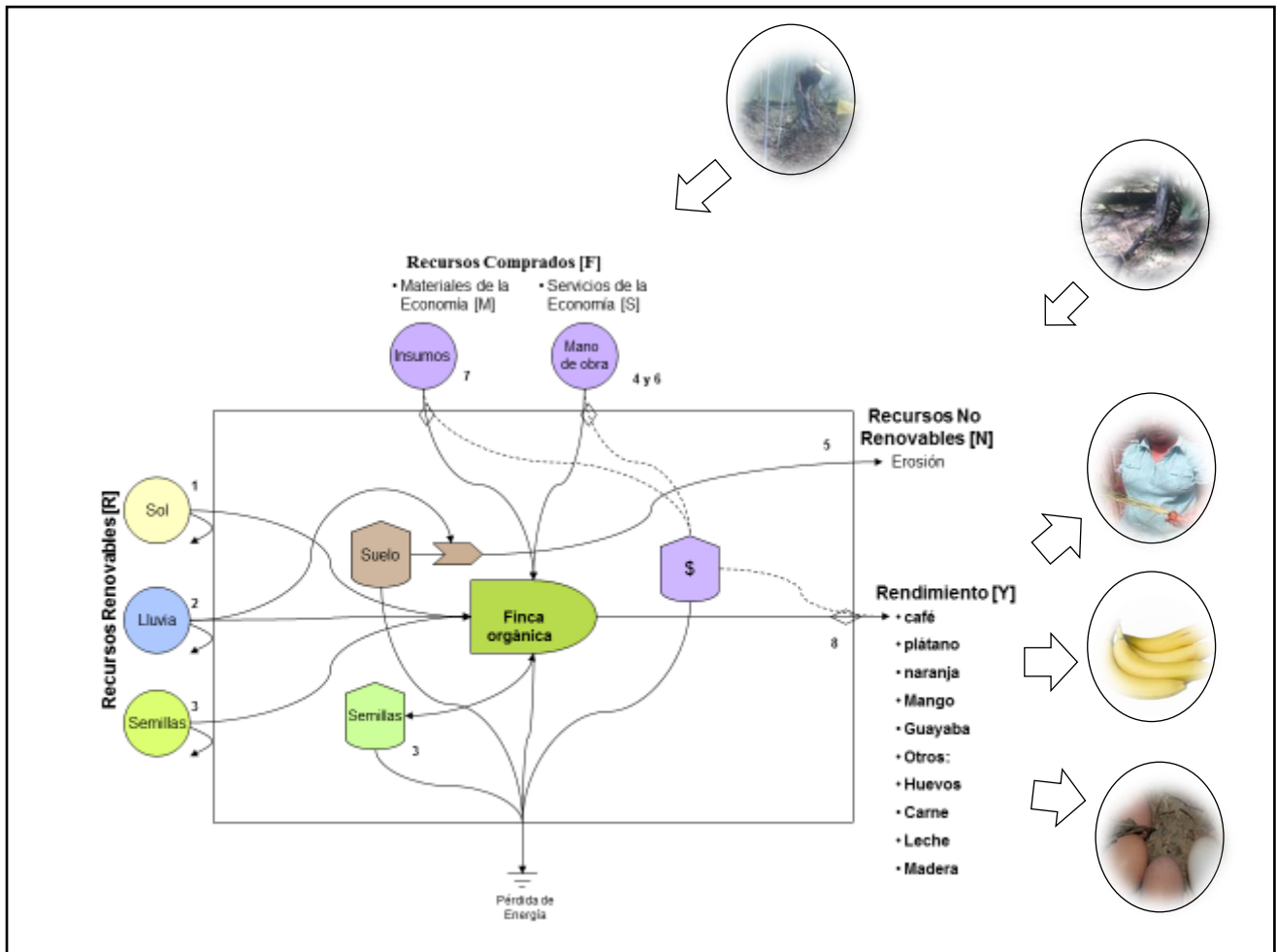


Figura 13. Representación de entradas y salidas del sistema en la finca orgánica

5.2.3 Eficiencia energética

La energía invertida proveniente de los recursos naturales renovables (R) es de 2397.55J en ambas fincas ecológica y convencional, ya que ambas se encuentran en las mismas condiciones agroclimáticas para la producción de hortalizas. Los recursos naturales no renovables (N) en el suelo de la agroecológica es de 16.55J, esto es por la erosión del suelo con una materia orgánica de 3%, y la convencional un poco más alta con 53.98J causada por erosión hídrica con una materia orgánica de 6%. Los recursos comprados de origen industrial en la convencional es de 304.7J y de origen biológico la orgánica con 161.63J, siendo mayor la mano de obra en la convencional con 158.82J y en la orgánica con 102.2J, en los insumos es mayor en la convencional con 256J y los insumos de la orgánica es de 130J (ver figura 14).

La eficiencia energética en la orgánica es de 1.93kcal por cada kcal invertida que entra al sistema y en la convencional es de 1.86kcal por cada kcal invertida.

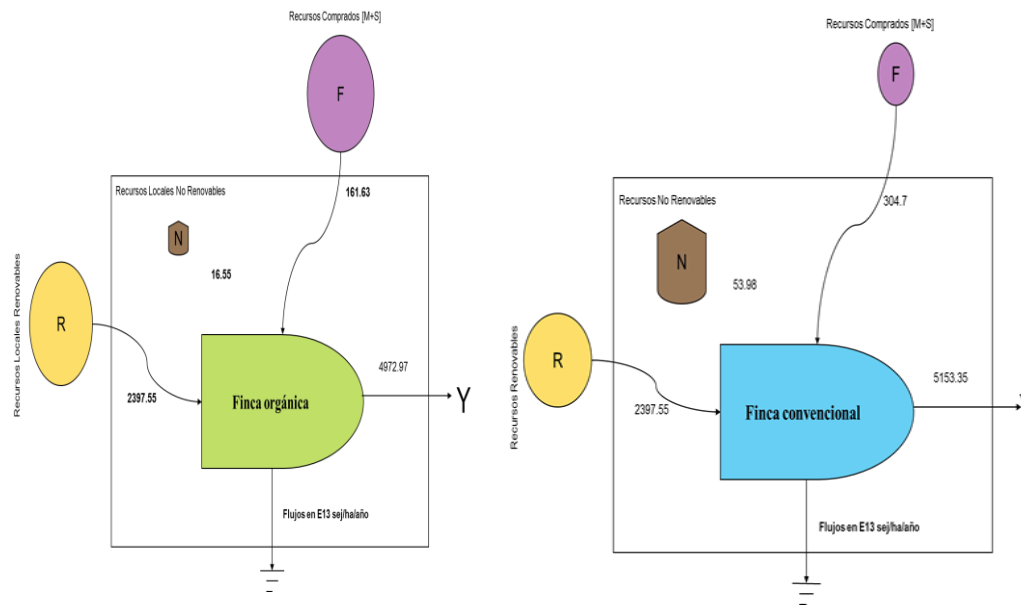


Figura 14 Flujo de energía en el sistema de la finca orgánica y convencional.

5.3 Salud de los agroecosistemas

5.3.1 Presencia y daño de plagas y enfermedades

Se observó poca cantidad de individuos plagas primeras semanas el nivel de presencia fue bajo aumentando en el tiempo pero sin sobre pasar los niveles que pueda afectar demasiado un cultivo.

En el cultivo de chile dulce se encontraron las plagas de mosca blanca y diabrotica, pero ninguna de ellas en abundancia, siempre en equilibrio y sin afectar la producción. En el cultivo de pepino se encontró las mismas plagas que en el chile pero en menor presencia, y también sin afectar la producción. En el cultivo de zanahoria se realizó algunos muestreos de presencia de plagas, pero fue negativo el muestreo ya que nunca se encontró la presencia de una plaga que afecte al cultivo (ver figura 15).



Figura 15. Presencia de plagas en los cultivos en la finca orgánica

En el cultivo de chile se encontró la presencia de la enfermedad conocida como peca (*cercospora*), que es un hongo que afecta las hojas y también algunas hojas con virosis. Pero sin causar pérdidas de producción ya que se mantenían en equilibrio y con un lento crecimiento y mientras estas enfermedades crecían las plantas mantenían su crecimiento vegetativo de hojas nuevas y también su producción (ver figura 16).

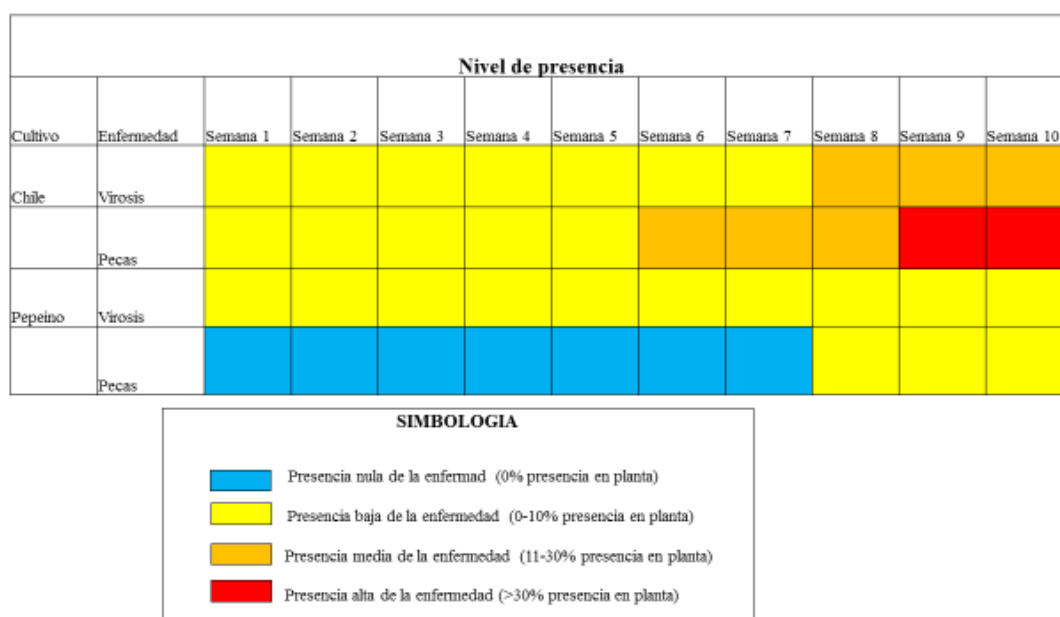


Figura 16. Presencia de enfermedades en los cultivos en la finca organica.

5.3.2 Calidad del agua

El pH del agua en la finca convencional es de 6 con un calificación de 3 que se considera bueno y la orgánica es de 7 con un calificativo de 4 que se considera excelente (ver anexo 3). La demanda de oxígeno para ambas fincas fue de 51- 70% de saturación con una calificación de 2 considera como regular para ambas fincas, los nitratos es de 5ppm con calificativo de 2 considerado regular para ambas fincas. Coliformes en ambas fincas dio positivo el resultado de la prueba, con un calificativo de 1 considerándose bajo, y estos resultados pudieron darse por asentamientos humanos arriba de la fuente de agua o por actividad ganadera en la zona (ver figura 17).

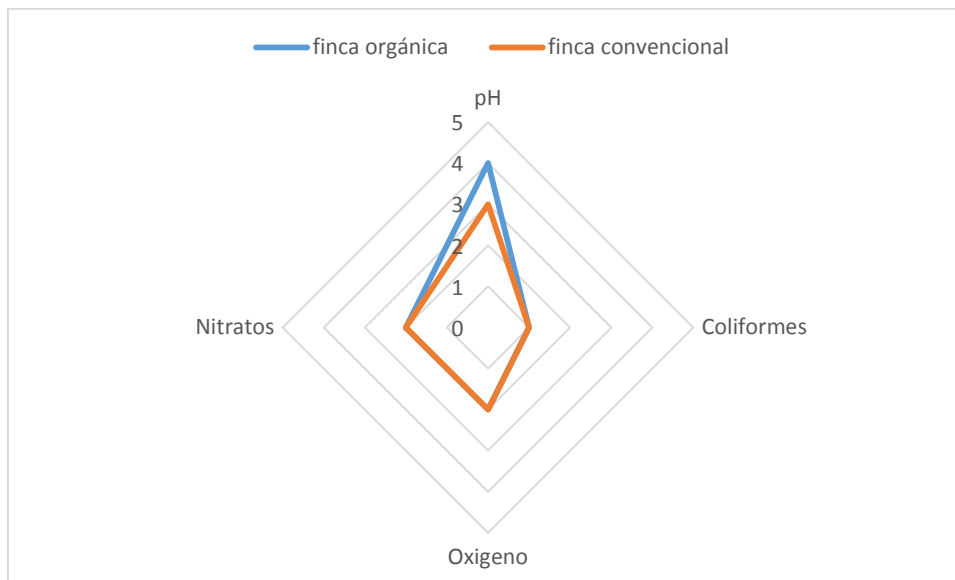


Figura 17 Grafico comparativo de variables en análisis de agua.

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 (ver cuadro 7).

Cuadro 7. 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

CONCLUSIONES

En la finca organica Los Cascabeles hay mayor diversidad de especies arbóreas, las cuales brindan múltiples funciones efectivas (Medicina, cobertura de suelo, y hábitat) para la vida humana y animal, con respecto a la finca convencional que solo hay monocultivos.

La finca agroecológica es más efectiva que la convencional, porque hay mayor rotación de cultivos, así como diversidad de socios, esto ayuda a mantener un equilibrio funcional de la finca, ya que no se utilizan químicos para control de plagas y enfermedades.

La finca convencional presenta menos eficiencia energética, porque utiliza energía industrial no renovable (pagar mano de obra, compra de químicos y fertilizantes), caso contrario de la finca agroecológica que tiene un alto índice de eficiencia energética por su diversidad de especies que ayudan en aumentar la eficiencia y se utiliza en menor grado la energía industrial no renovable (pagar mano de obra).

La finca Los Cascabeles tiene un mayor índice equivalente de tierra que la finca Los Pimientos, ya que el aprovechamiento de la tierra en la finca organica es mayor, porque hay más kilogramos de producción de los cultivos, en un área similar que la convencional.

Los socios favorecen el equilibrio de nutrientes y equilibrio en presencia de plagas y enfermedades, ya que se rompen los ciclos de desarrollo de ellas, entonces nunca habrá más presencia de una plaga en relación a otra, porque producen policultivos.

RECOMENDACIONES

Continuar con la diversificación de la finca agroecológica, para producir más diversidad de productos y hacer mayor aporte a la seguridad alimentaria del país.

Implementar las cercas vivas en la finca convencional, para que tenga menor erosión y tenga más beneficios (leña, repelente de insectos, hospederos de aves y comida para otros animales) con la utilización de ellas.

En la finca convencional se realicen los asociados de cultivos con deferentes familias y especies y las rotaciones, para romper los ciclos de las plagas y enfermedades y también para producir diversidad de productos. También que ya no utilicen los químicos para controlar y fertilizar los cultivos.

Que la finca organica siga con la diversificación de especies cultivadas, para aumentar la producción, y así seguir aumentar mucho más la eficiencia energética del sistema, en comparación a la eficiencia energética que se produce en la convencional.

V BIBLIOGRAFIAS

Altieri, M; Nicholls, C.1994. Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Icaria editorial. p 21-23.

Benito V. 2011. El mar de aral, estudio geográfico (en línea). Consultado 23 de sep 2015. Disponible <https://antolus2003.files.wordpress.com/2012/10/mar-de-aral-u-estudio-geogrc3a1fico.pdf>

CATIE (Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza). 2001. Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. Turrialba. Costa rica. p 1-2.

Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud.2011. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (en línea). Consultado 23 de sep 2015.disponible en http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento_calidad_agua.pdf

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2002. Agricultura de conservación. Roma.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT).2013. Afrontar los escasos del agua. Roma.

Fernando R; Fúnez-Monzote. 2009. Eficiencia energética en sistemas agropecuarios. Cuba. ACTAF. p.4- 10.

FIDA (fondo internacional de desarrollo agrícola IT). 2010. Desertificación. Roma.

Gliessman S. 2002. Ecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible. Costa Rica. LOTICAT. p. 24- 260- 282

ICPROC (Instituto cristiano de promoción campesina). 1998. Trofobiosis. San Vicente de Chucuri. p 2.

Kotschi.J. 2010. El aporte de la agroecología para alimentar al mundo. (En línea). Consultado el 22 de agos 2015. Disponible http://www.ecosaf.org/articulo-c/Kotschi_E.pdf

Martínez R. atributos agroecológicos de sustentabilidad: manejo comparativo indígena y convencional (en línea). Consultado el 24 sep 2015. Disponible <http://www.cristinaenea.org/haziera/dokumentuak/14%20Manejo%20ind%C3%ADgena%20e%20industrial.pdf>

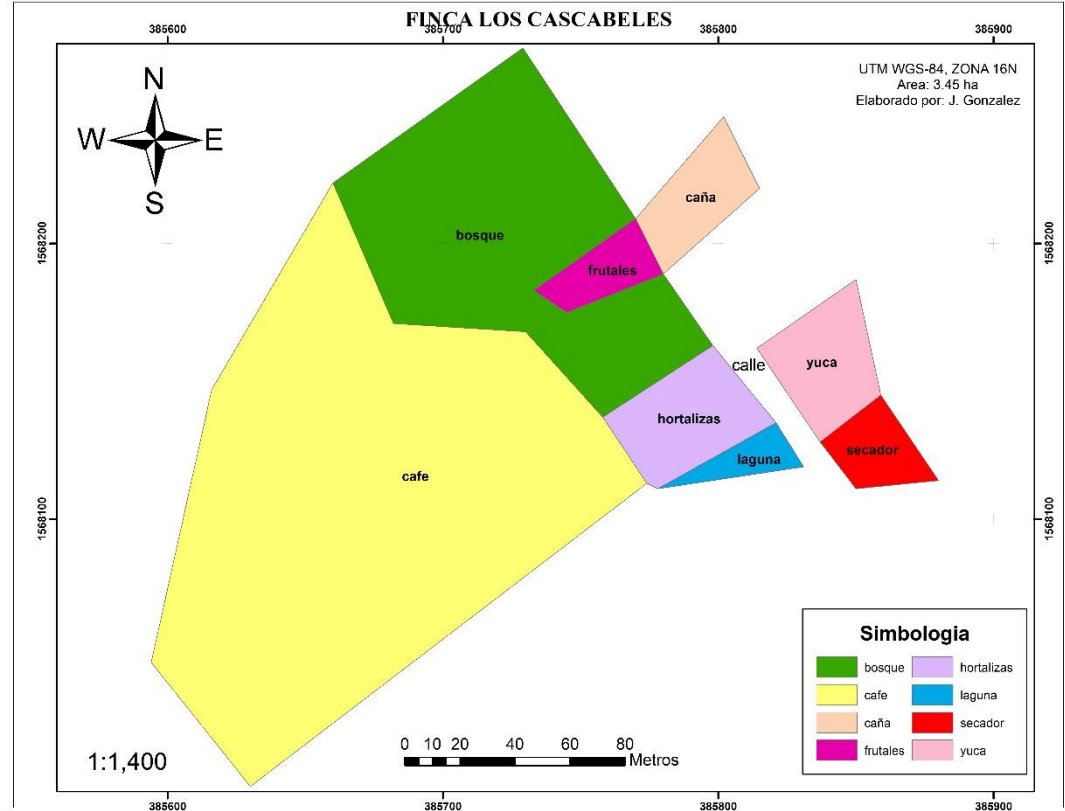
Rocha, L; Mendieta, M. 2007. Sistemas agroforestales. Nicaragua. U.N.A. p 48, 72.

Sarondon. S. 2002. El agroecosistema: un sistema natural modificado (en línea). La plata, Argentina. Consultado 24 de sep. 2015. Disponible en <http://www.agrotecnicounne.com.ar/introduccion/unidad-1/bibliografia-unidad-1/agroecologia.-el-camino-hacia-una-agricultura-sustentable-capitulo-4>

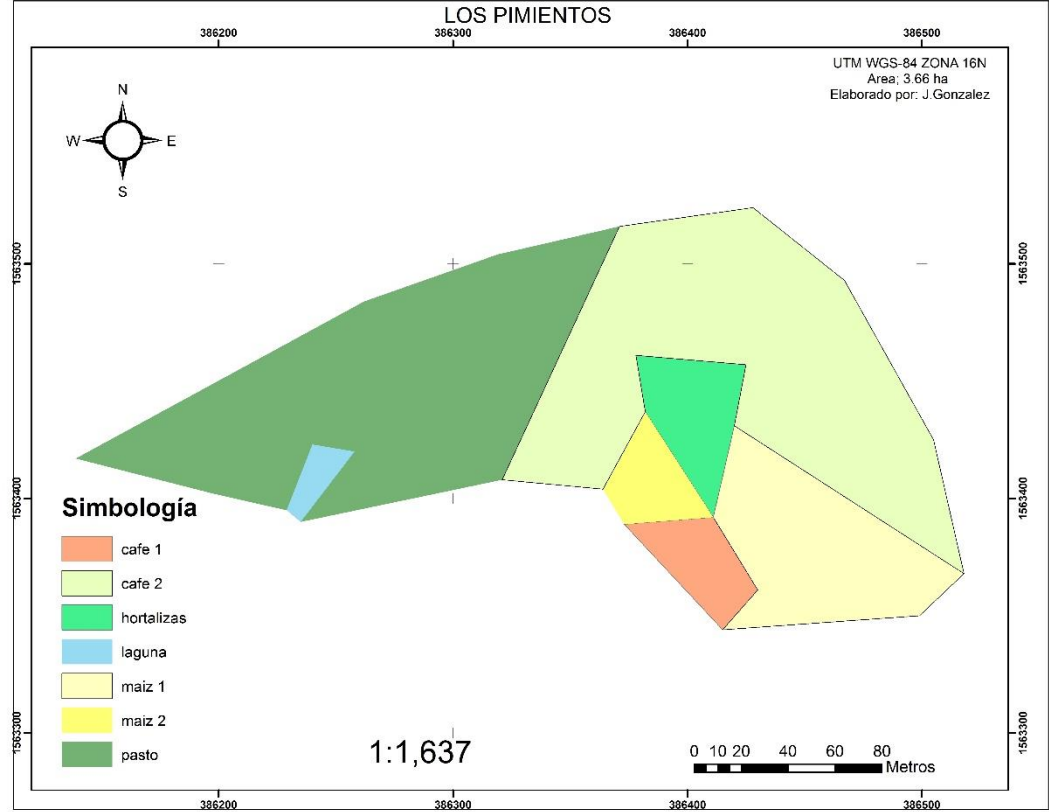
Soriano. 2001. Ecosistema: flujo de energía (en línea). Consultado 23 de sep. 2015. Disponible en <http://www.agro.uba.ar/users/batista/EE/papers/flujo.pdf>

ANEXOS

Anexo 1 Mapa de distribución de las diferentes áreas en la finca organica.



Anexo2 mapa de distribución de áreas en la finca convencional.



Anexo 3.Tabla de evaluación de indicadores del agua propuesta por la International Water Alliance.

Oxígeno disuelto	91-110% saturación		Bacteria Coliformes	Negativo	3 (bueno)
	71-90% saturación				
	51-70% saturación			Positivo	1 (bajo)
	<50% saturación				
Fosfato	1 ppm		Nitrato	5 ppm	2 (regular)
	2 ppm			20 ppm	1 (bajo)
	4 ppm			40 ppm	1 (bajo)
pH	4	1(bajo)	Cambios en temperatura	0-2°	4 (excelente)
	5	1 (bajo)		3-5°	3 (bueno)
	6	3 (bueno)		6-10°	2 (regular)
	7	4 (excelente)		>10°	1 (bajo)
	8	3 (bueno)			
	9	1 (bajo)			
	10	1 (bajo)			

Fuente secretaria de salud, (2001).

Anexo 4 Resultado de indicador de pH de la finca organica.



Anexo 5 beneficios de las cercas vivas

Beneficios para la finca	Beneficios ambientales
• Tienen mayor vida útil • Dividen los potreros • Marcan los linderos de la finca • Brindan sombra al ganado • Producen madera, postes y leña • Producen frutos para el consumo Humano • Son fuentes de forraje y frutos para alimentar el ganado • Incrementan el valor de la finca	• Sirven como cortafuegos • Reducen presión sobre los bosques porque las cercas aportan leña y madera • Mantienen y mejoran los suelos • Fijan carbono (importante para reducir calentamiento global) • Conservan la biodiversidad • Incrementan la conectividad estructural en el paisaje para establecer corredores biológicos y facilitar el movimiento de la fauna silvestre • Mejoran la belleza escénica del paisaje

Fuente: Villanueva *et al* 2008