

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA:
INGENIERÍA AMBIENTAL

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERA AMBIENTAL

TEMA:
EVALUACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA Y APOORTE PARA BUENAS
PRÁCTICAS AMBIENTALES EN LA FINCA AGROECOTURÍSTICA "LOS
CHÍPAROS", SECTOR MARIANITAS-PUERTO QUITO.

AUTORA:
JOHANNA PATRICIA MOYA GUEVARA

TUTORA:
CECILIA ELIZABETH BARBA GUEVARA

Quito, marzo de 2017

Cesión de derechos de autor

Yo, Johanna Patricia Moya Guevara, con documento de identificación N° 1715864607, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del trabajo de titulación intitulado: EVALUACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA Y APOORTE PARA BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES EN LA FINCA AGROECOTURÍSTICA "LOS CHÍPAROS", SECTOR MARIANITAS-PUERTO QUITO, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera Ambiental, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



.....
Johanna Patricia Moya Guevara

1715864607

Marzo de 2017

Declaratoria de coautoría de la docente tutora

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación
EVALUACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA Y APOORTE PARA BUENAS
PRÁCTICAS AMBIENTALES EN LA FINCA AGROECOTURÍSTICA "LOS
CHÍPAROS", SECTOR MARIANITAS-PUERTO QUITO, realizado por Johanna
Patricia Moya Guevara, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos
estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo
final de titulación.

Quito, marzo del 2017



.....
Dra. Cecilia Elizabeth Barba Guevara

CI: 1707482921

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Patricio Moya R. y Liliana Guevara B. por haberme dado la existencia; y en ella la capacidad por superarme y desear lo mejor en cada paso por este camino difícil y arduo de la vida. Gracias por ser como son, porque su presencia y persona han ayudado a construir y forjar la persona que ahora soy.

A mis hermanos Lilián, Sebastián y Vianka Moya por ser mi mayor inspiración para nunca rendirme y poder llegar a ser un ejemplo para ellos.

A mis abuelitos Timoleón Guevara, Víctor Moya y Lida Ramírez, por quererme, apoyarme y aconsejarme en todo momento.

Y a todos mis profesores y amigos ya que de una u otra manera me brindaron sus conocimientos y ayudaron a cumplir una de mis metas profesionales.

JOHANNA MOYA G.

AGRADECIMIENTO

El presente proyecto fue realizado bajo la supervisión de la Dra. Cecilia Elizabeth Barba Guevara a quien expreso mi más profundo agradecimiento por hacer posible la realización de este estudio, además de agradecer su paciencia, esfuerzo y dedicación para que saliera de manera exitosa.

También quiero agradecer a todos quienes conforman la Unidad Educativa Municipal “Eugenio Espejo” por darme la apertura a sus instalaciones y todas las facilidades para obtener la información necesaria con la cual pude desarrollar este proyecto en la Finca Agroecoturística “Los Chíparos”.

JOHANNA MOYA G.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1 Objetivo general.....	4
2.2 Objetivos específicos.....	4
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1 Agroecoturismo	6
3.2 Huella ecológica	7
3.3 Huella ecológica corporativa.....	8
3.4 Biocapacidad	9
3.5 Patrimonio natural	10
3.6 Contra huella	11
3.7 Capacidad de carga.....	11
3.8 Déficit ecológico.....	12
3.9 Consumo	13
3.9.1 Componentes de consumo	14
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
4.1 Materiales.....	15
4.2 Métodos.....	16
4.2.1 Huella de energía	17
4.2.2 Huella de agua	18
4.2.3 Huella de residuos sólidos.....	19
4.2.4 Huella de alimentos	20
4.2.5 Huella de uso de suelo	22
4.2.6 Huella de combustibles	22
4.3 Población y muestra.....	23
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
5.1 Análisis de los datos	25
5.1.1 Caracterización de residuos.....	25
5.1.2 Huella de energía	26
5.1.3 Huella de agua	27
5.1.4 Huella de residuos	28
5.1.5 Huella de alimentos	29
5.1.6 Huella de uso de suelo	30

5.1.7	Huella de combustibles	31
5.1.8	Huella ecológica total	32
5.2	Discusión.....	32
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
6.1	Conclusiones	36
6.2	Recomendaciones	37
7.	BIBLIOGRAFIA	39
8.	ANEXOS.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Coordenadas geográficas UTM de la Finca Agroecoturística “Los Chíparos”	3
Tabla 2	Materiales utilizados para el cálculo de la huella ecológica.....	15
Tabla 3	Tabla de equivalencias.....	16
Tabla 4	Generación diaria de residuos sólidos.....	25
Tabla 5	Cálculo de la huella ecológica de energía.....	26
Tabla 6	Cálculo de la huella ecológica de agua.....	27
Tabla 7	Cálculo de la huella ecológica de residuos sólidos	28
Tabla 8	Cálculo de la huella ecológica de alimentos de origen externo.....	29
Tabla 9	Cálculo de la huella ecológica de uso de suelo.....	30
Tabla 10	Cálculo de la huella ecológica de combustibles.....	31
Tabla 11	Valor total de la huella ecológica.....	32
Tabla 12	Comparación del valor de la huella ecológica de la Finca Agroecoturística “Los Chíparos” con valores globales y nacionales de huella ecológica y biocapacidad.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	<i>Porcentaje de contribución a la huella ecológica total</i>	34
-----------	---	----

RESUMEN

El presente estudio evaluó el valor de la huella ecológica sobre el servicio educativo y recreativo que brinda la Finca Agroecoturística “Los Chíparos”, propiedad de la Unidad Educativa Municipal “Eugenio Espejo” a estudiantes y público en general; con la finalidad de propender al consumo sostenible de los recursos naturales, la reducción de los residuos generados y mitigar el deterioro del medio ambiente.

Para el cálculo de la huella ecológica se utilizó el método propuesto por Rees y Wackernagel quienes analizan la huella ecológica por componentes. En este estudio se tomaron en cuenta los siguientes: energía, agua, residuos sólidos, alimentos, uso de suelo y combustibles.

El resultado de la huella ecológica de la Finca Agroecoturística “Los Chíparos” fue de 32,71 ha/año y por persona de 0,82 ha/año, de igual manera se determinó que el componente que aporta en mayor porcentaje al valor total de la huella ecológica fue el uso de suelo, ya que la finca está conformada en su mayoría por zonas agrícolas y bosque tropical húmedo; en este componente también se contemplaron los alimentos producidos dentro de la finca ya que son consumidos en las diferentes comidas que se les ofrece diariamente a los estudiantes.

Se pretende que este trabajo sirva como herramienta de concienciación y comunicación, para lo cual se entregó una guía de buenas prácticas ambientales. A la vez de ser el primer aporte para futuros estudios de investigación sobre la puesta en marcha de dichas prácticas con el fin de reducir el valor de la huella.

ABSTRACT

The present study evaluated the ecological footprint value on the educational and recreational service offered by the "Los Chíparos" agro-eco-touristic Farm, owned by the "Eugenio Espejo" Municipal high School to students and general consumers; the main aim is to promote sustainable consumption of natural resources, reducing all waste generated and mitigating the environment deterioration.

In order to analyze the ecological footprint, the proposed method by Rees and Wackernagel was used to analyze the ecological footprint by components; for this study, the following facts were taken into account: energy, water, solid waste, food and fuels.

The result of "Los Chíparos" ecological footprint Agro-eco-touristic Farm was 32,71 ha / year and per person of 0,82 ha / year, in the same way it was determined that the component that contribute in greater percentage to the total value of ecological footprint was the use of soil, since the is mostly made up of agricultural areas and humid tropical forest; in this component, also the foods produced inside the farm are consumed in the different meals that are offered daily to the students.

As a corollary, this work pretends be used as an awareness and communication tool, That is why, a guide to enhance better environmental practices was provided. At the same time, be the first contribution for future researching and analysis around the implementation of these practices in order to reduce the ecological footprint value.

1. INTRODUCCIÓN

Los seres humanos son la única especie de seres vivos que utilizan los recursos naturales de manera excesiva y no solo para satisfacer sus necesidades, debido a esto la sustentabilidad de los mismos a futuro depende de que se los utilice a ritmos menores o iguales a su ciclo de regeneración natural (Tomaselli Crespo, 2004).

Actualmente la población humana, el consumismo y la inequidad de los bienes va en aumento mientras que el área total de la tierra productiva y las reservas del capital están disminuyendo, esto ha motivado a la creación de varios indicadores que intentan reflejar, de forma agregada, en qué medida nuestros niveles de consumo y de generación de residuos están dentro de los límites naturales, uno de estos indicadores es la huella ecológica (Cordero Ahimán, 2011; Gullón Muñoz & Moratilla, 2007).

El agroecoturismo es una tendencia que en el Ecuador poco a poco ha tomado fuerza, ya que consiste en la prestación de servicios de alojamiento y comida en los sectores rurales, brindándoles a los huéspedes la oportunidad de involucrarse con la actividad agrícola que se desarrolle en la localidad. El agroecoturismo surge de la diversificación de actividades ecológicas, agrícolas y turísticas con el fin de aprovechar los recursos naturales, mantener las costumbres e interactuar armoniosamente con la naturaleza como medio de subsistencia.

Al ser el área de estudio una finca agroecoturística y tras identificarse una alteración del entorno natural debido a que el bosque húmedo tropical fue reemplazado por zonas agrícolas y recreativas, se vio la necesidad de evaluar la huella ecológica de la Finca Agroecoturística “Los Chíparos” con el fin de medir el impacto producido por dichas actividades y generar una propuesta de mejora continua que ayude a reducir el valor de la

misma; para lo cual se plantearon las siguientes hipótesis:

H₀: La huella ecológica de la Finca Agroecoturística “Los Chíparos” posee un índice menor o igual al cálculo promedio de generación de huella ecológica a nivel nacional.

H₁: La huella ecológica de la Finca Agroecoturística “Los Chíparos” posee un índice mayor al cálculo promedio de generación de huella ecológica a nivel nacional.

Por lo tanto,

La Finca Agroecoturística “Los Chíparos” se encuentra situada en el sector Marianitas, cantón Puerto Quito, provincia de Pichincha, vía Calacalí - La Independencia Km 135, teniendo como límites:

- Norte: Vía Calacalí - La Independencia
- Sur: Río Caoní
- Este y Oeste: Fincas agrícolas de palma y cacao respectivamente. **(Ver anexo 1)**

La Finca Agroecoturística “Los Chíparos” está conformada por dos secciones: la zona productiva con un área de 26 ha de las cuales: 16 ha son de bosque secundario, 2 ha de área pecuaria y 8 ha de área agrícola y la zona turística que tiene un área de 4 ha, conformada por: sitios de recreación, cabañas y comedor.

A continuación en la Tabla 1 se detallan las coordenadas geográficas de los sitios que en conjunto conforman el área de estudio.

Tabla 1

Coordenadas geográficas UTM de la Finca Agroecoturística “Los Chíparos”.

Zona Agrícola			Hostería		
Puntos	X	Y	Puntos	X	Y
1	699676	11376	1	699664	11291
2	699543	11363	2	699679	11361
3	699377	11365	3	699437	11338
4	699441	11710	4	699381	11345
5	699748	11720	5	699372	11267
6	699517	12059	6	699391	11247
7	699542	12201	7	699500	11254
8	699561	12214	8	699559	11289
9	699685	12216			
10	699815	12236			
11	699811	12008			

Elaborado por: Moya J., 2017

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Realizar la evaluación de la huella ecológica de la Finca Agroecoturística "Los Chiparos" para propender al consumo sostenible de los recursos naturales de la Finca y mitigar el deterioro del medio ambiente proponiendo buenas prácticas ambientales.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar el levantamiento de información del área de estudio y de documentos institucionales.
- Determinación de la generación y consumo de energía, agua, residuos sólidos, alimentos y combustibles.
- Calcular la huella ecológica en base a la información obtenida, utilizándola metodología seleccionada.

3. MARCO TEÓRICO

El medio ambiente suministra todos los recursos naturales necesarios para la vida, ya que de este se obtienen los alimentos, la materia prima para procesos industriales, así como los minerales para edificar las residencias, pero no sólo hace esto, también absorbe los residuos generados por las actividades antrópicas cotidianas; tanto sólidos, líquidos como emisiones atmosféricas.

Desde que el ser humano habita la tierra, se calcula que se ha perdido el 50 por ciento de la cobertura boscosa original. Esta se redujo en un 13 por ciento entre 1960 y 1990, pasando de 37 millones de km² a 32 millones de km², equivalente a un 0,5 por ciento de pérdida por año, La mayor parte de esta deforestación ha ocurrido en zonas tropicales, debido principalmente a la agricultura y al pastoreo (Tomaselli, 2004, p. 11).

Una de las principales causas de la pérdida de los recursos naturales y de la sustentabilidad es la deforestación. En base al estudio “La Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010” realizado por la FAO y que cubre 233 países; a nivel mundial se perdieron 16 millones de hectáreas anuales durante la década de 1990 en comparación con 13 millones de hectáreas de bosques anuales entre 2000 y 2010, debido a causas naturales o al cambio de su uso, como por ejemplo para agricultura, ganadería o vivienda (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2010). Esto fue lo que de cierta manera motivó a que se diseñe un indicador que permita medir la sustentabilidad de una zona determinada, permitiéndose evaluar los niveles de consumo y generación de residuos contra la capacidad de regeneración que posee dicha zona.

“La huella ecológica es un indicador de sostenibilidad desarrollado a por William Rees y Mathis Wackernagel de la Universidad de British Columbia en 1996, mide todos los impactos que produce una población expresados en hectáreas de ecosistemas o naturaleza”(Doménech Quesada, 2007, p. 75).

3.1 Agroecoturismo

Al agroecoturismo se lo puede definir como una modalidad de turismo rural que consiste en combinar el agroturismo y el turismo ecológico, caracterizado por la visita a emprendimientos rurales para interactuar con el entorno natural, pero a su vez disfrutar de los cultivos y especies animales propios del área y conocer o experimentar actividades agropecuarias en zonas periurbanas, como sucede con muchos destinos temáticos. Según Barrera (2006), el agroecoturismo se define como “aquella actividad turística realizada en el espacio rural, compuesta por una oferta integrada de ocio dirigida a una demanda cuya motivación incluye el contacto respetuoso con el entorno natural y una interrelación con la población local”

El agroecoturismo en el Ecuador es una actividad que poco a poco ha ido tomando fuerza en fincas y granjas, debido a que ayuda tanto a los propietarios como a las comunidades aledañas a fomentar su identidad cultural, a mantener y cuidar el medio ambiente, conservar sus prácticas agrícolas ancestrales, tener un intercambio cultural, así como aporta de manera directa o indirecta al incremento de la economía y mejoramiento de la calidad de vida de la población (Chávez Aguirre, 2015; Ramírez Castellanos, 2015).

3.2 Huella ecológica

La gente usa los recursos de todo el mundo sin darse cuenta que esto terminará afectando a las generaciones futuras; por este motivo se vio la necesidad de buscar indicadores de sostenibilidad con el fin de que los recursos se encuentren disponibles en cantidades mayores para satisfacer las necesidades de todos los habitantes del planeta.

La huella ecológica es un indicador de sostenibilidad que de manera general nos permite definir en un solo valor el impacto generado por el consumo de recursos; la generación de desechos, emisiones y descargas debido a las actividades antrópicas; de acuerdo al estilo de vida de la población y al terreno estudiado (Alvarenga Ortiz, Ayala Benavides, & Portillo Castro, 2015, p. 8)

La huella ecológica se empezó a calcular desde 1961 pero en ese entonces no era muy conocida; tomando en cuenta que la huella ecológica de la humanidad era solamente dos tercios de la biocapacidad del planeta. En 1996 Mathis Wackernagel y William Rees desarrollaron el concepto y la metodología para el cálculo de la huella ecológica, dándose a conocer debido a la publicación de su libro titulado *Nuestra Huella Ecológica* donde se la define como:

El área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistema acuático) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico indefinidamente, donde sea que se encuentre esta área (Ducun, 2000, p. 1) (Ortiz Alvarenga et al., 2015, p. 27).

“Las huellas pueden utilizarse para evaluar una ciudad, un país o toda la población humana en términos de sostenibilidad ecológica. También pueden usarse para ayudar a

revelar dónde se puede lograr el mayor potencial de progreso hacia la sostenibilidad” (Venetoulis, 2004, p. 3).

En conclusión, la huella ecológica proporciona un valor aproximado de la comparación entre los requerimientos del capital natural de una población específica y el terreno disponible. Cabe aclarar que para el análisis de la huella ecológica no se toman en cuenta desiertos, glaciares y el mar abierto (Rees, 1996, p. 204).

“A escala global, la huella ecológica asciende a 2,7 ha/cap, mientras que la biocapacidad es tan sólo 1,8 ha/cap; por lo tanto, existe un déficit ecológico de 0.9 ha/cap” (Departamento de Medio Ambiente Planificación Territorial Agricultura y Pesca, 2011, p. 5). Con respecto a Ecuador de 2008 a 2009 la población del país incrementó en un 1,8%, aumentando la huella ecológica en un 6,11% pasando de consumir 1,53 ha/año a 1,62 ha/año, de acuerdo a estos datos podemos concluir que la huella ecológica no aumento debido al incremento poblacional sino debido a que cada vez existe una mayor demanda de productos y por tanto una sobreexplotación de los ecosistemas (Ministerio del Ambiente, 2009).

3.3 Huella ecológica corporativa

La huella ecológica nos brinda una idea clara sobre los impactos generados por las actividades que realizamos cotidianamente, ya que transforma los bienes y la energía consumida en hectáreas de territorio productivo. Mathis Wackernagel y William Rees (1996) aplicaron la huella ecológica a varias escalas: individuos, familias, ciudades, naciones y al mundo, pero no se lo había hecho a organizaciones o empresas (Doménech Quesada, 2007, p. 76).

El fortalecimiento de la legislación ambiental y la exigencia de sus clientes hacia las empresas les ha obligado a que cada vez realicen sus procesos de manera más responsable y comprometida con el medio ambiente; debido a esto y con el fin de identificar de manera sencilla el estado actual de una organización, se decidió aplicar la huella ecológica tomando en cuenta que las empresas, organizaciones o industrias también son consumidores de bienes y servicios (Penela et al., 2008, p. 9).

La huella ecológica corporativa se define como el impacto ambiental generado por una organización debido a la compra o venta de cualquier tipo de bien proveniente de producción primaria (alimentos y recursos naturales); adquisición u oferta de un servicio; la ocupación de un terreno; y la generación de desechos de acuerdo a sus procesos. “Todos los impactos considerados en la huella ecológica corporativa son perfectamente controlables y auditables, por lo tanto son objetivos y transparentes” (Doménech Quesada, 2006, p. 4).

La huella ecológica corporativa es una herramienta muy útil ya que nos brinda una visión clara y precisa del impacto provocado por las actividades cotidianas de una empresa u organización sobre el ecosistema al cuantificar el consumo de recursos, como la generación de desechos en hectáreas de terreno productivo, con el objetivo de implementar medidas que minimicen dicho impacto, proyectándonos a que toda la población lleve un estilo de vida sostenible y saludable.

3.4 Biocapacidad

La biocapacidad es uno de los componentes que ayuda a evaluar la sostenibilidad ya que muestra los límites de consumo sin dejar de lado las tecnologías y hábitos de

extracción actuales de un determinado territorio de manera viable e indefinida.

No es más que la capacidad que tienen los ecosistemas para producir bienes naturales y absorber o asimilar los desechos generados por los seres humanos en un área específica. “Se calcula multiplicando el área física actual por el factor de rendimiento y el factor de equivalencia apropiado. La biocapacidad generalmente se expresa en hectáreas globales como unidad” (Wackernagel, 2015, párr. 6).

Una vez estimado el valor de la huella ecológica se calculan las superficies reales de cada tipología de terreno productivo (cultivos, pastos, bosques, mar, superficie artificializada y área de absorción de CO₂) disponibles en el ámbito territorial de estudio. La suma de todos ellos es la biocapacidad y se expresa en hectáreas por habitante. (Gullón Muñoz & Moratilla, 2007, p. 21).

3.5 Patrimonio natural

Se define como patrimonio natural a todos los bienes o materias primas (árboles, animales, entre otros) y servicios ambientales (captación de carbono, hábitat, purificación del agua, entre otros) proporcionados continuamente por el planeta Tierra. Las funciones del patrimonio natural son: “la producción de recursos (como pesca, madera o cereales), asimilación de desechos (como absorción de CO₂ o descomposición de aguas residuales) y servicios para manutención de la vida (como protección UV, biodiversidad, limpieza de agua o estabilidad del clima)” (Wackernagel, 2015, párr. 8).

La huella ecológica considera al patrimonio natural como uno de los componentes más importantes para su análisis debido a que es donde se encuentra la vida (Wackernagel, 2015, párr. 8).

3.6 Contra huella

Corresponde al terreno disponible para la elaboración de productos y desarrollo de actividades; de igual manera comprende al valor mínimo al que se puede reducir la huella ecológica aplicando protección al capital natural (bosques, pastos, reservas marinas, etc.) y buenas prácticas ambientales como: el uso de energías limpias, ahorro de agua, gestión de residuos sólidos, tratamiento de descargas líquidas y control de emisiones (Ortiz Alvarenga et al., 2015, p. 29).

A diferencia de la huella ecológica que es el área de territorio ecológicamente productivo terreno consumido; la contrahuella corresponde al área de territorio disponible.

3.7 Capacidad de carga

Por primera vez se utilizó el termino de capacidad de carga para definir a la población máxima de una especie determinada que puede soportar un territorio sin límite de tiempo; actualmente se la propone como la capacidad máxima que puede imponer la humanidad al explotar los recursos y servicios del medio ambiente antes de que este se deteriore y no pueda satisfacer las necesidades de la población (Grupo Eipala, 2002).

La capacidad de carga se refiere a la capacidad máxima que tiene un ecosistema para producir bienes y servicios, al igual que asimilar los desechos sin deteriorarse; en cambio la biocapacidad es la capacidad que tienen los ecosistemas para generar bienes y servicios.

3.8 Déficit ecológico

El consumo de los recursos naturales es una actividad que el ser humano la realiza constantemente, pero esta se torna perjudicial para el planeta Tierra si se la realiza de manera indiscriminada y no solo para la satisfacción de las necesidades.

Déficit ecológico se refiere a que la población está consumiendo más de lo que un área de territorio puede producir, arriesgando la disponibilidad de recursos de las futuras generaciones. Para determinar el déficit ecológico se deben calcular las superficies necesarias para satisfacer las necesidades de la población, al igual que asimilar los desechos generados por los mismos y comparar con las superficies de terreno disponible con el fin de conocer el nivel de autosuficiencia (Ducun, 2000, p.3).

Si el valor de la huella ecológica es mayor al valor de la biocapacidad del área de estudio, se evidenciará un déficit ecológico, ya que la población que habita en ese territorio consume más recursos de los que dispone; pero si la biocapacidad es igual o mayor que la huella ecológica, se puede considerar que la región es autosuficiente o que la región dispone de excedente ecológico. (Gullón Muñoz & Moratilla, 2007, p. 21).

No todos los lugares del planeta poseen la misma cantidad de recursos naturales, unos poseen más que otros, razón por la cual si un determinado territorio posee un déficit ecológico muy alto significa que está consumiendo los recursos de áreas que se encuentran fuera de su territorio (Gullón Muñoz & Moratilla, 2007, p. 21). “El déficit ecológico global no puede ser compensado mediante el comercio, por lo que equivale a sobregiro” (Wackernagel, 2015).

En el año 2007, el planeta Tierra tenía una población de 6.671 millones, la huella

ecológica mundial se estimó en 2,7 ha por persona mientras que la biocapacidad era de 1,8 ha/per cápita, es decir, un 66% inferior que la huella ecológica. La diferencia entre una y otra dio como resultado un déficit ecológico de 0,9 ha, recalcando que no todos los países aportaban de igual manera a este valor (Pérez Neira, de Marco Larrauri, & Álvarez Muñoz, 2015).

Ecuador, a pesar de ser un país megadiverso, la falta de planificación y el desgaste de sus recursos naturales (principalmente madereros y pesqueros), sin tomar en cuenta que contribuye enormemente a la producción de gases de efecto invernadero por ser un país exportador de petróleo, se encuentra en déficit (Gómez, 2009).

El objetivo primordial de la población debería ser tener una huella ecológica menor a la capacidad de carga de su territorio y por tanto mantenerse en un déficit ecológico igual a cero, ya que solo así se podrá asegurar que las generaciones futuras cuenten con un estilo de vida igual o mejor al que tenemos actualmente.

3.9 Consumo

De manera general se entiende por consumo al uso de bienes y servicios, pero en lo que respecta al análisis de la Huella Ecológica este consumo considera todos aquellos recursos que se utilizaron para producir u obtener dichos bienes como por ejemplo la energía; es decir realiza una evaluación de entradas y salidas para tomar en cuenta absolutamente todo lo que se utilice dentro de una cadena de producción incluyendo las pérdidas (Wackernagel, 2015, párr. 10).

Dentro de la definición de consumo se describieron dos tipos: intermedio y final.

Según la terminología del sistema (económico) de Cuentas Nacionales, el consumo

intermedio se refiere al uso de bienes y servicios por empresas dedicadas a proveer bienes y servicios a otras empresas. El consumo final se refiere al uso no productivo de bienes y servicios por hogares, gobiernos, sector de capitales, y entidades extranjeras. (Wackernagel, 2015, párr. 10).

3.9.1 Componentes de consumo

Para facilitar el análisis de la Huella Ecológica se la ha subdividido por componentes como son: alimentos, energía, transporte, residuos, bienes y servicios, debido a que así se puede visualizar de manera independiente la huella ecológica de cada componente y al sumar todos se obtendrá la huella ecológica total. De cierta forma se evitan los conteos dobles y que los consumibles se encuentran en un solo componente. Por ejemplo, el cilindro de gas puede estar en el componente de alimentos, bienes o de energía, pero no en todos los componentes a ser evaluados (Wackernagel, 2015, párr. 9).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales

En la siguiente tabla podemos observar todos los materiales utilizados para el cálculo de los diferentes componentes que se tomaron en cuenta dentro de este estudio.

Tabla 2

Materiales utilizados para el cálculo de la huella ecológica.

Categorías	Materiales	
Huella de energía	Planillas de consumo eléctrico	
Huella de agua	Envase plástico de 10 L Flexómetro de 8 m Stanley Cronómetro Casio Stopwatch Hs-3 GPS Garmin Etrex 10 Cuerda	
Huella de residuos	Botas de goma Balanza digital portátil de 50 kg Plástico negro Gafas de seguridad Guantes de caucho Oberol Mascarilla de seguridad Fundas para basura	Libreta de campo Cámara fotográfica Grabadora digital de voz 8 Gb Lista de chequeo elaborada por la investigadora (Ver anexo 3). Esferos Pilas AAA
Huella de alimentos	Facturas por compras de alimentos	
Huella de uso de suelo	GPS Garmin Etrex 10 Software ArcGis 10.3	
Huella de transporte	Recibos de consumo de combustible o compra de GLP	

Elaborado por: Moya J., 2017

4.2 Métodos

Para realizar el cálculo de la huella ecológica de la Finca Agroecoturística “Los Chíparos” se consideró aplicar el método basado en componentes (energía, agua, residuos sólidos, alimentos, uso de suelo y combustibles), ya que esta metodología se basa en los datos específicos obtenidos en el área de estudio permitiendo una mayor versatilidad en su aplicación y en la exactitud de los resultados (Alvarenga Ortiz et al., 2015).

Para cada componente evaluado en el presente estudio, la metodología consistió en levantar directamente en campo y recopilar toda la información de tipo documental que respalde la investigación, con el fin de identificar el consumo o generación de cada componente. Los valores de consumo obtenidos se transformaron en área biológica productiva, dividiendo el valor de consumo para el valor de productividad y multiplicando por el factor de equivalencia correspondiente al tipo de ecosistema que se esté evaluando.

A continuación, encontraremos la Tabla 3 que contiene los factores de equivalencia de acuerdo al tipo de suelo productivo; estos factores se utilizan ya que permiten relacionar el tipo de suelo estudiado con el suelo bioproductivo medio mundial.

Tabla 3

Tabla de equivalencias

Tipo de suelo productivo	Factor de equivalencia	Factor de rendimiento
Energía fósil	1,138688	
Tierra cultivable	2,821875	1
Pastos	0,541097	1
Bosques	1,138688	3

Nota. Fuente: Huella Ecológica y Desarrollo Sostenible, por J. L. Doménech, 2007, AENOR, p. 86.

4.2.1 Huella de energía

Para calcular la huella ecológica del componente energía, se recopilaron y analizaron las planillas de consumo eléctrico desde octubre de 2015 a octubre de 2016; información que fue facilitada por el Comité Central de Padres de Familia de la Unidad Educativa Municipal “Eugenio Espejo” y por el administrador de la Finca Agroecoturística “Los Chíparos”.

Obtenido el consumo anual de la Finca, se procede a identificar cuáles son las fuentes de generación energética en informes, para el presente estudio se tiene que la generación de energía para el año 2015 correspondió en un 64% a centrales hidráulicas y 36% a la central térmica Gualberto Hernández (Empresa Eléctrica Quito, 2016).

Para transformar los kWh consumidos a GJ utilizamos el siguiente factor de equivalencia $1 \text{ kWh} = 0,0036 \text{ GJ}$. El consumo anual en GJ/año se obtiene del producto entre el consumo en kWh y la intensidad energética equivalente a cada tipo de energía. El valor obtenido se dividió para el valor de productividad correspondiente al tipo de ecosistema.

De acuerdo a la metodología propuesta por Doménech Quesada (2007), es importante indicar que la huella de energía producida por combustibles fósiles, se la identifica como "energía fósil" (Ver Tabla 5); en cambio la energía hidráulica y eólica se identifica como "pastos", debido a que tanto represas hidroeléctricas como aerogeneradores por lo general están ubicados en zonas altas.

A continuación, se encuentra la fórmula que se aplicó para obtener la huella del componente energía:

$$HE = \frac{\text{Consumo anual de energía } \left[\frac{GJ}{\text{año}} \right]}{\text{Productividad}} * \text{Factor de equivalencia}$$

Los valores utilizados para el valor de productividad son: 71 GJ/ha/año para energía fósil y 15000 GJ/ha/año para represas hidroeléctricas ubicadas en altitudes considerables.

4.2.2 Huella de agua

Para el cálculo del componente agua se procedió a medir en campo el caudal de ingreso a la cisterna de la Finca, que es la fuente de distribución de agua a las diferentes áreas de la misma. Para la obtención de datos se midió el caudal de agua de ingreso a la cisterna 2 veces al día por 5 días consecutivos, por esta razón se consideró utilizar la metodología volumétrica, debido a que la Finca no cuenta con medidor de agua potable y utiliza agua proveniente de una vertiente natural.

La huella hídrica dentro de la metodología propuesta por Rees y Warckenagel se la encuentra como consumo de agua; esta es considerada uno de los componentes más importantes por ser calificada como un recurso natural y vital. Para el cálculo de la misma se utilizó la siguiente fórmula:

$$HE = \frac{\text{Consumo anual de agua } [m^3]}{\text{Productividad}} * \text{Factor de equivalencia}$$

El valor de la productividad de agua es de 1.5 m³ / ha / año, ya que toma en cuenta la precipitación anual de los bosques de zonas húmedas el cual es de 1500 m³” (Loa Arjona, 2012). En la formula, el factor de equivalencia esta dado por el valor de 1,138688 (Ver Tabla 3). Esta cifra representa la cantidad aproximada de bosques que se tiene para recargar los acuíferos.

4.2.3 Huella de residuos sólidos

Para determinar la generación y composición física de los residuos sólidos se utilizó la metodología del cuarteo, misma que se la aplicó por 8 días seguidos. El procedimiento a realizarse diariamente fue el siguiente:

- Vaciar el contenido de todas las fundas de basura recolectadas diariamente dentro de la Finca Agroecoturística “Los Chíparos”, para luego proceder a la homogenización.
- Realizar cuarteos hasta tener un monto de aproximadamente 50 Kg.
- Los residuos sólidos sobrantes del proceso de cuarteo se recolectan y disponen para su debida eliminación.
- El material producto del cuarteo (50 kg) se clasifica por tipo de residuos en: papel y cartón, metales y chatarra, vidrio, plástico, materia orgánica, y no aprovechables; se pesa y registran los datos de cada componente o tipo de residuo.

La lista de los tipos de residuos con sus respectivos valores de generación se encuentran en la Tabla 6 (ECO Consultorías e Ingeniería SAC, 2013). Para el cálculo de la huella ecológica del componente de residuos sólidos también se estimó-los porcentajes de residuos que se reciclan de acuerdo a información proporcionada por los empleados de la Finca Agroecoturística “Los Chíparos”: 80% de plástico, 80% de papel, 80% de cartón, 40% metales y chatarra, y el 100% de materia orgánica. Para el cálculo de la energía recuperada por reciclaje, se consideró lo descrito por Domenech Quesada (2006), que indica lo siguiente: “Para el papel y cartón puede recuperarse un 50% de energía por reciclaje, para los metales magnéticos, un 50%; para los plásticos, un 70%. Y para residuos orgánicos (por compostaje) un 100 %”.

Con los datos obtenidos se procedió a calcular la energía recuperada aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Energía recuperada} = 1 - \left(\frac{n}{100}\right) \left(\frac{r}{100}\right)$$

Donde:

n = porcentaje de reciclado real

r = porcentaje aproximado de energía que se puede recobrar por reciclaje

El valor de la huella de cada tipo de residuo se obtuvo aplicando la siguiente fórmula:

$$HE = \text{Energía recuperada} * \frac{\text{Consumo anual} \left[\frac{GJ}{\text{año}} \right]}{\text{Productividad energética}} * (\text{factor de equivalencia})$$

Los factores de multiplicación y el factor de equivalencia dependen del residuo que se esté analizando. Finalmente, el resultado total de la huella ecológica total de los residuos se la obtiene sumando los valores de la huella de cada tipo de residuo (Doménech Quesada, 2006).

4.2.4 Huella de alimentos

Para realizar el cálculo de la huella de alimentos se levantó información de las facturas de adquisición de alimentos de un año (octubre 2015-octubre 2016), las mismas que fueron proporcionadas por el Comité Central de Padres de Familia.

Rees y Warckenaguel (2001), indican que hay 3 formas de contabilizar la huella del componente alimentos:

“Consumo de alimentos de origen externo a la organización (compra o donaciones recibidas), consumo de alimentos de origen interno (utilización de espacios propios para

venta o auto-consumo) y producción propia sin beneficio (sin consumo o venta)” (Doménech Quesada, 2007).

Al respecto para este estudio se utilizó la forma de consumo de alimentos de origen externo a la organización (compra o donaciones recibidas), ya que la Finca Agroecoturística “Los Chíparos” compra el 90% de los alimentos fuera del cantón Puerto Quito para preparar los desayunos y almuerzos diariamente, el 10% restante se corresponde a frutas que son cosechadas de su plantación.

Para calcular la huella de los alimentos es fundamental obtener inicialmente el peso en kg de todos los alimentos que se compran y utilizan diariamente en la Finca Agroecoturística “Los Chíparos”, posterior a eso, se los clasificó por categorías como son: carnes, cereales, bebidas, legumbres, azúcares, aceites, lácteos y café.

Para la obtención del valor de la huella para cada tipo de alimento se utilizó la siguiente fórmula:

$$HE = \frac{\text{Consumo anual} \left[\frac{GJ}{\text{año}} \right]}{\text{Productividad energética}} * (\text{factor de equivalencia})$$

El total de la huella de alimentos se obtiene sumando cada una de las huellas correspondientes a los diferentes alimentos estudiados.

Cabe aclarar que para el cálculo de la huella ecológica del componente de alimentos no se consideraron las bebidas embotelladas que venden dentro de la Finca Agroecoturística “Los Chíparos”, debido a que en su mayoría los estudiantes de la Unidad Educativa Municipal “Eugenio Espejo” consumen jugos preparados por el personal con frutos producidos dentro de la Finca o traen sus propias bebidas, por lo tanto no representaba un consumo mayor al 1% de dichos insumos, y no afecta el resultado de huella de alimentos.

4.2.5 Huella de uso de suelo

Para obtener la huella de uso de suelo se realizó el reconocimiento del área de estudio y se tomó diferentes puntos de referencia con la ayuda del GPS para posteriormente ingresar los datos al software ArcGis y calcular las áreas tanto de la zona de bosque húmedo tropical como de las zonas agrícolas. Debido a que los alimentos producidos en la zona agrícola son utilizados para el consumo de los estudiantes de la Unidad Educativa Municipal “Eugenio Espejo”, se calculó la huella ecológica de cada área, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Huella ecológica} = \text{Área de suelo ocupado [ha]} * \text{Factor de equivalencia}$$

La huella ecológica total del componente uso de suelo, es el resultado de la suma de las huellas de cada suelo ocupado.

De acuerdo a la metodología propuesta por Rees y Wackernagel, tanto las zonas agrícolas como las zonas de bosque tropical son consideradas como área disponible capaz producir bienes y asimilar residuos, razón por la cual también se calculó la contrahuella con la siguiente fórmula:

$$\text{Contrahuella} = \text{Huella ecológica} * \text{Factor de rendimiento}$$

La contrahuella total del componente uso de suelo, es el resultado de la suma de los valores de contrahuella de cada suelo ocupado.

4.2.6 Huella de combustibles

Para realizar el cálculo de la huella de combustibles se tomó en cuenta, el consumo de combustible (Diésel) del bus, propiedad de la Unidad Educativa Municipal “Eugenio

Espejo” que diariamente transporta a los estudiantes a la Finca Agroecoturística “Los Chíparos” durante el periodo académico (septiembre- julio); al igual que el consumo de gas licuado de petróleo (GLP) utilizado para la cocción de los alimentos. Los datos se obtuvieron a través de facturas de consumo de un año (octubre 2015- octubre 2016), documentos que fueron proporcionados por el Comité Central de Padres de Familia y el personal que trabaja en la Finca Agroecoturística “Los Chíparos.

Para el cálculo de la huella ecológica del componente combustible, se consideró el uso del combustible directo, para lo cual se transforma el consumo en litros a julios, el valor obtenido se lo convierte a toneladas y finalmente se multiplica por su contenido energético (Ver tabla 10). El valor de consumo anual referente a combustibles fósiles, se divide para la productividad energética correspondiente y el resultado de dicha operación, se multiplica por el factor de equivalencia de acuerdo al tipo de ecosistema (Doménech Quesada, 2006), como se puede ver en la siguiente ecuación:

$$HE = \frac{\text{Consumo anual} \left[\frac{GJ}{\text{año}} \right]}{\text{Productividad energética} \left[\frac{GJ}{\text{ha. año}} \right]} * (\text{factor de equivalencia})$$

Para obtener la huella ecológica total de combustibles se sumaron los valores de la huella de Diésel y GLP respectivamente.

4.3 Población y muestra

Para el proyecto se utilizó como unidad experimental la Finca Agroecoturística “Los Chíparos” ubicada en el sector Marianitas vía Calacalí - La Independencia Km 135, cantón Puerto Quito. Además, se consideró como población a un promedio de 40 personas conformada por el personal que labora en la misma de 07:00 a 15:00, docentes y

estudiantes de la Unidad Educativa Municipal “Eugenio Espejo” que acuden diariamente de 10:00 a 14:00 para realizar actividades de campo y recreativas. Es importante aclarar que dentro del estudio no se consideraron a personas particulares que pudiesen acudir a la Finca Agroecoturística “Los Chíparos”, ya que de acuerdo a los registros que posee el Comité Central de Padres de Familia no supera el 1% de la población total que visitan durante un año.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Análisis de los datos

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en base a la metodología anteriormente descrita en las siguientes tablas:

5.1.1 Caracterización de residuos

Tabla 4

Generación diaria de residuos sólidos

Generación diaria		
Tipo de residuo	Peso (Kg)	Peso %
Orgánica	23,643	77,26
Papel	0,095	0,31
Plástico	0,815	2,66
Vidrio	0,633	2,07
Metal	0,195	0,64
Cartón	0,821	5,79
No aprovechable	3,450	11,27
RESIDUOS TOTALES	30,600	100

Elaborado por: Moya J., 2017

Tras haber realizado la caracterización de los residuos sólidos, se obtuvo que diariamente se genera 23,64 kg de materia orgánica equivalente al 77,26%; 0,095 kg de papel equivalente al 0,31%; 0,815 kg de plástico equivalente 2,66%; 0,633 kg de vidrio equivalente al 2,07%; 0,195 kg de metal equivalente al 0,64%; 0,821 kg de cartón equivalente al 5,79% y 3,450 kg de residuos no aprovechables equivalentes al 11,27%.

5.1.2 Huella de energía

Tabla 5

Cálculo de la huella ecológica de energía

Categorías	Unidad de medida	Consumo anual					Productividad		Huella por tipo de ecosistema en hectáreas		Huella total [ha*fe]
		Unidades de consumo	Dólares sin IVA	Toneladas (Ton/año)	Intensidad energética (GJ/Ton)	Gigajulios (GJ/año)	Natural (Ton/ha/año)	Energética (GJ/ha/año)	Energía fósil [ha*fe]	Pastos [ha*fe]	
Térmica (combustibles líquidos)	kWh/año	19793,52	1576,752	5,443	0,012	237,522	-	71	3,809	-	3,81
Hidráulica	kWh/año	35188,48	2803,114	0,000	0,004	126,679	-	15000	-	0,005	0,00
Subtotal		54982,00	4379,866	5,443	-	364,201	-	-	3,809	0,005	3,81

Elaborado por: Moya J., 2017

Nota. kWh = kilovatio-hora; Ton = tonelada; GJ = Gigajoule; ha = hectárea; fe = factor de equivalencia

Para el caso de la huella de energía se registra que la población de la Finca Agroecoturística “Los Chíparos” consume anualmente 54982 kWh los cuales proceden en un 36 % de termoeléctrica y 64 % de hidroeléctrica, siendo equivalente a 19793,52 kWh generados por la termoeléctrica Gualberto Hernández (cantón Cayambe Provincia de Pichincha) y 35188,48 kWh de hidroeléctricas del país; dichos valores multiplicados por los factores de conversión dan como resultado una huella ecológica de 3,81 ha/año.

5.1.3 Huella de agua

Tabla 6

Cálculo de la huella ecológica de agua

AGUA						
Categorías	Unidad de medida	Consumo anual	Productividad		Huella por tipo de ecosistema en Hectáreas	Huella total [ha*fe]
		Unidades de consumo	Natural (m ³ /ha/año)	Energética (GJ/ha/año)	Bosque [ha*fe]	
Consumo de agua	m ³ /año	24656,9	1500	-	18,72	18,72

Elaborado por: Moya J., 2017

Nota. GJ = Gigajoule; ha = hectárea; fe = factor de equivalencia

Se determinó que para el abastecimiento de agua de la Finca Agroecoturística “Los Chíparos” anualmente se utilizan 24656,9 m³, los cuales al momento de realizar la conversión a huella ecológica nos da como resultado 18,72 ha/año.

5.1.4 Huella de residuos

Tabla 7

Cálculo de la huella ecológica de residuos sólidos

Categorías	m	Consumo anual				% de Reciclaje	% Energía por Reciclaje	Productividad		Huella por tipo de ecosistema en hectáreas		Huella total [ha*fe]
		Unidades de consumo	Toneladas (Ton/año)	Intensidad energética (GJ/Ton)	Gigajulios (GJ/año)			Natural (Ton/ha/año)	Energética (GJ/ha/año)	Energía fósil [ha*fe]	Bosque [ha*fe]	
Papel y cartón	kg/año	621,22	0,62	30,00	18,64	80,00	50,00	9,00	71,00	0,18	1,41	1,59
Metales y chatarra	kg/año	64,94	0,06	30,00	1,95	40,00	50,00	-	71,00	0,02	-	0,02
Vidrio	kg/año	210,62	0,21	20,00	4,21	0,00	50,00	-	71,00	0,07	-	0,07
Plástico	kg/año	271,40	0,27	43,75	11,87	80,00	70,00	-	71,00	0,08	-	0,08
Orgánicos	kg/año	7872,95	7,87	20,00	157,46	100,00	100,00	-	71,00	0,00	-	0,00
No aprovechables	kg/año	1148,85	1,15	30,00	34,47	0,00	0,00	-	71,00	0,55	-	0,55
Subtotal		10189,98	10,19		228,60					0,91	1,41	2,32

Elaborado por: Moya J., 2017

Nota. Kg = kilogramo; Ton = tonelada; GJ = Gigajoule; ha = hectárea; fe = factor de equivalencia

Con base en la caracterización de residuos sólidos se puede indicar que la población de la Finca Agroecoturística “Los Chíparos” anualmente genera 10189,98 kg de residuos sólidos, de los cuales 621,22 kg son de papel y cartón; 64,94 kg de metales y chatarra; 210,62 kg de vidrio; 271,40 kg de plástico; 7872,95 kg de materia orgánica y 1148,85 kg de residuos no aprovechables. Al sumar los valores de cada una de las huellas de los diferentes residuos, nos dan una huella ecológica total de 2,32 hectáreas/año.

5.1.5 Huella de alimentos

Tabla 8

Cálculo de la huella ecológica de alimentos de origen externo

Categorías	Unidad de medida	Consumo anual			Productividad		Huella por tipo de ecosistema en hectáreas			Huella total [ha*fe]	
		Unidades de consumo	Toneladas (Ton/año)	Intensidad energética (GJ/Ton)	Gigajulios (GJ/año)	Natural (Ton/ha/año)	Energética (GJ/ha/año)	Energía fósil [ha*fe]	Tierra cultivable [ha*fe]		Pastos [ha*fe]
Pollo, aves	kg	2138,40	2,138	80	171,07		71	2,74			2,74
Bovino, ovino y caprino	kg	163,29	0,163	80	13,06	0,033	71	0,21	13,96	2,68	16,85
Cereales, harinas, pastas, arroz y pan	kg	1548,86	1,549	15	23,23	2,264	71	0,37	0,82		2,30
Legumbres, raíces y tubérculos	kg	1327,72	1,328	10	13,28	6,73	71	0,21	0,56		0,77
Azúcares, dulces, turrónes	kg	119,88	0,120	15	1,80	4,893	71	0,03	0,07		0,10
Aceites y grasas	kg	137,50	0,138	40	5,50	1,485	71	0,09	0,26		0,35
Lácteos	kg	2183,14	2,183	37	80,78	0,276	71	1,30		4,28	5,58
Cafés y té	kg	16,32	0,016	75	1,22	0,566	71	0,02	0,08		0,10
Subtotal		7635,12	7,635		309,94			4,97	16,86	6,96	28,79

Elaborado por: Moya J., 2017

Nota. kg = kilogramo; Ton = tonelada; GJ = Gigajoule; ha = hectárea; fe = factor de equivalencia

Como podemos apreciar en la Tabla 8 aproximadamente en un año la población de la Finca Agroecoturística “Los Chíparos” consume 7635,12 kg de alimentos, dentro de los cuales consta una diversidad de productos como carnes, lácteos, legumbres, cereales, etc. Estos corresponden al 90% de los alimentos adquiridos externamente, y el 10% que no se consideró pertenece a los alimentos cosechados en la finca. La sumatoria de las huellas de cada uno de los alimentos analizados da como resultado una huella ecológica de 28,79 ha/año.

5.1.6 Huella de uso de suelo

Tabla 9

Cálculo de la huella ecológica de uso de suelo

USO DE SUELO				
Categorías	m	Unidades de consumo	Huella total [ha*fe]	ContraHuella [ha*fe*fr]
Zona de cultivos	ha	8,00	22,58	22,58
Zonas de arbolado	ha	16,00	18,22	54,66
Subtotal			40,79	77,23

Elaborado por: Moya J., 2017

Nota. ha = hectárea; fe = factor de equivalencia; fr = factor de rendimiento

En la Tabla 9 podemos observar que la huella ecológica obtenida para el componente uso de suelo es de 40,79 ha/año y la contraHuella es de 77,23 ha/año.

5.1.7 Huella de combustibles

Tabla 10

Cálculo de la huella ecológica de combustibles.

COMBUSTIBLES									
Categorías	Unidad de medida	Consumo anual				Productividad			Huella total [ha*fe]
		Unidades de consumo	Dólares sin IVA	Toneladas (Ton/año)	Intensidad energética (GJ/Ton)	Gigajulios (GJ/año)	Natural (Ton/ha/año)	Energética (GJ/ha/año)	
Diesel	l/año	27605,86	7562,530	22,085	43,75	966,205	-	71	15,496
GLP	kg/año	2752,827	286,753	2,753	0,0373	0,128	-	93	0,002
Subtotal		30358,687	7849,283						15,497

Elaborado por: Moya J., 2017

Nota. l = litro; kg = kilogramo; Ton = tonelada; GJ = Gigajoule; ha = hectárea; fe = factor de equivalencia

La Tabla 8 reporta los resultados del cálculo de la Huella de combustibles, registrando que para el bus de la Unidad Educativa Municipal Eugenio Espejo el consumo anual de diésel es de 27605,86 litros, y que el consumo de GLP utilizado para la cocción de los alimentos es de 2752,827 kg, que al sumar ambos consumos y multiplicar por los factores de conversión nos da como resultado una huella ecológica de 15,497 ha/año.

5.1.8 Huella ecológica total

Tabla 11

Valor total de la huella ecológica.

Huella ecológica bruta (ha/año)	109,94
Huella ecológica neta (ha/año)	32,71
Huella ecológica per cápita (ha/año)	0,82

Elaborado por: Moya J., 2017

Al sumar las huellas ecológicas de cada componente (energía, agua, residuos sólidos, alimentos, uso de suelo, combustibles) se obtuvo un valor para la huella ecológica bruta de 109,94 ha/año. El valor de la huella ecológica neta 32,71 ha/año, es el resultado de restar el valor de la contrahuella 77,23 ha/año del valor huella ecológica bruta. La división de la huella ecológica neta para la población estudiada dio como resultado 0,82 ha/año, valor que corresponde a la huella ecológica per cápita.

5.2 Discusión

En base a la metodología descrita anteriormente, se obtuvo una huella ecológica total de 32,71 ha/año. En promedio diariamente acuden a la zona de estudio 40 personas, obteniéndose como resultado una huella ecológica per cápita de 0,82 ha/año en la Finca Agroecoturística “Los Chíparos”.

A nivel nacional la huella ecológica per cápita es de 1,73 ha/año valor mayor al obtenido de la Finca Agroecoturística “Los Chíparos”, por lo tanto, se puede decir que la Finca Agroecoturística “Los Chíparos” es sustentable, ya que no sobrepasa la

biocapacidad del Ecuador.

Tabla 12

Comparación del valor de la huella ecológica de la Finca Agroecoturística “Los Chíparos” con valores globales y nacionales de huella ecológica y biocapacidad.

Biocapacidad Global 2015 hag/persona/año		Biocapacidad Ecuador 2009 hag/persona/año
1,72		2,35
Huella Ecológica Global 2010 hag/persona/año	Huella Ecológica Ecuador 2015 hag/persona/año	Huella Ecológica Finca Agroecoturística “Los Chíparos” 2017 hag/persona/año
2,6	1,73	0,82

Elaborado por: Moya J., 2017

Nota. Fuente: Huella ecológica Global tomados del Informe Planeta Vivo, Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), 2014, p. 11

Biocapacidad nacional tomado del Reporte de la Huella Ecológica Ecuador 2008 y 2009, por Ministerio del Ambiente, 2013, p. 7

Huella ecológica nacional y biocapacidad global tomados de Presidencia de la República del Ecuador (2015), Ecuador entre los 8 países del mundo con baja huella ecológica, Ecuador ama la vida. Recuperado de <http://www.presidencia.gob.ec/ecuador-entre-los-8-paises-del-mundo-con-baja-huella-ecologica/>

En este trabajo se observó que los componentes que aportan en mayor cantidad a la huella ecológica son el uso de suelo y el consumo de alimentos en un 37% y 26% respectivamente. Los resultados para la Huella de uso de suelo son los más altos dentro del estudio, debido a la presencia de cultivos producidos en 8 ha de la finca, y a las 16 ha de bosque tropical húmedo.

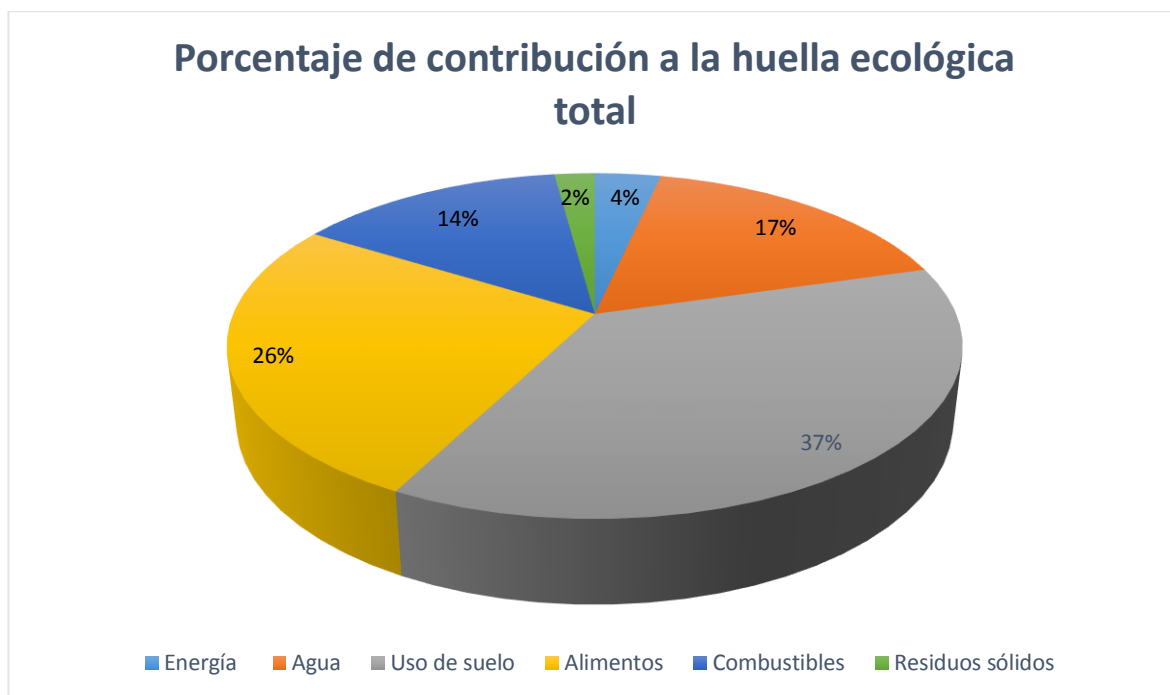


Figura 1. Porcentaje de contribución a la huella ecológica total

Elaborado por: Moya J., 2017

Con respecto a la huella de consumo de alimentos se establece para el siguiente estudio un aporte del 26% a la huella ecológica neta, siguiendo la tendencia mundial que se tiene para la producción de alimentos, puesto que este es el responsable del uso de casi el 70% de agua y 30% de energía. La metodología establecida por Rees y Wackernagel para esta investigación permitió garantizar que los resultados obtenidos contemplen el consumo de alimentos desde su producción hasta el consumidor.

Los estudios sobre huella ecológica en América Latina son muy escasos, y en nuestro país apenas se empezaron a realizar estudios para universidades a partir del año 2004; en lo que respecta al sector público debido a un convenio que realizó el Ministerio del Ambiente con Global Footprint Network se calculó la huella ecológica a nivel nacional en el 2008. Ana Andrade y Gabriela Défaz (2012), realizaron el cálculo de la huella

ecológica de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS)-Edificios Matriz A y B, y la Unidad de Operaciones Norte de Saneamiento, donde se obtuvieron los siguientes resultados: para de los edificios Matriz A y B, la huella ecológica neta y la huella ecológica per cápita fueron 1162,12 y 1,5 ha/año respectivamente; en cambio para la Unidad de Operaciones Norte de Saneamiento, la huella ecológica neta y la huella ecológica per cápita fueron 215,71 y 9,4 ha/año respectivamente. Teniendo como referencia la información que arroja los estudios realizados sobre huella ecológica en el país, y considerando que existe poca información sobre trabajos del cálculo de huella ecológica en servicios educativos y recreativos, la comparación de los valores de huella ecológica neta 32,71 ha/año y la huella ecológica per cápita de 0,82 ha/año del presente estudio se lo realizó frente a la información indicada en el párrafo precedente, con el fin de conocer el impacto ambiental generado por las actividades antrópicas en el área de estudio. Estableciendo que los resultados de huella ecológica obtenidos son menores, lo que indica que es una zona poco intervenida y que actualmente no generan un impacto ambiental severo.

Para concluir, con respecto al tema de huella ecológica se puede indicar que falta mucho por hacer sobre los servicios educativos y recreativos, sin duda una de las principales debilidades en este tipo de investigaciones es la falta de información referente a datos de productividad o factores de equivalencia para poder obtener una huella ecológica cercana a nuestra realidad.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- En la caracterización de residuos se obtuvo la generación total, al igual que la composición de los mismos: el 77,26% corresponde a materia orgánica, el 0,31% es papel, el 2,66% es plástico, el 2,07% corresponde a vidrio, el 0,64% a metal, el 5,79% a cartón y finalmente el 11,27% es de residuos no aprovechables, dichos valores se deben a que las personas que visitan el lugar no superan las 24 horas de estadía, siendo así que el tipo de residuo que se genera en mayor cantidad, debido a la preparación de los alimentos y al consumo de frutos que posee la Finca Agroecoturística “Los Chíparos”, es la materia orgánica.
- Los componentes que influyen en mayor proporción a la huella ecológica total son: el uso de suelo, el consumo de alimentos y de agua en un 37%, 26% y 17% respectivamente. Referente al uso de suelo podemos concluir que su aporte es alto, ya que la mayor parte del área de estudio está conformado por áreas de cultivo y bosque tropical húmedo; el componente de consumo de alimentos es el segundo que aporta en mayor proporción a la huella ecológica ya que estos son utilizados diariamente en las diferentes comidas que se ofrecen a los clientes que acuden a la Finca Agroecoturística “Los Chíparos”.
- Con respecto al consumo de agua podemos indicar que este es el tercer componente de mayor influencia debido a que su captación es de manera directa de una vertiente y no existe un control en su consumo, motivo por el cual existe un gran desperdicio de este recurso.
- Para el caso de los combustibles se indica que su consumo es elevado ya que

diariamente existen viajes de ida y vuelta desde Quito a la zona de estudio, comprendiendo 260 km de recorrido aproximadamente, que representan 28,93 Gal de diésel; también se tomó en cuenta el consumo de gas licuado de petróleo debido a que se utilizan entre 1 o 2 tanques de gas diarios para la preparación de alimentos.

- La evaluación de la huella ecológica es de gran importancia ya que nos permite visualizar de manera general los impactos producidos por las actividades antrópicas pero es fundamental que se realicen más investigaciones sobre el tema para perfeccionar el cálculo de la misma de acuerdo a nuestras condiciones.
- En el presente estudio se determinó que por cada 14430,97 kWh/año que ahorre la Finca Agroecoturística “Los Chíparos” se reducirá 1 ha/año a la huella de energía y de igual manera por cada 1317,14 m³/año se reducirá 1ha/año a la huella hídrica.

6.2 Recomendaciones

- Para prevenir el déficit ecológico y generar una mejora continua en las actividades que se realizan, se recomienda poner en práctica la Guía de Buenas Prácticas Ambientales entregada para el uso del personal de la Finca Agroecoturística “Los Chíparos”, como para las personas que la visitan.
- Gracias a la caracterización de residuos sólidos realizada, se recomienda implementar un sistema de compostaje tecnificado para aprovechar como abono toda la materia orgánica que se produce. En lo que respecta a los otros tipos de residuos que se identificaron como: papel, cartón, plástico, chatarra; se sugiere realizar la clasificación de los mismos y entregarlos a gestores calificados.
- Esta investigación fue de gran importancia ya que nos permitió evaluar el impacto

generado por las actividades que se realizan en la Finca Agroecoturística “Los Chíparos”; por lo cual se recomienda que más fincas realicen este tipo de estudios en especial aquellas que brinden servicios ecoturísticos, garantizando de esta manera la concientización sobre el cuidado del medio ambiente y su conservación.

- Realizar campañas de concienciación sobre temáticas ambientales en la Finca Agroecoturística “Los Chíparos”, al igual que en la Unidad Educativa Municipal “Eugenio Espejo”, que promuevan cambios de actitud y acciones responsables con el uso de los recursos y conservación de los ecosistemas.

7. BIBLIOGRAFIA

- Alvarenga Ortiz, T. A., Ayala Benavides, O. A., & Portillo Castro, R. E. (2015). *Calculo de la huella ecologica de la Facultad de Ingenieria y Arquitectura, Universidad de El Salvador*. Universidad de El Salvador.
- Chávez Aguirre, A. M. (2015). *Estudio de factibilidad para desarrollar un proyecto de agroecoturismo en la Finca La Amelia, cantón Guano-provincia de Chimborazo*. Universidad Central del Ecuador. Recuperado a partir de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4470/1/T-UCE-0004-01.pdf>
- Cordero Ahimán, O. V. (2011). *Cálculo de la huella de carbono según la metodología francesa Bolan Carbone: Apliación a la sociedad de los trasnportes públicos de la ciudad de Limoges S.T.C.L. en el año 2009*. Universidad de Zaragoza. Recuperado a partir de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/326/1/T-SENESCYT-0096.pdf>
- Departamento de Medio Ambiente Planificacion Territorial Agricultura y Pesca. (2011). *Huella ecologica. Ihitza*. Vasco. Recuperado a partir de <http://eduteka.org/pdfdir/Biodiversidad07C.pdf>
- Doménech Quesada, J. L. (2006). Guía metodológica para el cálculo de la huella ecológica corporativa. *Centro Argentino de Estudios Internacionales. Programa Recursos Naturales & Desarrollo*, 1–38. Recuperado a partir de <papers3://publication/uuid/37822F77-24D8-4F52-883E-159DA0A633EF>
- Doménech Quesada, J. L. (2007). *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. (AENOR, Ed.), *Asociación Española de Normalización y Certificación*. Génova-España.
- Ducun, E. (2000). *Huella ecológica y sostenibilidad*, 21.

- ECO Consultorías e Ingeniería SAC. (2013). *Estudio de caracterización física de residuos sólidos municipales en la ciudad de Piura*. Piura.
- Ecuador, P. de la R. del. (2015). Ecuador entre los 8 países del mundo con baja huella ecológica. Recuperado el 10 de enero de 2017, a partir de <http://www.presidencia.gob.ec/ecuador-entre-los-8-paises-del-mundo-con-baja-huella-ecologica/>
- Empresa Eléctrica Quito. (2016). Informe de rendición de cuentas año 2015. Recuperado el 2 de diciembre de 2016, a partir de <http://www.eeq.com.ec:8080/nosotros/rendicion-de-cuentas>
- Gómez, D. (2009). La huella ecológica y los países andinos, una reflexión sobre la sustentabilidad y la biocapacidad. *Letras Verdes*, 5, 1–5. Recuperado a partir de http://www.flacsoandes.edu.ec/web/imagesFTP/1260980537.huella_ecologica__De_yanira_Gomez.pdf
- Grupo Eipala. (2002). La capacidad de carga de la Tierra. Recuperado el 28 de noviembre de 2016, a partir de <http://www.eurosur.org/futuro/fut53.htm>
- Gullón Muñoz, N., & Moratilla, F. E. (2007). *Análisis de la huella ecológica de España sostenibilidad y territorio*. (D. Pon, M. Fernández, V. Planas, M. Calvo, S. Martínez, & I. Arto, Eds.). España.
- Loa Arjona, J. (2012). *Estimación de la Huella Ecológica en Nexteer Automotive Sitio Querétaro*. Universidad Tecnológica de Querétaro.
- Ministerio del Ambiente. (2009). *Reporte de la Huella Ecológica Ecuador 2008 y 2009*. Ecuador.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

- (2010). La deforestación disminuye en el mundo, pero continúa a ritmo alarmante en muchos países. Recuperado el 26 de enero de 2017, a partir de <http://www.fao.org/news/story/es/item/40952/icode/>
- Penela, A. C., García Negro, M. D. C., Quesada, J. L. D., Villasante, C. S., Rodríguez, G. R., & Arenáles, M. G. (2008). La huella ecológica corporativa: Concepto y aplicación a dos empresas pesqueras de Galicia. *Revista Galega de Economía*, 17(2). Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39117211>
- Pérez Neira, D., de Marco Larrauri, O., & Álvarez Muñoz, P. (2015). La huella ecológica de las naciones. Reflexiones globales, particularidades ecuatorianas. *Revista Ciencia UNEMI*, 8, 93–103.
- Ramírez Castellanos, E. D. (2015). Agroecoturismo: aportes para el desarrollo de una tipología turística en el contexto latinoamericano. *Anuario Turismo y Sociedad*, 15, 223. <https://doi.org/10.18601/01207555.n15.13>
- Rees, W. E. (1996). Revisiting carrying capacity: Area-based indicators of sustainability. *Population and Environment*, 17(3), 195–215. <https://doi.org/10.1007/BF02208489>
- Tomaselli Crespo, M. F. (2004). *Investigación de la huella ecológica en la Universidad San Francisco: cálculo y creación de un reportaje*. Universidad San Francisco de Quito.
- Venetoulis, J. (2004). Reducing a City's Ecological Footprint: The Case of Santa Monica (1990-2000). *Ecological Footprint. Redefining Progress*, (51), 6–12. Recuperado a partir de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=sih&AN=1464654&site=ehost-live>

Wackernagel, M. (2015). Glosario. Recuperado el 22 de noviembre de 2016, a partir de <http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/GFN/page/glossary/>

Barrera, E. (2006). Turismo rural: un agronegocio para el desarrollo de los territorios rurales, en Vieites, C. (dir.), Agronegocios alternativos. Enfoque, importancia y bases para la generación de actividades agropecuarias no tradicionales. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 271-331.

8. ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación del sitio de muestreo

Anexo 2. Registro fotográfico

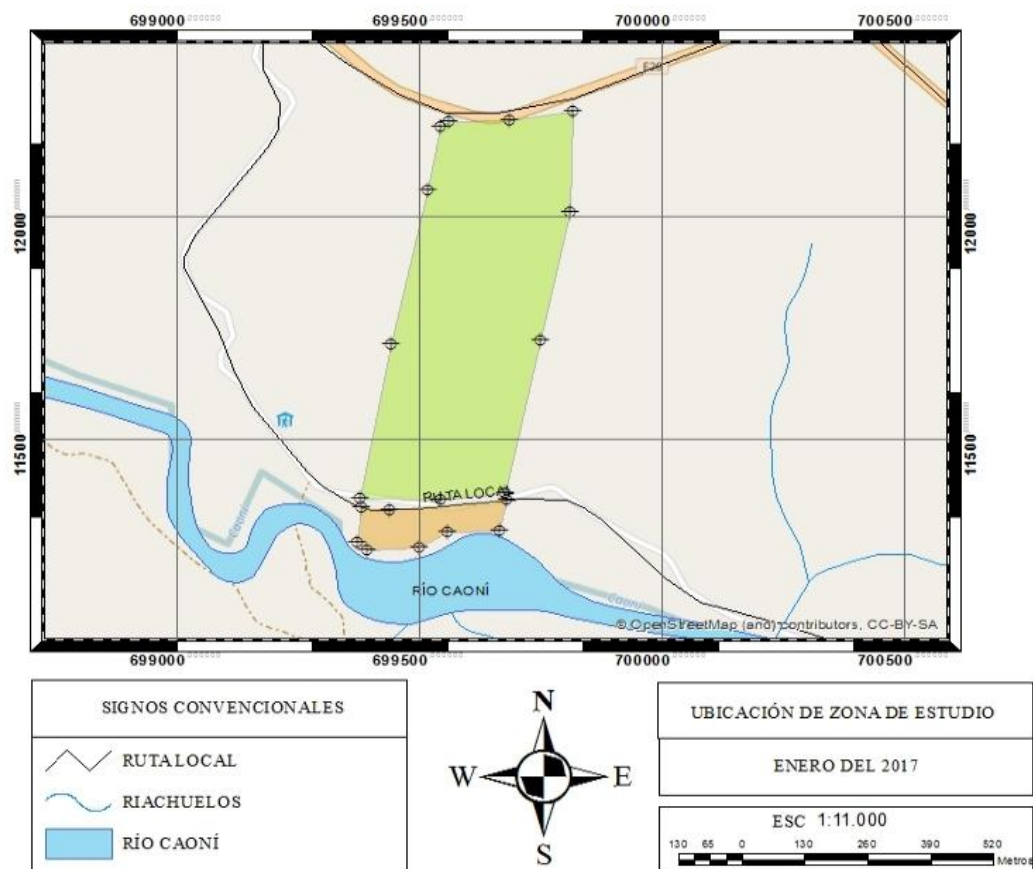
Anexo 3. Lista de chequeo

Anexo 1

Mapa de la ubicación de los puntos de muestreo

UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

ZONA 17 N



Anexo 2

Registro Fotográfico

Zona de estudio. –



Vertiente de agua. –



Cisterna general. –



Piscina de los patos. –



Área de almacenamiento de residuos sólidos. -



Caracterización de residuos sólidos. –



Cálculo de caudal. –



Anexo 3

Lista de chequeo

HUELLA DE ENERGÍA

Nombre de la Empresa que les provee de electricidad: _____

Número de medidores que poseen: _____

N° de suministro: _____

¿Cuál es el número total de lámparas en la finca? _____

¿Cuántas de ellas son de bajo consumo? _____

¿Cuentan con un frigorífico? Si () No ()

¿Hace cuánto tiempo lo compraron? Hace 1 año () Hace más de 5 años ()

Hace más de 10 años ()

¿Cuántas televisiones tienen?

¿Qué otros electrodomésticos hay en la finca? Equipo de sonido () dvd ()

ordenador ()

HUELLA DE AGUA

¿Cuál es el nombre de la empresa que les dota de agua potable?

¿Cuántos medidores de agua hay en la finca? _____

Número de medidor _____

¿Cuentan con algún sistema de riego? Si () No ()

¿Cada que tiempo realizan el mantenimiento de las piscinas? _____

HUELLA DE RESIDUOS

Tipo de residuo	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8
Vidrio								
Papel y cartón								
Materia orgánica								
Plástico								
No aprovechables								
Metales y chatarra								
Cantidad total de residuos sólidos								

HUELLA DE ALIMENTOS

Indique la cantidad y la frecuencia en que consume diariamente los siguientes productos.

Leche _____

Yogurt _____

Queso _____

Huevos de gallina

Pollo o pavo _____

Carne de res, cerdo o cordero

Carnes procesadas _____

Pescado _____

Pescados y mariscos en aceite _____

Crustáceos _____

Tubérculos: papas, yuca, remolacha, etc.

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Legumbres: arveja, fréjol, habas, etc.

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Verduras: cebolla, ajo, lechuga, etc.

_____	_____
_____	_____

Frutas: pera, manzana, piña, etc.

Cereales: arroz, maíz, trigo, etc.

Aceites y grasas
