



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**Facultad de Estudios Superiores Zaragoza**

**MODELO DE CUESTIONARIO PARA EL CÁLCULO  
DE LA HUELLA ECOLÓGICA Y SU APLICACIÓN A  
ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE BIOLOGÍA**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**BIÓLOGA**

PRESENTAN:

**Sara Vega García**

**Nancy Mercedes Juana Martínez Montiel**

**Unidad de Investigación en Ecología Vegetal**

**Director de Tesis: Dr. Arcadio Monroy Ata**



México, D. F

Octubre, 2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Este proyecto tuvo financiamiento del Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME), PE 202611. La autora y asesor de la tesis agradecen el financiamiento otorgado.**

**Forma sugerida para citar la tesis:**

**Vega-García, S; Martínez-Montiel, N. (2013).** Modelo de cuestionario para el cálculo de la Huella Ecológica y su aplicación a estudiantes de la Carrera de Biología. Tesis de Licenciatura. FES-Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.

## Agradecimientos

A la **UNAM** y a la **Facultad de Estudios Superiores Zaragoza Campus II** por la oportunidad y los conocimientos otorgados a favor de mi formación académica.

Agradezco a cada uno de los miembros del jurado por el tiempo dedicado a la revisión de esta tesis, por sus observaciones y sugerencias que enriquecieron este trabajo:

**Dr. Arcadio Monroy Ata**

**Biól. José Luis Guzmán Santiago**

**M. en C. Eliseo Cantellano de Rosas**

**Biól. Joel Romero Carmona**

**Biól. Marco Antonio Hernández Muñoz.**

Al **Biól. José Luis Guzmán Santiago** por su apoyo, consejos, tiempo y aportaciones al mejoramiento y diseño de esta tesis.

A la **Biól. Leticia López Vicente; M en C. Manuel Rico Bernal; Biól. Eduardo Alberto Ehnis Duhne; Biól. Rigoberto Rodríguez Becerra; Biól. José Luis Guzmán Santiago y Dr. Arcadio Monroy Ata** por las facilidades otorgadas para la aplicación del cuestionario en sus respectivos grupos.

## Dedicatorias

A mi madre **Graciela García** por su paciencia y acompañarme en esta dura tarea de continuar con mis estudios. A mi padre **Luis Vega** por acompañarme y esperarme a que regresara de la escuela y salidas a campo.

A mis hermanas **Verónica** e **Irma** por su apoyo económico a lo largo de mi formación académica en la UNAM. A mi hermano **José Luis Vega** que a pesar de la distancia, eres mi ejemplo a seguir ¡**gracias por tu apoyo!**

### A mis amigos:

**Alejandro Soledad Pérez** por sus consejos, regaños y su tiempo, los cuales, me ayudaron a concluir mi tesis.

**Gabriela Gómez Velasco** por sus consejos de seguir adelante, a pesar de que las cosas muchas veces, no salen como uno espera.

**ÍNDICE**

<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1. Origen y concepto de la Huella Ecológica.....	4
2.2. Categorías de consumo de la Huella Ecológica.....	5
2.3. Biocapacidad.....	7
2.4 Unidades de medida de la Huella Ecológica y Biocapacidad.....	8
2.5. Factores equivalentes.....	8
2.6. La Huella Ecológica y la Educación.....	9
2.7. La Huella Ecológica de México.....	10
2.8. La encuesta como técnica de investigación.....	14
<b>III. Cuestionario para estimar la Huella Ecológica de la FES-Zaragoza <i>Campus II</i>.....</b>	<b>15</b>
<b>IV. ANTECEDENTES.....</b>	<b>16</b>
<b>V. PROBLEMÁTICA.....</b>	<b>19</b>
<b>VI. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>20</b>
<b>VII. OBJETIVO.....</b>	<b>22</b>
<b>VIII. HIPÓTESIS.....</b>	<b>22</b>
<b>IX. MATERIAL Y MÉTODO.....</b>	<b>23</b>
9.1. Consideraciones metodológicas.....	24
9.2. Sección (A) Alimentos.....	25
9.2.1. <i>Consumo de productos agrícolas</i> .....	25
9.2.2. <i>Consumo de productos de origen animal</i> .....	27
9.3. Sección (B) Transporte.....	29
9.4. Sección (C) Energía.....	31
9.4.1. <i>Consumo de agua</i> .....	33

---

9.5. Huella Ecológica adicional.....	34
X. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES.....	39
XI. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	40
XII. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	41
12.1. Huella Ecológica de alimentación.....	41
12.2. Huella Ecológica de transporte.....	51
12.3. Huella Ecológica de energía.....	54
12.4. Categorías de consumo de la Huella Ecológica.....	66
12.5 Huella Ecológica de alimentación y su relación con el semestre, sexo y edad.....	67
12.6. Huella Ecológica de transporte y su relación con el semestre, sexo y edad.....	73
12.7. Huella Ecológica de energía y su relación con el semestre, sexo y edad.....	79
12.8. Huella Ecológica total y su relación con el semestre, edad y sexo.....	85
XIII. CONCLUSIONES.....	94
XIV. RECOMENDACIONES.....	95
REFERENCIAS.....	96
ANEXO.....	106

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura1.Categorías de consumo.....	6
Figura2.Zona de estudio.....	23
Figura3.Raciones de fruta consumidas.....	41
Figura4.Consumo de hortalizas.....	42
Figura5.Consumo de pan.....	42
Figura6.Consumo de tortilla.....	43
Figura7.Consumo de cigarrillos en mujeres.....	44
Figura8.Consumo de cigarrillos en varones.....	44
Figura9.Consumo de cerveza en mujeres.....	45
Figura10.Consumo de cerveza en varones.....	45
Figura11.Consumo de carne de pollo.....	46
Figura12Consumo de carne de res.....	47
Figura13Consumo de carne de cerdo.....	47
Figura14.Consumo de leche.....	48
Figura15.Consumo de yoghurt.....	48
Figura16.Consumo de pescado y mariscos.....	50
Figura17.Km recorridos en el STC-Metro.....	51
Figura18.Km recorridos en combi, microbús y autobús.....	52
Figura19.Km recorridos en motocicleta.....	52
Figura20Km recorridos en automóvil y/o taxi.....	53
Figura 21.Uso de aparatos electrodomésticos y su HE.....	55
Figura22.Uso de la estufa y su HE.....	56
Figura23Número de focos incandescentes y su HE.....	57
Figura24Número de focos fluorescentes y su HE.....	57
Figura25.Número de teléfonos celulares y su HE.....	58
Figura26.Uso de la Televisión a la semana y su HE.....	59
Figura27.Uso de DVD a la semana y su HE.....	60
Figura28.Uso del estéreo a la semana y su HE.....	60
Figura29.Uso de la computadora de escritorio y su HE.....	61
Figura30.Uso de la computadora portátil y su HE.....	62
Figura31.Energético utilizado en el calentador de agua y su HE.....	63
Figura32.Tiempo de permanencia en la ducha y su HE.....	64



---

Figura33.Año de compra del “WC” o inodoro.....	65
Figura34.HE adquirida por la acción del cepillado de dientes.....	65
Figura35.Categorías de HE.....	66
Figura36.Diagrama de caja de HE de alimentación en relación al semestre.....	68
Figura37.Diagrama de caja de HE de alimentación en relación al sexo.....	70
Figura38.Diagrama de caja de HE de alimentación en relación a la edad.....	72
Figura39.Diagrama de caja de HE de transporte en relación al semestre.....	74
Figura40.Diagrama de caja de HE de transporte en relación al sexo.....	75
Figura41.Diagrama de caja de HE de transporte en relación a la edad.....	78
Figura42.Diagrama de caja de HE de energía en relación al semestre.....	80
Figura43.Diagrama de caja de HE de energía en relación al sexo.....	82
Figura44.Diagrama de caja de HE de energía en relación con la edad.....	84
Figura45.Diagrama de caja de HE total en relación con el semestre.....	87
Figura46.Diagrama de caja de HE total en relación con la edad.....	89
Figura47.Diagrama de caja de HE total en relación con el sexo.....	90

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla1 Factores de equivalencia.....	8
Tabla2 Lista de productos básicos.....	25
Tabla3 Metodología general aplicada a los productos de origen animal.....	27
Tabla4. Lista de productos marinos.....	28
Tabla5. Lista de aparatos y lámparas utilizadas en el hogar.....	31
Tabla6. Lista de aparatos electrodomésticos y sus emisiones anuales de CO <sub>2</sub> .....	33
Tabla7. Consumo de agua en Litros por actividad.....	33
Tabla8. Prueba de Kruskal-Wallis y la HE de alimentación (semestre).....	69
Tabla9. Prueba U de Mann-Whitney y la HE de alimentación (sexo).....	70
Tabla10. Prueba de Kruskal-Wallis y la HE de alimentación (edad).....	72
Tabla11. Prueba de Kruskal-Wallis y la HE de transporte (semestre).....	74
Tabla12. Prueba U de Mann-Whitney y la HE de transporte (sexo).....	76
Tabla13. Prueba de Kruskal-Wallis y la HE de transporte (edad).....	78
Tabla14. ANOVA de un factor y la HE de energía (semestre).....	81
Tabla15. Prueba t de Student y la HE de energía (sexo).....	82
Tabla16. ANOVA de un factor y la HE de energía (edad).....	85
Tabla17. ANOVA de un factor y la HE total (semestre).....	87
Tabla18. ANOVA de un factor y la HE total (edad).....	89
Tabla19 Prueba t de Student y la HE total (sexo).....	91

## RESUMEN

Una característica de un indicador ambiental, es que éste ilustre conceptos e información científica de una manera clara y sencilla, uno de dichos indicadores, es la Huella Ecológica (HE) que a partir de un solo número le señala a un individuo (p.ej. un estudiante) o a una comunidad (p.ej. una escuela) el área de territorio que necesita: 1) para producir y satisfacer sus consumos de recursos naturales y 2) para asimilar los residuos que produce (p.ej. las emisiones de CO<sub>2</sub> a causa de la quema de combustibles fósiles). Así, la HE ha revelado que cada mexicano utiliza una mayor cantidad de superficie para satisfacer su demanda de alimentos y productos; y asimilar los residuos que produce, en contra posición, con la superficie que realmente existe en el país (es decir, con su biocapacidad).

Por ejemplo, se tiene que en 1961 la HE de México era de 1.4 hag/persona, mientras que, su biocapacidad (BC) era de 4.1 hag, no obstante, en 2008 la HE se incrementó a 3.30 hag/persona y la BC disminuyó a 1.42 hag/persona. En ese sentido, para que cada mexicano visualice: a) que los bienes materiales que posee y los alimentos que ingiere involucran recursos finitos provenientes de los ecosistemas de la Tierra y, b) que sus elecciones cotidianas tienen consecuencias ambientales, se elaboró un cuestionario para estimar la HE (en particular para la población universitaria). Dicho cuestionario se aplicó a una muestra de estudiantes de la Carrera de Biología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza *Campus II*, con el fin de conocer su HE de alimentación; HE de energía; HE de transporte y HE total y la relación de éstas variables con el semestre, edad y sexo de los estudiantes.

De acuerdo al análisis estadístico se encontró que los alumnos poseen como mediana (Md) una HE total de 1.48 hag/persona, lo que implica que viven dentro de la BC del planeta, la cual es de 1.80 hag/persona (1.48 hag/persona < 1.80 hag/persona). Sin embargo, se observó que la HE de alimentación tiene una mayor influencia sobre la HE total de los estudiantes (con 52%), debido al consumo de productos cárnicos. Le continúa la HE de energía (con 43%), caracterizada por el consumo de Gas LP y energía eléctrica en las actividades cotidianas de los alumnos. El sector transporte es el que menor influencia tiene sobre la HE total (5%), ya que la mayoría de los estudiantes viajan en transporte público. Finalmente, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre la HE de alimentación, energía, transporte y HE total con el semestre, edad y sexo de los alumnos.

## I. INTRODUCCIÓN

Los seres humanos dependen de los recursos naturales, pues de éstos proviene todo lo que se necesita para hacer funcionar la economía. Sin embargo, dichos recursos se están utilizando a una velocidad mayor a la cual la naturaleza puede regenerarlos. Además, se están creando más desechos (en forma de CO<sub>2</sub>) de los que ésta puede procesar (Amend *et al.*, 2011; Gottlieb *et al.*, 2012).

La situación anterior no es ajena al contexto mexicano, ya que debido (entre otras cosas) al crecimiento poblacional (en los años sesenta el número de habitantes era de 34.9 millones, en 2012 asciende a más de 112 millones de personas, para 2050 se proyectan 143 millones de personas) se demanda una mayor cantidad de recursos para satisfacer sus necesidades básicas (alimentación, vivienda, vestido etc.) lo que implica que superficies ocupadas por comunidades naturales tengan que ser sustituidas por terrenos dedicados al cultivo, la ganadería, la infraestructura urbana etc. Causando la pérdida de servicios ambientales, tal como, su función de sumideros de carbono. Y es que, cada mexicano en su vida cotidiana no se percata que desde el momento en que se levanta por la mañana hasta que se va a dormir, casi todas sus actividades (la manera como se desplaza desde la casa a la escuela o trabajo), los bienes materiales que posee y los alimentos que ingiere involucran consumos de energía y recursos finitos provenientes de los ecosistemas de la Tierra, lo que significa presión sobre la naturaleza, y sobre la atmósfera: contribución de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en especial de CO<sub>2</sub> (Breceda *et al.*, 2008; SEMARNAT, 2008)

Es por ello, que en los últimos años han surgido indicadores que intentan reflejar en qué medida los niveles de consumo de los individuos y su generación de residuos están dentro de los límites naturales de la Tierra. Uno de estos indicadores es la llamada Huella Ecológica (HE) (desarrollada por Mathis Wackernagel y William Rees en los años 1990). La cual, es considerada como un instrumento pedagógico, debido a que un único número: la Huella, señala si el estilo de vida de un grupo de personas o un individuo es “amigable” con el medio ambiente, y si no lo es, indicará en que aspecto se puede mejorar (Amend *et al.*, 2011; Arto, 2011; SEMARNAT, 2012; Sonika *et al.*, 2012).

Por lo anterior, la HE es muy utilizada en algunos países de América Latina (Colombia, Ecuador, Argentina, Chile) y Europa (España), para ello, la metodología de cálculo de la HE la resumen y la hacen accesible para la población, a través de cuestionarios electrónicos y

escritos, con la finalidad de que los educandos y las personas en general puedan estimar su propia HE. No obstante, dado su contexto internacional, éste no puede ser aplicado a los consumos de un mexicano promedio, por lo que en este estudio se propone, la realización de un cuestionario para el cálculo de la HE basado en las estadísticas nacionales y, su posterior aplicación, a una muestra de estudiantes de la Carrera de Biología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (FES-Zaragoza) *Campus II* como un estudio exploratorio.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Origen y concepto de la Huella Ecológica

A principios de los años 1990, Mathis Wackernagel y William E. Rees (Universidad de British Columbia, Canadá) diseñaron y conceptualizaron el indicador ambiental, llamado Huella Ecológica (HE). Con el objetivo de relacionar el incremento de la población humana y del consumo con el hecho de que la superficie productiva y el capital natural están en declive (Carpintero, 2005; Zhao *et al.*, 2005; Amend *et al.*, 2011; Sonika *et al.*, 2012)

Para ello partieron del concepto de Capacidad de Carga (CC) principio clásico de la ciencia ecológica que describe “cuántos individuos de una especie en concreto puede soportar un hábitat determinado sin sufrir un impacto negativo significativo”. Sin embargo, Wackernagel y Rees (1990), constataron que este concepto tiene ciertas limitaciones a la hora de medir la sustentabilidad de una región o comunidad humana. En las sociedades el uso de capital natural varía dependiendo del grado de desarrollo tecnológico, la organización social y empresarial, etc. y no sólo del número de individuos. Además, a lo largo de la historia las sociedades han logrado superar los límites impuestos por el entorno gracias al comercio internacional. Por lo tanto, la evaluación de la sustentabilidad de una determinada región o comunidad debe basarse en el análisis de la incidencia o impacto global de las actividades humanas derivado del modelo de producción y consumo de dicha sociedad (Carpintero, 2005; Zhao *et al.*, 2005; Holden y Hoyer, 2005; Pon *et al.*, 2007; Amend *et al.*, 2011).

Es así, que proponen variar el tono de la CC:

En vez de preguntarnos cuánta población puede mantener sosteniblemente una región determinada, la cuestión sobre la capacidad de carga se transforma a ¿qué superficie de suelo productivo es necesario para mantener una población concreta? (...), sea donde sea que se encuentre este suelo (Carpintero, 2005).

El nuevo giro dado a este concepto originó el desarrollo de la HE y en palabras de sus fundadores, es definida como:

”el área de territorio ecológicamente productivo —cultivos, pastos, bosques o ecosistema acuático— necesario para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida, independientemente de la localización de esta área”

(Pon *et al.*, 2007; Gottlieb *et al.*, 2012; Nunes *et al.*, 2013).

La formulación de la definición anterior se ha basado en tres premisas fundamentales:

- \* Para elaborar cualquier producto, independientemente del tipo de tecnología utilizada, se necesita un flujo de materiales y energía, producidos en última instancia por sistemas ecológicos.
- \* Se necesitan sistemas ecológicos para asimilar los residuos generados durante el proceso de producción y el uso de los productos finales.
- \* Se ocupa espacio con infraestructuras, viviendas, etc. reduciendo así las superficies de ecosistemas productivos (González *et al.*, 2010).

## 2.2. Categorías de consumo de la Huella Ecológica

La HE (como se puede constatar en la definición) es una variable proporcional al tamaño de la población y a la intensidad del consumo de recursos, es decir, a la escala de la economía o sociedad objeto de estudio, lo que implica para este indicador hallar el equivalente territorial (en ha o km<sup>2</sup>) de esa escala; por lo que en primera instancia calcula la fracción per cápita<sup>1</sup> de territorio cultivable o productivo que le toca, en promedio, a cada individuo por el simple hecho de ser habitante del planeta (Carpintero, 2005; Zhao *et al.*, 2005).

Así, se pregunta ¿cuántos campos de **terreno agrícola**, se necesitan para producir los alimentos que se consumen?; ¿cuánto **terreno de pastos**, se necesitan para proveer de carne, huevo o leche?; ¿cuánta **superficie de mar productivo** ha sido necesaria para que se generen los productos pesqueros que se consumen?; ¿cuánta **superficie forestal** ha sido necesaria para obtener la madera o el papel?; ¿cuánto **suelo ocupa la infraestructura**?; ¿cuánta energía se necesita? (traducida ésta última en **superficie necesaria de bosque** para asimilar el CO<sub>2</sub> que se desprende de la quema de combustibles fósiles) (Figura 1).

---

<sup>1</sup> Loc. lat. “Por cabeza” “por cada individuo”. Generalmente se utiliza para indicar la media por persona en una estadística social determinada.

Cada una de estas superficies ecológicamente productivas (o categorías de consumo) al ser integradas (o sumadas) resumen el estilo de vida de una sociedad o individuo en un solo número: la Huella (Zhao *et al.*, 2005; Kitzes *et al.*, 2009; WWF, 2010; Sonika *et al.*, 2012).

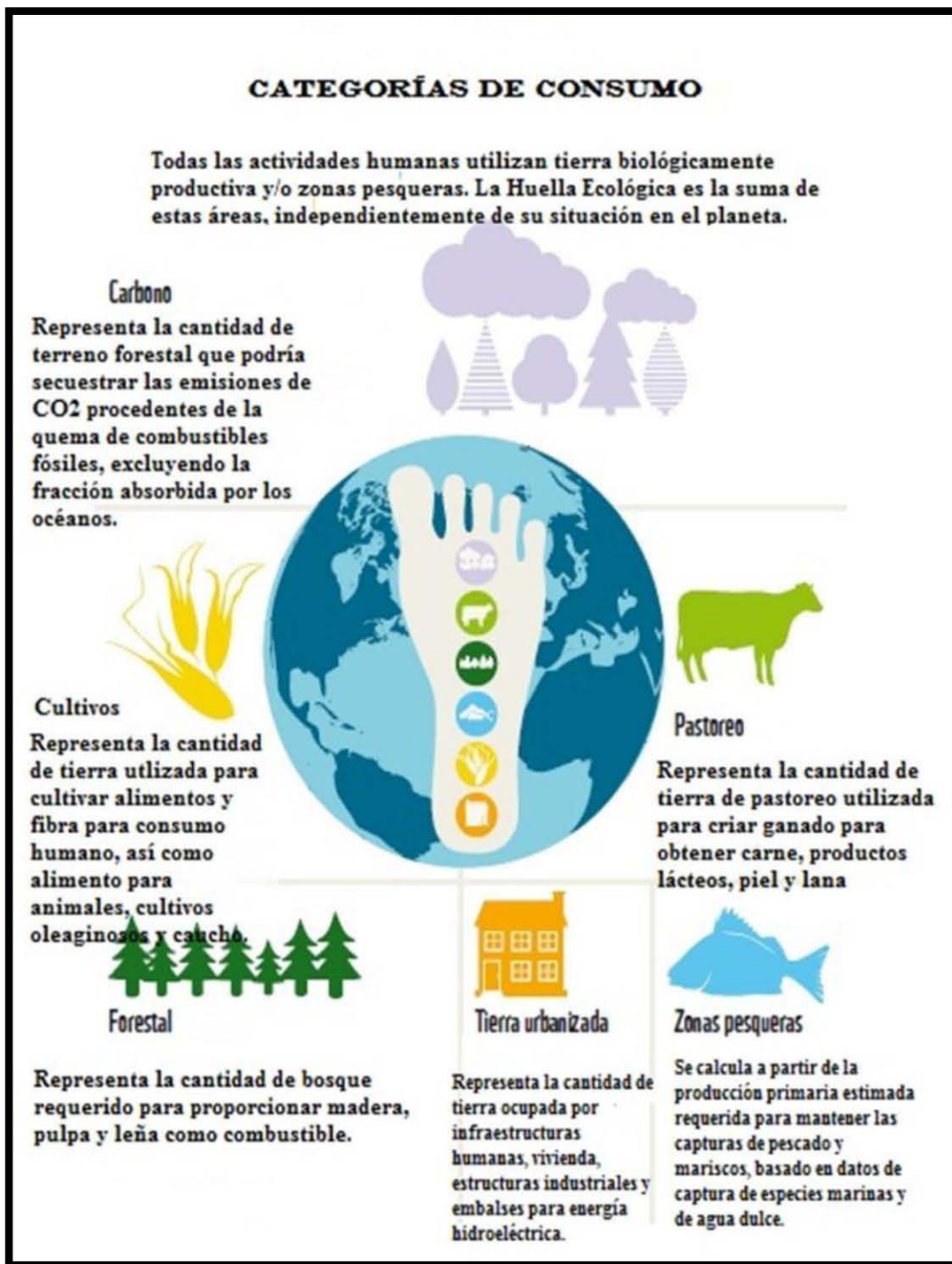


Figura 1. Imagen tomada de WWF, 2010.



### 2.3. Biocapacidad (BC)

La HE da a conocer la cantidad de territorio que una población o individuo demanda para mantener su estilo de vida, pero por sí sola, no indica si esa demanda excede los recursos disponibles en dicho territorio. Por ello para contextualizar el valor de la HE, ésta se suele acompañar de la Biocapacidad (BC), la cual cuantifica la capacidad que tienen los ecosistemas para producir recursos renovables y asimilar los desperdicios generados (en forma de CO<sub>2</sub>) por la población. Bosques, suelos agrícolas, suelos de pastoreo y zonas pesqueras, todo ello suministra biocapacidad (Herva *et al.*, 2008; Amend *et al.*, 2011; Sonika *et al.*, 2012).

La BC actúa como un punto de referencia con el que se puede comparar la HE. Por ejemplo, si la HE es superior a la BC la región presenta un déficit ecológico, pues la población que en ella habita consume más recursos de los que dispone y, por tanto, es un “importador” neto de superficie: parte de su demanda ha de ser satisfecha mediante el uso de superficies localizadas fuera de su territorio. Dicho de otra manera, se está sosteniendo el consumo interno mediante la importación de recursos externos. Sin embargo, desde la óptica de la sustentabilidad, la HE de los habitantes de un lugar determinado no debería ser superior a la BC disponible, es decir la superficie utilizada para producir los bienes consumidos y asimilar los residuos generados debería ser menor a la superficie biológicamente disponible (Zhao *et al.*, 2005; Mahamud y Suárez, 2007; Pon *et al.*, 2007; Arto, 2011).

Huella Ecológica > Biocapacidad = déficit ecológico

Huella Ecológica < Biocapacidad = Autosuficiencia

WWF (2010), señala que la BC total (en 2008), era de 12,000 millones de hectáreas globales (hag) o 1.8 hag por persona (contrastando con 3.2 hag disponibles en 1961), mientras que, la HE de la humanidad era de 18,200 millones de hag o 2.7 hag por persona (WWF, 2010).

## 2.4. Unidades de medida de la Huella Ecológica y Biocapacidad

Tanto la HE como la BC se expresan en una unidad común denominada: **hectárea global (hag)**, es decir, en hectáreas con una productividad igual a la media mundial, que representan la superficie necesaria del planeta para asimilar el impacto de las actividades de un modo de vida determinado (Pon *et al.*, 2007; Kitzes *et al.*, 2009; Arto, 2011; Sonika *et al.*, 2012; Gottlieb *et al.*, 2013).

La HE de cada individuo también puede ser medida en su **Equivalente en Planetas**, siendo éste, el número de Tierras que se requerirían para mantener a toda la humanidad, si todos tuvieran el mismo estilo de vida de ese individuo.

**1 Planeta = a la biocapacidad total de la Tierra (1.8 hag)**

## 2.5. Factores Equivalentes

Ya se mencionó que la HE está conformada por la suma de las diferentes categorías de consumo (suelo agrícola, pastizal, bosque, área de infraestructura, área de mar), no obstante dichas categorías no pueden simplemente agregarse, ya que, cada tipo de terreno posee una “productividad” diferente (por ejemplo, los rendimientos de biomasa por hectárea del suelo agrícola es superior a un suelo de pastizal). Por lo tanto, la metodología de la HE utiliza factores de equivalencia (Tabla 1) para homogeneizar (efectuar la sumatoria) las diferentes categorías de consumo a partir de una unidad común: la hectárea global (hag). Estos factores son calculados por la *Global Footprint Network*, y son distintos para cada año e iguales para todos los países (Carpintero, 2005; Kitzes *et al.*, 2009; Amend *et al.*, 2011; Moore *et al.*, 2011).

De acuerdo a la Tabla 1, el factor de equivalencia de área para infraestructura se establece igual a aquella destinada a la agricultura, y el área para la captación de carbono se establece de manera similar a la de bosques. El primer caso es bajo la idea de que la infraestructura ocupa lo que antes ha sido suelo agrícola. Este supuesto está basado en la teoría de que los agrupamientos humanos se han situado por lo general en áreas muy fértiles. El segundo caso se debe a que la captación de carbono ocurre en los bosques (Moore *et al.*, 2011).

Tabla 1. Factores de Equivalencia según categoría de superficie productiva para homogeneizar los resultados en términos de hectáreas globales (hag).

<b>Categoría de terreno productivo</b>	<b>Factor de Equivalencia</b>
<b>Cultivos</b>	<b>2.39</b>
<b>Pastos</b>	<b>0.51</b>
<b>Bosques</b>	<b>1.24</b>
<b>Mar productivo</b>	<b>0.41</b>
<b>Superficie artificializada</b>	<b>2.39</b>
<b>Área de captación de Carbono</b>	<b>1.24</b>

Fuente: González *et al.*, 2010

## 2.6. LA HUELLA ECOLÓGICA Y LA EDUCACIÓN

Una de las características de un indicador ambiental es que éste ilustre conceptos e información científica de una manera clara y sencilla, con el fin, de darlos a conocer al público en general, para que éstos tomen interés y participen activamente en los problemas ambientales (SNIA, 2012). En ese sentido, el indicador de HE, a través, de una simplificación de su metodología, resume en un solo número el estilo de vida de un individuo y le informa de cuánto territorio natural requiere para satisfacer dicho estilo de vida, a la vez, que le indica cuánto hay disponible. Es por ello que la HE se ha considerado como un instrumento para la labor educativa, pues permite que los estudiantes entiendan que los impactos ocasionados por sus hábitos de consumo van más allá de los estrechos límites de la escuela, familia, comunidad y Estado en el que viven (Gottlieb *et al.*, 2012).

La HE además de contribuir a que la comunidad estudiantil identifique las acciones que generan mayor presión sobre los sistemas naturales, también permite desarrollar aquellas actividades en las cuales dicha comunidad presenta un comportamiento más eficaz en términos ambientales. No obstante, estas actividades no deben de ocurrir solo dentro de los límites de la escuela (implicando profesores, estudiantes, administradores) sino que se debe involucrar a los familiares de los estudiantes e incluso a organizaciones no gubernamentales (p. ej. aquellas que puedan ayudar al reciclaje de papel, botellas de plástico, etc.) (Turner, 2004; Amend *et al.*, 2011; Gottlieb *et al.*, 2012)

De acuerdo a Gottlieb (*et al.*, 2012) se requiere de ciudadanos informados que participen activamente en la reducción de su HE, por lo que, la preparación de un programa de acción escolar dirigido a la disminución de la misma como parte del plan de estudios “podría ser un paso importante en el desarrollo de la participación cívica nacional entre los futuros ciudadanos (los estudiantes de hoy en día)” (...) (Gottlieb *et al.*, 2012).

## 2.7. LA HUELLA ECOLÓGICA DE MÉXICO

El crecimiento poblacional ha generado un continuo aumento en la demanda de recursos tanto de materia prima como de alimentos. Sin embargo, estas demandas, en algunos casos, no pueden satisfacerse dentro de las fronteras nacionales, por lo que, se buscan cada vez más en otras partes del mundo (Amend *et al.*, 2011). Esta apropiación de productividad de ecosistemas alejados ha sido posible gracias al comercio internacional, el cual no sólo ha reducido la distancia entre productores y consumidores, sino que también ha sido responsable (de acuerdo al año 2001) por el 21.5% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> debidas al flujo de carbono antropogénico asociado a los respectivos procesos productivos (Schneider y Samaniego, 2010).

De acuerdo a la filosofía de la HE, a una escala global, como lo son los Gases de Efecto Invernadero (GEI), los consumidores finales asumen los costos sin importar el lugar de origen. Por ejemplo, si un ciudadano mexicano compra un automóvil estadounidense, las emisiones de CO<sub>2</sub> (relacionadas al proceso productivo del mismo) se asignan no a Estados Unidos (EE.UU) sino a México (Schneider y Samaniego, 2009; Amend *et al.*, 2011). A causa de ello, Managi *et al.* (2008) y Tamiotti *et al.* (2009) (citados por Schneider y Samaniego, 2009), señalan que un comercio más abierto aumenta significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Bajo este contexto: México, empezó la importación de alimentos sin ninguna restricción, desde que entró en vigor (el 1º de enero de 1994) el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Era la época de los precios accesibles en el mercado internacional, por lo que, la importación de cereales, oleaginosas y carne de porcino resultaba más económica que la producción nacional de estos bienes. El resultado fue que la producción interna se abatió y se acrecentaron las importaciones. Dicha circunstancia ha imperado desde entonces, ya que hoy en día, se importa 75% del arroz que se consume en el país, 25% del maíz y 42% del trigo, sin

olvidar que de 1990 a 2010 la importación de carne en canal bovino se incrementó 281%; 378% la de porcino; 1035% la de aves, y 185% la de huevo. En 2010, comparado con 2009, México importó cinco veces más carne respecto de la que exportó; seis tantos de leche, lácteos, huevo y miel; 12 veces de cereales; 3.6 veces de productos de molinería; 30 veces de semilla, frutos oleaginosos y frutos diversos; 9 veces de grasas animales o vegetales y 3 veces de preparaciones de carne y animales acuáticos (Fernández, 2011; Paz, 2011).

Esta tendencia a las importaciones seguirá en el futuro, pues para el 2020 y de acuerdo al Departamento de Agricultura del gobierno de Estados Unidos, México será el segundo importador de granos más importante del mundo y el tercero en cárnicos (OECD-FAO, 2012).

Pero, lo anterior ¿qué implica para la HE de México?

La Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (2008) destaca que el producto más consumido por los mexicanos es la carne (21.7%), seguido por los cereales (19.4%) y lácteos (12.6%). Estas cifras en 2010 sufrieron mínimas variaciones a saber: carne (22.2%), cereales (18.7%) y lácteos (12.3%) (INEGI, 2008; INEGI, 2011).

FAO (2009), señala que una dieta basada en productos animales requiere de grandes cantidades de energía, por ejemplo se necesitan 8.3 litros de gasolina para producir un kilogramo de carne de res alimentada con pienso de EE.UU. Parte de la energía se consumió en el establo, o en el transporte y almacenamiento, pero la mayor parte se fue en fertilizantes del maíz y la soja del pienso con el que se alimentan las cabezas de ganado (FAO, 2009). Como ya se dijo las emisiones de GEI, en este caso, relacionadas al costo energético no es imputado a EE.UU sino al país importador. Lo anterior resulta relevante si se toma en cuenta que muchas de las importaciones de cárnicos previstas para México en los próximos diez años serán de ganado (alimentado con granos) proveniente de los EE.UU.

A su vez la Asociación Mexicana de Engordadores de Ganado Bovino (AMEG), indica que México corre el riesgo de especializarse en importación de carne y en exportación de becerros, esto último, debido a los precios altos en el mercado americano, lo que eleva el número de animales exportados.

En relación a la producción de ganado, Gómez *et al.* (2008), mencionan que la necesidad económica ha propiciado que los productores no consideren la capacidad que tienen sus

agostaderos, pues incrementan la densidad animal por hectárea, lo que da como resultado la degradación de los terrenos de pastoreo. Esto ha conducido a sacrificar grandes extensiones de ecosistemas, al desmontar para la siembra de pastizales, terrenos como matorrales (los cuales, el 70% están sobreexplotados), selvas y bosques (por ejemplo, las selvas bajas caducifolias del trópico húmedo en Yucatán, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Jalisco han desaparecido para abrir paso a una ganadería extensiva de muy bajos rendimientos) (Gómez *et al.*, 2008; SEMARNAT, 2008).

Para la HE, lo anterior implica la disminución de los servicios ambientales que ofrecen dichos ecosistemas, especialmente su función como sumideros de carbono. De acuerdo al Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (CCMSS) (2009) México tiene almacenado en toda la vegetación del territorio una cantidad estimada de 24 Giga toneladas de carbono (Gt)<sup>2</sup>, la cual se libera de forma continua debido a la deforestación y degradación de sus bosques a una tasa anual aproximada de 0.24%, emitiendo cerca de 89 Megatoneladas métricas de CO<sub>2</sub> (MtCO<sub>2</sub>) por año. Estas emisiones a la atmósfera constituyen la tercera fuente de GEI en el país (CCMSS, 2009; Barry *et al.*, 2010).

Este deterioro ecosistémico también incluye aquellas hectáreas de vegetación natural que han sido afectadas para ser incorporadas al sector urbano (en 10 años — de 1995 a 2005 — pasó de 5,688.8 km<sup>2</sup> a 21,540.3 km<sup>2</sup>), ya sea para instalar o ampliar zonas industriales, presas hidroeléctricas o para la demanda de vivienda residencial, de descanso o de interés social, las cuales ocupan regular o irregularmente predios forestales para la construcción de este tipo de inmuebles, y que por su ubicación distante de las ciudades hace difícil su acceso (el Sistema Urbano Nacional indica que la distancia promedio del centro urbano y estos conjuntos pasó de 6 km a 43 km entre 1996 y 2006). Por ello la necesidad de transporte tanto de personas, productos y servicios es cada vez más constante intensificando la oferta vial (carreteras, segundos pisos, vías rápidas, etc.) y la flota vehicular. Se estima que en el año 1980 ésta última ascendió a 5 millones de automotores, para 2010 aumentó a 32 millones, sin embargo para 2030 podría incrementarse a 70 millones de vehículos (Breceda *et al.*, 2008; Medina, 2012).

El sector transporte en 2009 generó, 38.4% de las emisiones de GEI en México, debido a su demanda de energía, siendo el autotransporte el mayor consumidor de ésta, con aproximadamente el 97%, y del cual, el 67% corresponde al transporte de pasajeros. Si bien

---

<sup>2</sup> 1 Giga tonelada= 10<sup>9</sup> toneladas.

estas emisiones son el resultado directo del uso de combustibles fósiles (como la gasolina y el diesel), existen otros factores determinantes en la cantidad de contaminantes que un vehículo puede generar, como la tecnología, el uso, mantenimiento y la edad. Dentro de la flota vehicular se encuentran unidades con una antigüedad promedio de 16 años. Martínez (2011) señala que las emisiones de vehículos de 10 años o más de antigüedad son más altas que en vehículos recientes, así: monóxido de carbono (CO) entre 3 y 4 veces; hidrocarburos totales (HC), entre 4 y 6 veces; y óxido nítrico (NO), hasta 3 veces más. Son las ciudades fronterizas (como Mexicali, Tijuana y Ciudad Juárez) quienes presentan un mayor porcentaje de este tipo de transporte debido al ingreso constante de vehículos usados provenientes de EE.UU. (Calvillo *et al.*, 2008; López, 2009; Martínez, 2011; SENER y AIE, 2011).

Por su parte el sector vivienda, “quizás” no sea uno de los más significativos en el inventario de emisiones de CO<sub>2</sub>, pero su papel es de una relevancia indudable; si se toma en cuenta que las proyecciones para la tercera década del siglo XXI, indican que en México habrá más de 45 millones de hogares y que en cualquier escenario deberán construirse entre 700,000 y un millón de viviendas. De acuerdo al Instituto Nacional de Ecología (citado por López, 2009), el sector residencial contribuye con 21.7 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año, que se originan en actividades y servicios domésticos como el calentamiento de agua, para aseo personal y cocción de alimentos; siendo el Gas Licuado de Petróleo (GLP) el principal energético utilizado, ya que 8 de cada 10 hogares lo emplean (López, 2009; Medina, 2012).

En cuanto al consumo de electricidad es el segundo usuario más importante, después de la industria, pues se emplea para iluminar (27%), refrigerar (39%), hacer funcionar el televisor (12%), la plancha (5%), la lavadora (3%) y otros electrodomésticos (7%), como el horno de microondas, la aspiradora, la licuadora, etc. (SENER, 2011).

A su vez el consumo de agua es otra fuente de gasto energético, ya que regularmente se requiere de sistemas de bombeo para extraer y conducir el agua, así como potabilizarla y tratarla. Se estima, por ejemplo, que elevar un volumen diario de 1m<sup>3</sup> de agua a una altura de 10 m requiere 27 Wh por día (CONAVI, 2008).

¿Cómo repercute el contexto energético en la Huella Ecológica de México?

SENER (2011), indica que el sector energético es la principal fuente de emisiones de GEI, debido a la alta dependencia del país a los combustibles fósiles, cuya combustión libera CO<sub>2</sub> (como resultado de la oxidación del carbón en los combustibles), proceso que durante 2011, aportó 96.4% del total de este tipo de emisiones. Este contexto que aunado a la disminución de superficie forestal para asimilar las emisiones de CO<sub>2</sub> son los factores que más contribuyen al fuerte déficit ecológico en la HE de México (SEMARNAT, 2008; SENER, 2011).

Por último, para la HE, el crecimiento urbano reduce, además áreas de suelo que pudieran tener algún potencial para la agricultura. Martínez y Ortiz (2009) analizan este fenómeno, y señalan que en estados como Veracruz, Tamaulipas, Hidalgo, Oaxaca, Chiapas, etc. (por mencionar algunos), se observa una expansión urbana sobre áreas productivas agrícolas, las cuales cumplen un papel relevante en la oferta nacional de alimentos. Lo que influye en una mayor dependencia de abastecimiento del exterior (Martínez y Ortiz, 2009).

## **2.8. LA ENCUESTA COMO TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN**

Cuando existen temas o problemas de investigación poco estudiados (por ejemplo, los relacionados al comportamiento humano en un determinado contexto) de los cuales se tienen dudas o que no se han abordado antes, se realiza un estudio exploratorio con el fin de familiarizar al investigador con asuntos vagamente conocidos. Entre los propósitos de dicho estudio se encuentran (Naghi, 2005; Gómez, 2006; Toro, 2006):

- 1) Establecer prioridades para futuras investigaciones
- 2) Aumentar el conocimiento respecto a un problema
- 3) Determinar tendencias, identificar áreas, ambientes, contextos y relaciones potenciales entre variables.

Grasso (2006) indica que para alcanzar las metas de un estudio exploratorio se puede utilizar a la encuesta, cuya técnica de interrogación permite obtener información de un número considerable de personas (qué hacen, qué desean, qué piensan, qué opinan, etc.) a partir de la utilización de un cuestionario que contiene un listado de preguntas escritas, y definidas por los objetivos de la investigación que se desea realizar. Uno de los aspectos más importantes de la encuesta es la estandarización otorgada por este cuestionario escrito, ya que dicho instrumento coloca a todos los participantes en la misma situación, pues les realiza las mismas preguntas,



en el mismo orden lo que implica homogeneidad de la información (Abascal y Grande, 2005; Grasso, 2006).

Uno de los rasgos característicos del cuestionario es el planteamiento de las preguntas que además de ser presentadas en un orden rígido y preestablecido deben de ser claras y concretas. A su vez estas preguntas pueden ser de carácter abierto (en ellas el encuestado responde libremente) o cerrado (el participante marca una o varias opciones de las alternativas que se le ofrecen) (Díaz, 2001; García, 2004).

### **III. CUESTIONARIO PARA ESTIMAR LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA FES-ZARAGOZA *CAMPUS II*.**

Tanto los cuestionarios como las calculadoras electrónicas (disponibles en internet) para estimar la HE, se han convertido en una herramienta para concientizar al público, acerca de sus impactos (ya sea negativos o positivos) sobre los ecosistemas de la Tierra. Dichas herramientas permiten sumar los diferentes consumos (p.ej. alimentos, bienes y servicios) que tiene un individuo en su vida diaria, al final presentan el resultado (la HE) como un promedio de las hectáreas globales, o bien, el número de planetas requeridos para satisfacer esos consumos (Cucek, 2012). No obstante, los cuestionarios y las calculadoras electrónicas están diseñadas para un puñado de países (p.ej. España, Colombia, Ecuador, Perú, Argentina, etc.) y en función de la información de sus procesos productivos, uso y abuso de materias primas, cantidad de desechos producidos, tipos de medios de transporte, consumos de alimentos, etc. Por lo que, las preguntas están enfocadas al estilo de vida de aquellas naciones.

El modelo de cuestionario para el cálculo de la Huella Ecológica y su aplicación a la Carrera de Biología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza *Campus II*, se ha basado, en consumos de productos y servicios presentes en la canasta básica de México (según la lista de El Índice Nacional de Precios al Consumidor), algunos de éstos son: tortilla, pan, frijol, arroz, carnes (pollo, res, cerdo y pescado), huevo, leche, frutas, electricidad, gas doméstico, Sistema de Transporte Colectivo Metro, entre otros. Por lo que, se han tomado en cuenta diversas estadísticas nacionales, (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA), Secretaría de Energía (SENER), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)), así como, internacionales (FAOSTAT de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)).

#### IV. ANTECEDENTES

La HE tiene como finalidad evaluar cómo los patrones de consumo (de un país, una ciudad, comunidad o individuo) ejercen un impacto sobre los recursos naturales. Sin embargo, la HE en conjunto con la educación permite identificar si dicho impacto es positivo o negativo, y con base a eso corregir, por un lado, aquellas acciones que no contribuyen a un estilo de vida sustentable, y por el otro, propagar aquellas actividades en las cuales la comunidad o individuo presenta un comportamiento eficaz hacia el medio ambiente. Por esta característica, la metodología de la HE ha sido aplicada y adaptada a los centros educativos, un ejemplo de ello es:

Leiva-Mas, Rodríguez-Rico y Quintana-Pérez (2011), quienes realizan el cálculo de la HE de la Universidad Central “Marta Abreu” de la Villas, en Santa Clara, Cuba. Para ello, utilizan la adaptación que Noelia López Álvarez hizo de la metodología de HE de Wackernagel y Rees (1990). A partir de ésta, calculan en 2008 la HE del consumo de agua, alimentos y papel, así como, el área ocupada directamente por los edificios y movilidad. Éstos autores concluyen que la categoría que más contribuye sobre la HE total de la universidad, es el consumo de energía eléctrica (44.48%), el consumo de alimentos (30.25%) y movilidad (7.59%).

Sonika, R; Sonu, G; Manoj S; Amarjeet S. (2012). Calculan la HE de 100 estudiantes (62 mujeres y 38 hombres con edades de 17 a 30 años) graduados de la Universidad de Panjab, Chandigarh, India en 2009. Para tal fin, adaptan el cuestionario estándar de la HE al contexto de la India. Dicho cuestionario está compuesto por doce preguntas divididas en cuatro categorías: HE de alimentación, movilidad, vivienda, bienes-servicios. Por lo que las preguntas se centran en el tipo de alimentos que ingieren los estudiantes, tipo de transporte utilizado, el tamaño de la familia y los patrones de consumo. En su trabajo concluyen, que la HE total es más alta en el grupo de edad de 17 a 19 años; que todas las categorías de HE son mayores en los hombres en comparación con las mujeres; que la HE total promedio de los estudiantes es (5.58 hag), mayor a la HE media de la población India (0.91 hag).

Solar, V.A. (2011). El incremento de la HE puede deberse al uso de la tecnología, al comercio, al aumento de la población o bien al consumo. No obstante, Solar sugiere que también el género de los individuos tiene consecuencias sobre la HE, debido a que éstos utilizan de manera diferente los recursos naturales. Para observar si existe alguna diferencia

aplica en 2010 (a 100 estudiantes) el cuestionario de HE personal de la Global Footprint Network (disponible en internet) el cual, consta de 27 preguntas con las categorías siguientes: alimentos, vivienda, energía, bienes-servicios. De acuerdo a su análisis estadístico (Prueba t) no existen diferencias estadísticamente significativas en la HE de hombres y mujeres. De manera similar, la Correlación  $r$  de Pearson, indica que la HE de ambos géneros no tiene correlación con la edad. Llega a las mismas conclusiones al repetir el estudio en 2011 y con 200 individuos.

## MÉXICO

Vázquez-Cid (2009) calcula la HE de la comunidad de la Universidad veracruzana, *Campus Xalapa*, en el periodo 2009-2010. Para ello utiliza un cuestionario diseñado por WWF-México (versión simplificada de cuestionarios más amplios). Mismo que contiene las categorías siguientes: alimentación, transporte, residuos, agua y energía. Con este instrumento aplica encuestas a 1260 individuos (estudiantes, personal académico y administrativo). De acuerdo a sus conclusiones: la HE de la universidad es de 3.28 ha/persona, lo que indica, que está por encima de la BC del planeta (1.80 ha/ persona), la comunidad de la universidad veracruzana, consume primordialmente productos de origen animal que vegetal; el 80% de sus estudiantes viaja en transporte público, mientras que, los docentes utilizan más el automóvil; el 81% de los alumnos realizan acciones que involucran ahorros de energía; el 40% del total de los encuestados no realiza actividades de reciclaje o ahorro de papel.

Palacios-Silva, estima la HE de los habitantes de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas en 2006, mediante la aplicación de encuestas (a 480 individuos) a partir de un cuestionario extraído de la página electrónica del Global Footprint Network, el cual consta de 22 preguntas relacionadas con alimentación, vivienda, bienes-servicios y transporte. Para determinar la HE toma en cuenta las edades (21-35 años, 36-50 años y mayores a 51 años) y los hábitos de consumo (usuarios regulares del mercado tradicional y/o supermercados) de los chiapanecos. De acuerdo a sus resultados la mediana de HE de la población es de 2.4 ha, mayor a la BC disponible en México (en 2006) de 1.7 ha. A su vez, los usuarios regulares de supermercados presentaron una HE de alimentación, vivienda, bienes-servicios y transporte mayor a la de los usuarios de mercados tradicionales. De acuerdo a la edad de los individuos el autor observó una tendencia general a poseer una menor HE en personas mayores de 51 años.

Chávez-Dagostino; Cifuentes-Lemus; Andrade-Romo; Espinoza-Sánchez; Massam; Everitt (2008) determinan y comparan la HE de las áreas rurales y urbanas de los municipios ubicados en la región costera norte de Jalisco: Puerto Vallarta, Cabo Corrientes y Tomatlán. Asimismo, calculan la HE de los turistas nacionales e internacionales. Para ello, aplicaron encuestas a 270 individuos, a partir del cuestionario Footprint Quiz elaborado por Redefining Progress (2002), el cual consta de 16 preguntas e incluye cuatro categorías: alimentación, movilidad, vivienda, bienes-servicios. De acuerdo a sus resultados la zona urbana tiene una HE mayor que la zona rural en todas las categorías. Los turistas nacionales presentaron una HE (4.36 ha/persona) menor en contraste con los turistas extranjeros (11.29 ha/persona).

## V. PROBLEMÁTICA

La vida universitaria involucra desplazamientos y tiempos alejados del hogar. Por lo que, para romper las barreras del espacio los estudiantes se han inmerso en el mundo de los recursos digitales. Así, se les ve transitar por los corredores con sus celulares, hablando (con familiares o amigos) o escuchando algún audio, tomando fotos en la biblioteca, se les percibe también registrando datos y en los auditorios o salones grabando clases. Las actividades académicas, a su vez, les restan tiempo para mantener sus horarios de comida habituales, así que los refrigerios se realizan en la propia universidad (dentro o fuera de ésta). Lo anterior se intensifica por los trayectos largos que la mayoría realiza desde el hogar al centro de estudios y viceversa (se estima que en promedio cada ciudadano invierte dos horas para llegar a la escuela, considerando la ida y el regreso, necesitando dos o más medios de transporte) (Covi *et al.*, 2011; Suárez, 2012). Las actividades diarias (cómo se vive, qué se consume, cómo se desplazan, etc.) tienen efectos (positivos o negativos) sobre la Huella Ecológica (Amend *et al.*, 2011). Por ello, esta investigación se ha planteado dar respuesta a las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuál es la Huella Ecológica (HE) total promedio de una muestra de estudiantes de la Carrera de Biología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (FES-Zaragoza) *Campus II*?
2. ¿Cuál categoría (alimentación, transporte y energía) es la que más contribuye a la HE total en términos de hectáreas globales?
3. ¿El grado académico (semestre) que cursan los alumnos de la Carrera de Biología de la FES-Zaragoza *Campus II*, así como, su edad y sexo influyen en la HE total y en las diferentes categorías en que ésta se divide?

## VI. JUSTIFICACIÓN

Los sistemas ambientales proporcionan beneficios materiales, pero estos se han conseguido a partir de la explotación de unos recursos finitos, mismos, que el ser humano consume más rápido de lo que pueden ser regenerados por los ecosistemas y liberan más CO<sub>2</sub> de lo que dichos ecosistemas pueden asimilar (Ozcáriz, 2008).

México no es ajeno a esa dinámica. Lo que es visible a través del crecimiento de su HE y de la disminución de su BC, ya que en 1961 la HE era de 1.4 hag/persona y la BC de 4.1 hag, no obstante en 2008, la primera se constituyó en 3.30 hag/persona y la BC en 1.42 hag/persona. SEMARNAT (2008), señala que el factor que más contribuye a este déficit ecológico es la carencia de superficie forestal suficiente para asimilar las emisiones de GEI, en especial de CO<sub>2</sub>, proveniente de la quema de combustibles fósiles, de los cuales, México es dependiente, pues los utiliza para satisfacer sus necesidades de transporte, generación de energía eléctrica, la cocción de alimentos, aseo personal, etc. (SEMARNAT, 2008; López, 2009).

Actuando de manera sinérgica se encuentra el crecimiento poblacional (en 2010 hay más de 112 millones de habitantes y para 2050 se proyectan 143 millones de personas) (Márquez, 2011) que demandan una mayor cantidad de recursos para satisfacer sus necesidades básicas, lo que implica que superficies ocupadas por comunidades naturales sean sustituidas por terrenos dedicados al cultivo y la ganadería (la cual, abarca cerca del 56% del territorio, de este porcentaje 41% se ubica en zonas con vegetación natural), lo que tiene como consecuencia la pérdida de servicios ambientales (como captura de carbono) y la intensificación del calentamiento global, cuyos efectos (aumentos de temperatura, cambios en los patrones de lluvia, etc.), ya se han visto en México, basta recordar las intensas sequías que han puesto en crisis al sector agrícola en el norte del país (SEMARNAT, 2008; Comisión Europea, 2009; Greenpeace México, 2010).

Lo anterior indica que la mayoría de los mexicanos no visualizan que desde el momento en que se levantan por la mañana hasta que se van a dormir, casi todas sus actividades, los bienes materiales que poseen y los alimentos que ingieren, involucran consumos de energía y recursos finitos provenientes de los ecosistema de la Tierra, lo que significa presión sobre la naturaleza, y sobre la atmósfera: contribución a las emisiones de GEI (en especial de CO<sub>2</sub>).

Sin embargo, la HE es una herramienta que ayuda a dimensionar la presión sobre la Tierra y sus recursos al contabilizar la cantidad de naturaleza que tienen y cuánta utilizan los mexicanos para satisfacer sus hábitos de consumo. Y debido a su carácter educativo y a la información obtenida a través de la HE poder modificar la visión que tienen acerca del valor de las cosas que necesitan para mantener su estilo de vida, lo que puede ayudar a administrar y gestionar los bienes de forma más sensata y racional y a encauzar las acciones individuales y colectivas a otras más equilibradas de acuerdo a los medios de un único planeta. Dado que es una tarea enorme y de largo plazo se debe de emprender de inmediato (Ozcáriz, 2008; Amend *et al.*, 2011).

## VII. OBJETIVO

### GENERAL

Calcular la HE de una muestra de estudiantes de la Carrera de Biología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (FES-Zaragoza) *Campus II*.

### PARTICULARES

- Diseñar cuestionario para el cálculo de la HE.
- Aplicar cuestionario de HE a estudiantes de la carrera de Biología de la FES-Zaragoza *Campus II*.
- Analizar la puntuación obtenida en cada una de las categorías (alimentación, energía y transporte) que conforman al cuestionario, para identificar cuál de ellas es la que más contribuye a la HE total en términos de hectáreas globales.
- Analizar mediante un software estadístico, si el grado académico (semestre) que cursan los estudiantes de la Carrera de Biología, así como, su edad y sexo (femenino y masculino) influye sobre su HE de alimentación, transporte, energía y HE total.

## VIII. HIPÓTESIS

De acuerdo a Pulido *et al.* (2011), el ingreso a la universidad y la capacitación ahí adquirida supone un cambio importante en los individuos, lo cual puede repercutir en sus hábitos cotidianos, por ello, si la Huella Ecológica se relaciona (entre otras cosas) con los hábitos cotidianos de los individuos, entonces, los alumnos de nuevo ingreso (primer semestre) a la Carrera de Biología, tendrán una Huella Ecológica superior en relación a los alumnos de semestres más avanzados, ya que éstos han recibido una mayor información acerca del funcionamiento de la naturaleza a lo largo del curso de licenciatura.



## IX. MATERIAL Y MÉTODO

### Zona de Estudio

La Facultad de Estudios Superiores Zaragoza Campus II se localiza en la zona oriente de la Ciudad de México, Distrito Federal (19° 22'N, 99° 02'O) a 2235 msnm. El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura y precipitación pluvial promedio anual oscilan entre los 10 y 18°C y 500-800 mm, respectivamente (Reyna, 1989).

El ambiente estudiantil se desarrolla en una superficie de 25 hectáreas. Esta casa de estudios cuenta con pequeños establecimientos (tanto en el interior como en el exterior de sus instalaciones) en donde la comunidad universitaria puede satisfacer sus necesidades de alimentación. Asimismo, por su ubicación geográfica la Facultad cuenta con transporte escolar para el traslado de sus estudiantes, los cuales pueden optar también, por el transporte público externo.

La Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, *Campus II*, imparte la Carrera de Biología, la cual alberga para cada inicio de ciclo escolar a más de 1000 estudiantes.

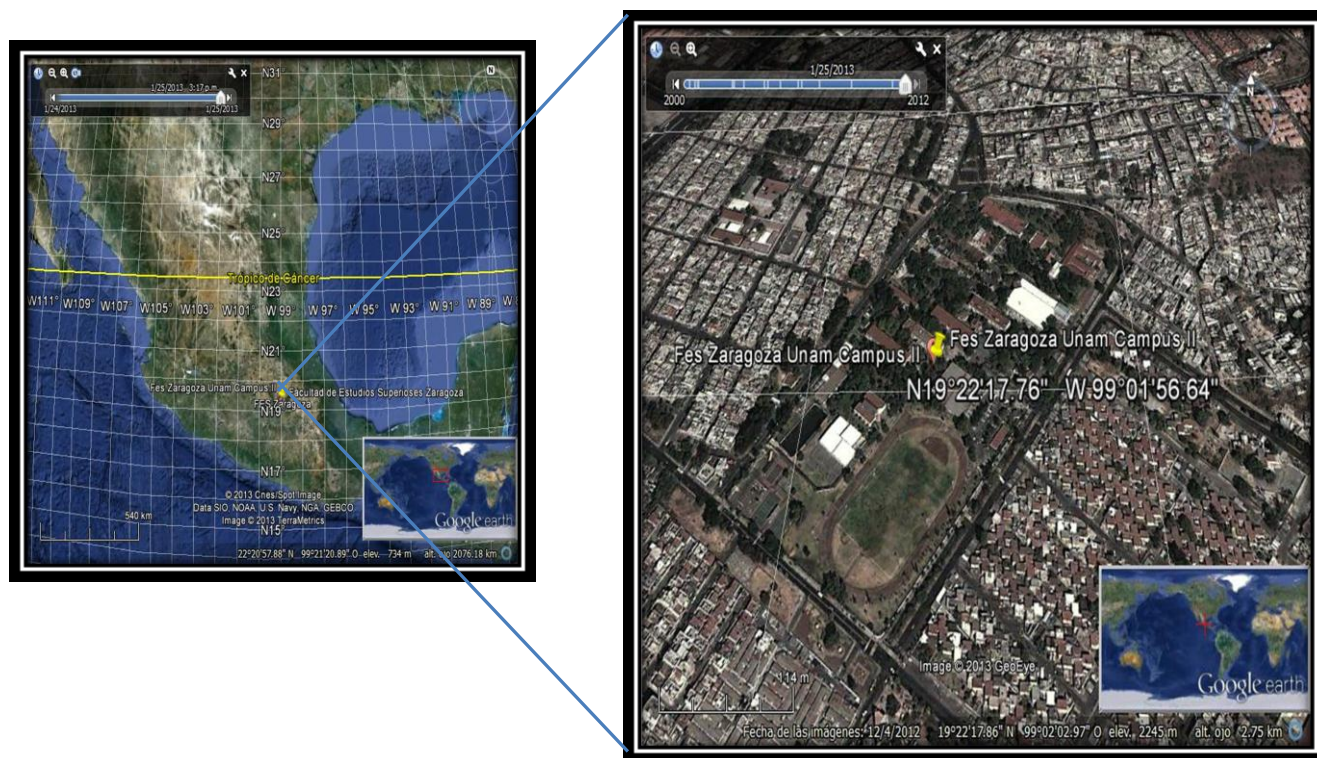


Figura 2. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza *Campus II* (FES-Zaragoza. *Campus II*)  
Fuente: Google earth, 2013.

## 9.1. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

El cálculo de la HE (expresada en unidades de hag) de cada una de las secciones (A, B y C) que conforman el cuestionario (“Modelo de cuestionario para el cálculo de la Huella Ecológica y su aplicación a estudiantes de la Carrera de Biología”) se ha basado en la metodología general o estándar de la HE desarrollada por Mathis Wackernagel y William E. Rees (en los años 1990). No obstante, los propios autores reconocen la necesidad de adaptar la metodología general en función de las características propias y a la disponibilidad de datos estadísticos para cada categoría analizada, desarrollando aproximaciones necesarias para superar las potenciales carencias de información. Para la elaboración de este cuestionario se ha tomado en cuenta esta recomendación.

Para este trabajo las estadísticas oficiales utilizadas corresponden al año 2009, debido a que la información que se requiere para el cálculo de la HE de cada una de las secciones que conforman el cuestionario están disponibles para este año a excepción de la HE forestal cuya información data del 2007.

La metodología general parte de dos hechos fundamentales:

1. Se pueden contabilizar físicamente (en toneladas o kilogramos) los recursos que consume una determinada población o individuo.
2. Estos recursos se pueden traducir a área biológicamente productiva (en hectáreas) (*Global Footprint Network, 2012*).

Con estas dos premisas como fundamento se ha calculado la HE de: la Sección (A) concerniente al consumo de alimentos, la Sección (B) de transporte, relacionada con el consumo de combustible (gasolina y diesel) y la Sección (C) de energía, implicada con el consumo de energía eléctrica.

## 9.2. SECCIÓN (A) ALIMENTOS

### 9.2.1. Consumo de productos agrícolas

En esta sección se han utilizado las estadísticas oficiales de la FAO, SIAP, SAGARPA e INEGI, para obtener las variables necesarias para el cálculo de la HE: consumo, rendimiento y población. Primeramente se realizó una lista de productos agrícolas básicos, la cual también incluye algunos productos procesados (Tabla 2).

Tabla 2. Lista de productos agrícolas básicos

Productos agrícolas	
Aguacate	Limón
Cebolla	Naranja
Jitomate	Piña
Nopalitos	Sandía
Chile	Manzana
Papa	Plátano
Zanahoria	Lenteja
Chícharo	Frijol
Elote fresco	Arroz
Tomate verde	
Procesados	
Pan	Cigarros
Tortilla	Cerveza

En algunos casos no existen estadísticas sobre el consumo de ciertos productos, por tanto, para contabilizar el consumo per cápita de dichos productos es necesario estimarlos. Para ello se utilizó la siguiente fórmula (Zhao *et al.*, 2005; González *et al.*, 2010):

$$C_i = (P_i - E_i + I_i) / N \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

$C_i$  = es el consumo medio anual per cápita en unidades físicas del producto (i)

$P_i$  = es la producción anual de producto (i) en el ámbito territorial de estudio

$E_i, I_i$  = son respectivamente la exportación e importación anual del producto (i)

$N$  es la población total del ámbito territorial de estudio

Para estimar las raciones<sup>3</sup> contempladas para esta sección se tomó como base el consumo per cápita. Por ejemplo en el caso de productos frutales al utilizar la fórmula anterior se obtuvo 238.95 gramos, cantidad que consume, en promedio, una persona a la semana lo que equivale aproximadamente a dos frutas a la semana, como una manzana y un plátano (de acuerdo al peso, promedio del cultivo, señalado por la Secretaría de Economía, 2012). Sin embargo, un individuo puede comer menos o más de los gramos señalados, de ahí, su utilización como referente para obtener las raciones o porciones.

Posteriormente se estimó el área de suelo productivo por persona. Esto se realizó dividiendo el consumo per cápita de cada producto (o ración) por el rendimiento<sup>4</sup> mundial anual (obtenidos de FAO, 2012) del mismo (medido en kg/ha). El resultado de dicha división es el número de hectáreas que utiliza cada individuo para satisfacer sus necesidades de consumo (Zhao *et al.*, 2005; *Global Footprint Network*, 2012; González *et al.*, 2010).

$$he_i = C_i / p_i \text{ (Ecuación 2)}$$

Donde:

$He_i$  es la huella ecológica asociada al consumo del producto (i) expresada en unidades de superficie per cápita

$C_i$  es el consumo per cápita del producto (i) expresado en unidades de peso

$p_i$  es la productividad o rendimiento anual medio expresado en kilogramos por hectárea (kg/ha)

Finalmente el resultado obtenido de la ecuación (2) se transforma en hectáreas de territorio productivo global (hag) al multiplicarlo por el factor equivalente correspondiente a cultivos (Tabla 1) (*Global Footprint Network*, 2012; García *et al.*, 2011; Nunes *et al.*, 2013):

$$\text{Huella Ecológica (hag)/persona} = he_i * 2.39$$

En el caso de los productos procesados, el procedimiento es similar al anterior, con la diferencia de que los consumos per cápita de dichos productos se obtuvieron de manera directa, y los rendimientos mundiales están basados en la materia prima principal de la cual están elaborados (tortilla-maíz; pan-trigo, cerveza-cebada y cigarros-tabaco) (González *et al.*, 2010):

<sup>3</sup> De acuerdo a la Real Academia Española, ración (Del lat. *ratio, onis*, medida, porción) es una parte o porción que se da a las personas como alimento en cada comida.

<sup>4</sup> Definido como las toneladas producidas de cada cultivo, divididas por las hectáreas dedicadas a la producción del mismo.

- Consumo de tortilla: un mexicano promedio consume de 7-10 tortillas diarias (GRUMA, 2012).
- Consumo de pan: es de 32.5 kg al año (CANAINPA, 2011).
- Consumo de cerveza: para este caso se requirieron las toneladas de cebada destinada a la producción de cerveza, dato obtenido del portal de internet de Inforural (2012).
- Consumo de cigarrillos: se tomó en cuenta el peso del tabaco contenido en los mismos (con ayuda de una balanza analítica), de las siguientes marcas: Montana, Camel, Extra Kings, Delicados y Malboro.

### 9.2.2. Consumo de productos de origen animal

Al igual que en el caso anterior se calculó el consumo per cápita (que se toma como referencia para obtener las porciones o raciones) teniendo en cuenta los datos de producción, importación y exportación (ecuación 1) (datos obtenidos de SAGARPA, 2012). Asimismo se divide este consumo per cápita por el rendimiento mundial de cada uno de los productos considerados (ecuación 2). Los rendimientos mundiales son calculados por la *Global Footprint Network* (García *et al.*, 2010). Finalmente se transforman las hectáreas resultantes en hectáreas de territorio productivo global (hag) mediante el uso de los factores equivalentes (Tabla 3) (Zhao *et al.*, 2005; Nunes *et al.*, 2013)

Tabla 3. Metodología general aplicada a los productos de origen animal.

Productos de origen animal	Pi (rendimiento mundial)	Consumo per cápita (Ci)	huella ecológica (ha)	huella ecológica (hag)
Carne de bovino	0.0839 t/ha	$P_i - E_i + I_i / N$	$he_i = C_i / p_i$	$he_i * 0.51$
Carne de porcino	0.269 t/ha	$P_i - E_i + I_i / N$	$he_i = C_i / p_i$	$he_i * 2.39$
Carne de aves	0.3805 t/ha	$P_i - E_i + I_i / N$	$he_i = C_i / p_i$	$he_i * 2.39$
Huevo	0.3805 t/ha	$P_i - E_i + I_i / N$	$he_i = C_i / p_i$	$he_i * 2.39$
Leche	1.4182 t/ha	$P_i - E_i + I_i / N$	$he_i = C_i / p_i$	$he_i * 0.51$
Yoghurt	1.4182 t/ha	$P_i - E_i + I_i / N$	$he_i = C_i / p_i$	$he_i * 0.51$

Rendimientos mundiales obtenidos de González *et al.* (2010). Pi= producción del producto "i"; Ei= exportación del producto "i"; li= importación del producto "i"; N= número de habitantes; he<sub>i</sub>= huella ecológica asociada al consumo del producto "i"; Ci= consumo per cápita del producto "i"; pi= rendimiento anual.

En el caso de la HE adquirida por el consumo de productos marinos, ésta se estimó a nivel nacional. Para ello se tomó en cuenta los siguientes alimentos (Tabla 4):

Tabla 4. Lista de productos marinos

<b>Productos del mar</b>
<b>Camarón</b>
<b>Sardina y macarela</b>
<b>Túnidos y similares</b>
<b>Pulpo</b>
<b>Calamar</b>
<b>Tiburón y Cazón</b>
<b>Crustáceos y moluscos</b>
<b>Almeja</b>
<b>Carpa</b>
<b>Sierra</b>
<b>Ostión</b>

Fuente: CONAPESCA, 2011

Se calculó el consumo per cápita de cada producto (**Ecuación 1**). Obteniéndose las variables para dicho cálculo del Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca (2009). Posteriormente los consumos por habitante se han dividido por los rendimientos mundiales<sup>5</sup> (calculados por la *Global Footprint Network*) utilizando la **Ecuación (2)** (Zhao *et al.*, 2005; González *et al.*, 2010).

Calculadas las HE (s) de cada producto se procede a sumarlas:

$$he_{(pesquera)} = \sum_{i=1}^n he(i)_{pesquera}$$

Donde:

$he_{(pesquera)}$  = es la huella ecológica asociada a la categoría pesquera (o de productos marinos) expresada en unidades de superficie per cápita

$he(i)_{pesquera}$  = es la huella ecológica asociada al consumo de cada producto (i) perteneciente a la categoría de productos marinos

n = es el número total de productos considerados para la categoría de productos marinos

<sup>5</sup>Hectáreas de aguas productivas necesarias para la obtención de una tonelada de producto pesquero.

El resultado de la suma total es multiplicado por el factor equivalente para obtener la HE en hectáreas globales (Nunes *et al.*, 2013):

$$he_{(pesquera)} \text{ hag/persona} = he_{(pesquera)} * 0.41$$

### 9.3. SECCIÓN (B) TRANSPORTE

Para estimar las hag de bosque, necesario para capturar las emisiones de CO<sub>2</sub> generado por el motor de combustión del automóvil (Holden y Hoyer, 2005), taxi, microbús, combi, autobús y motocicleta, se llevó a cabo lo siguiente:

En primer lugar y de acuerdo a las formulas presentadas por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE, 2009), se calcularon las emisiones de CO<sub>2</sub> (en kilogramos) en función del combustible utilizado, ya sea gasolina o diesel:

Para el caso de gasolina, por cada litro (L) se generan: 2.4 kg de CO<sub>2</sub>

**Emisiones anuales de CO<sub>2</sub> (kg)= 2.4 kg de CO<sub>2</sub> \* consumo anual estimado de combustible (L)**

Para el caso de diesel, por cada litro se generan 2.7 kg de CO<sub>2</sub>

**Emisiones anuales de CO<sub>2</sub> (kg)= 2.7 kg de CO<sub>2</sub> \* consumo anual estimado de combustible (L)**

Para estimar el consumo anual de combustible (L), se tomó en cuenta, para cada uno de los medios de transporte mencionados, el rendimiento vehicular promedio (de vehículos de gasolina y diesel) medido en kilómetros por litro (km/L), mismos que fueron obtenidos de Sheinbaum *et al.* (2009). Asimismo se consideró el número de km recorridos por cada medio de transporte en cuestión.

Aplicadas las fórmulas anteriores, las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> obtenidas, se dividen por la capacidad de fijación de CO<sub>2</sub> de la masa forestal (5,210 kg de CO<sub>2</sub>/ha/año) (IPCC, 2001), a su vez, dicho resultado se divide por la carga promedio del colectivo, es decir, el número aproximado de pasajeros que aprovecha el viaje (información tomada de Inventario de

Emisiones de la ZMVM, 2006), para obtener la HE por persona. Se utilizó la siguiente operación aritmética (González *et al.*, 2010):

$$\text{HE (ha/año/persona)} = \frac{\text{Emisiones anuales (kg CO}_2\text{)} / \text{C. fijación kg CO}_2\text{/ha/año}}{\text{Número de pasajeros que aprovechan el viaje}}$$

Finalmente las hectáreas resultantes fueron transformadas en hectáreas globales, mediante la aplicación del factor equivalente correspondiente (Tabla 1) (González *et al.*, 2010):

$$\text{HE (ha/año/persona)} * 1.24 = \text{HE (hag/año/persona)}$$

Para el caso de las emisiones de CO<sub>2</sub> del Sistema de Transporte Colectivo Metro (STC-Metro), se asume que las emisiones son debidas a la generación de electricidad que consume (SMA, 2012).

Por lo que fue necesario conocer:

- 1) El consumo de energía eléctrica por kilómetro recorrido al año (kwh/km recorrido) (dato obtenido del portal de internet del Sistema de Transporte Colectivo-Metro, 2012).
- 2) El factor de emisión de CO<sub>2</sub> por el consumo de electricidad (kg de CO<sub>2</sub>/kwh) (INE-SEMARNAT, 2009).

Se calculan las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> en kilogramos:

$$\text{Emisiones anuales de CO}_2\text{ (kg)} = \text{consumo de energía eléctrica del STC-Metro} * \text{Factor de emisión}$$

Obtenidas las emisiones anuales de CO<sub>2</sub>, se calcula la HE por la utilización de este medio de transporte por pasajero:

$$\text{HE (ha/año/persona)} = \frac{\text{Emisiones anuales (kg CO}_2\text{)} / \text{C. fijación kg CO}_2\text{/ha/año}}{\text{Número de pasajeros que aprovechan el viaje}}$$

Finalmente las hectáreas resultantes fueron transformadas en hectáreas globales, mediante la aplicación del factor equivalente correspondiente (Tabla 1) (González *et al.*, 2010):

$$\text{HE (ha/año/persona)} * 1.24 = \text{HE (hag/año/persona)}$$



#### 9.4. SECCIÓN (C) ENERGÍA

Esta sección consiste en expresar la superficie (hag) de bosque necesaria para fijar o asimilar las emisiones de CO<sub>2</sub> originadas por la quema de combustibles fósiles para: la generación de energía eléctrica (utilizada por aparatos electrodomésticos y bombeo de agua), cocción de alimentos y aseo personal (consumo de gas LP y gas natural) (Gottlieb *et al.*, 2005; Cucek *et al.*, 2012).

De acuerdo a la metodología general para el cálculo de la HE energética se necesita conocer primeramente las emisiones de CO<sub>2</sub>, ocasionadas por el consumo de energía eléctrica (Gottlieb *et al.*, 2005; González *et al.*, 2010) para mantener encendidos los siguientes aparatos y lámparas de mayor uso en el hogar:

Tabla 5. Lista de aparatos y lámparas más utilizados en el hogar y sus Potencias correspondientes (W y kW).

Aparato electrónico	Potencia
Lámpara incandescente (foco)	40,60, 100 W
Lámpara fluorescente compacta	10,15, 25 W
Plancha	1,400 W
Licuada	350W
Microondas	1.6 kW
Lavadora	400 W
Estufa eléctrica	1.2 kW-7 kW
Televisión	120 W
Computadora de escritorio	170 W
Computadora portátil	85 W
DVD	15 W
Reproductor de audio	200 W

Fuente: INECC, 2012 y CONUEE, 2012.

Estas emisiones dependen principalmente de: 1) la potencia y 2) el tiempo que permanezcan encendidos (horas) (INECC, 2012). La fórmula para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> es la siguiente (SA y DS, 2008):

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ (kg de CO}_2\text{)} = P_o \text{ (W)} * t_{\text{(horas)}} * T_{\text{(anual)}} * F.E_{\text{red}} / 1000$$

Donde:

Po es la potencia (W) del aparato electrodoméstico

t es el tiempo que este encendido (horas)

T es el tiempo de uso a nivel anual

F.E es el factor de emisión de la red eléctrica (0.81357 TCO<sub>2</sub>/MWh) (INE-SEMARNAT, 2009)

Calculadas las emisiones de CO<sub>2</sub> éstas se dividen por la capacidad de fijación de la masa forestal (5,210 kgCO<sub>2</sub>/ha/año) (IPCC, 2001) y para obtener la superficie de bosque (ha) que le corresponde a cada persona se divide entre los integrantes de una familia promedio en México (CONAVI, 2008; González *et al.*, 2010):

$$\text{HE (ha/año/persona)} = \frac{\text{Emisiones de CO}_2 \text{ (kgCO}_2\text{)/C. fijación kgCO}_2\text{/ha/año}}{4 \text{ personas}}$$

Posteriormente se aplica el factor equivalente para obtener la HE en hag:

$$\text{HE (hag/año/persona)} = \text{HE (ha/año/persona)} * 1.24$$

Por su parte las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por el uso del refrigerador, estufa de gas con/sin piloto y las originadas por del calentador de agua (o “boiler”) no fueron calculadas, ya que se obtuvieron del portal de internet del INECC (2012) (Tabla 6). Por lo que sólo se estimaron las hectáreas (hag) de bosque necesarias para asimilar dichas emisiones.

Tabla 6. Lista de aparatos electrodomésticos y sus emisiones anuales de CO<sub>2</sub>

Tipo de aparato electrodoméstico	Emisiones de CO <sub>2</sub> anuales (kg de CO <sub>2</sub> )
<b>Refrigerador</b>	
<b>Tiempo de compra:</b>	
<b>8 años o menos</b>	<b>280</b>
<b>10 años o más</b>	<b>476.3</b>
<b>Estufa de gas con piloto</b>	<b>1600</b>
<b>Estufa de gas sin piloto</b>	<b>1300</b>
<b>Calentador de agua (boiler)</b>	
<b>Tipo de combustible:</b>	
<b>Gas LP</b>	<b>330</b>
<b>Gas natural</b>	<b>322.5</b>
<b>Electricidad</b>	<b>202</b>

Fuente: INECC, 2012.

La HE de los aparatos electrodomésticos que son de uso común para todos los integrantes de la familia, tales como: plancha, lavadora, licuadora, microondas, refrigerador y estufa (en sus diferentes modalidades) fueron divididos entre cuatro personas.

#### 9.4.1. Consumo de agua

De acuerdo a Hernández y López (2004) se contabiliza la energía necesaria para distribuir el agua consumida por la comunidad. Para ello se requirió el consumo de agua potable (litros) por actividad realizada en el hogar (CONAGUA, 2009) (Tabla 7) y el consumo de energía para el bombeo de la misma (2,188.1 kWh/año) y que está basado en la energía que se necesita para elevar 1m<sup>3</sup> de agua (cantidad que consume una familia promedio de cuatro personas) a una altura de 1,100 m (como lo hace el Sistema Cutzamala) (CONAVI, 2008).

Tabla 7. Consumo de agua en Litros (L) por actividad

Actividad	Consumo de agua (Litros)
<b>Escusado (por descarga)</b>	<b>Entre 6 y 12 L</b>
<b>Baño en regadera</b>	<b>10 L/minuto</b>
<b>Lavarse los dientes</b>	<b>2 L</b>

Fuente: CONAGUA, 2009.

Para calcular la energía eléctrica utilizada por el consumo de “x” litros de agua:

**Consumo de energía por el uso de “x” litros de agua= consumo de agua (L) \* 2,188.1 kWh/1000L**

Se estimaron las emisiones anuales de CO<sub>2</sub>:

**Emisiones de CO<sub>2</sub> (kg de CO<sub>2</sub>)=consumo de energía de “x” litros de agua kWh \* F.E<sub>red</sub> (kgCO<sub>2</sub>/kwh)**

Posteriormente se estimaron las hectáreas de bosque necesarias para asimilar estas emisiones:

**HE (ha/año/persona)= Emisiones de CO<sub>2</sub> (kgCO<sub>2</sub>)/C. fijación kgCO<sub>2</sub>/ha/año**

Y se transformó las hectáreas resultantes en hectáreas globales:

**HE (hag/año/persona)= HE (ha/año/persona) \* 1.24**

### **9.5. Huella Ecológica adicional**

La HE personal incluye, además, algunos impactos que no se contabilizan en forma de pregunta, sino que, se encuentran incluidos dentro del cuestionario bajo el nombre de HE adicional. A continuación se enumeran:

- 1) Superficie ocupada por infraestructura de comunicación y transporte. Así como la destinada para la construcción de viviendas y presas hidroeléctricas (Gottlieb *et al.*, 2005). Se contabiliza con el nombre de “HE de suelo artificializado”.
- 2) Bajo la óptica de la HE, el sector industrial, comercial, agropecuario, aéreo y marítimo utilizan energía originada por el uso de combustibles fósiles, y que está implicada, en el proceso de producción y transporte de mercancías. Se contabiliza con el nombre de “HE de energía”, la cual también incluye la energía eléctrica requerida para el alumbrado público.

- 3) Se contabiliza con el nombre de “HE forestal” y está conformada por el consumo de productos maderables, papel y cartón (Gottlieb *et al.*, 2005)

El cálculo de la HE de los tres puntos anteriores es estimada con la metodología de Wackernagel y Rees.

- 1) HE de suelo artificializado: En este apartado, debido a que las unidades de superficie (de zona urbana, cuerpos de agua y asentamientos humanos) se encontraban en hectáreas (obtenidas de FAO, 2012), sólo se sumaron dichas hectáreas y se dividieron por el número de habitantes, posteriormente se aplicó el factor equivalente para su transformación en hag.

$$\text{HE (ha/habitante) (suelo artificializado)} = \frac{\text{ha (superficie de zona urbana)} + \text{ha (ocupadas por cuerpos de agua)} + \text{ha (asentamientos humanos)}}{\text{Número de habitantes}}$$

$$\text{HE (hag/habitante) (suelo artificializado)} = \text{HE (ha/habitante) (suelo artificializado)} * 2.39$$

- 2) HE de energía: En este punto se determinó el consumo energético directo por fuentes y sectores a nivel nacional, para los datos requeridos se consultó a SENER (2010). En donde la información aparece agrupada por sectores de consumo (industria, transporte, servicios y sector agropecuario) y fuentes (petrolíferos, electricidad y renovables). Con objeto de transformar el consumo de electricidad en consumo primario también fue necesario conocer las fuentes primarias de producción de electricidad de la región para poder transformar este consumo en consumo primario de energía y, de este modo, poder calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas. Para ello se utilizaron factores de emisión (F.E) (disponibles a través de IPCC) (González *et al.*, 2010):

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ (kg de CO}_2\text{)} = \text{consumo final de energía (TJ)} * \text{F.E (kg CO}_2\text{/TJ)}$$

El resultado obtenido de la ecuación anterior se divide por la capacidad de fijación de la masa forestal (5,210 kgCO<sub>2</sub>/ha/año) (IPCC, 2001), a su vez, éste se dividió entre el número de habitantes para obtener las hectáreas de bosque por persona necesarias

para asimilar sus emisiones de CO<sub>2</sub>. Finalmente se aplicó el factor equivalente para obtener la HE en hag.

$$\text{HE (ha/habitante)}_{\text{energía}} = \frac{\text{emisiones de CO}_2 \text{ (kg CO}_2\text{)/ C. fijación kgCO}_2\text{/ha/año}}{\text{Número de habitantes}}$$

$$\text{HE (hag/habitante)}_{\text{energía}} * 1.24$$

- 3) HE forestal: Nuevamente el cálculo de la HE forestal parte de la estimación del consumo aparente (datos extraídos de FAO-FAOSTAT, 2012). No obstante, a pesar de que estos datos se encuentran expresados en unidades físicas (m<sup>3</sup> o toneladas), es necesario transformarlos en unidades físicas de madera bruta. De esta forma, el consumo aparente de cada producto forestal representará la cantidad de madera bruta que ha tenido que ser extraída del monte para su producción. Estos factores de conversión proceden de González *et al.* (2010), al igual que los valores de rendimientos mundiales.

$$\text{Consumo nacional aparente} = P - E + I$$

Donde

P producción anual

E exportación anual del producto

I importación anual del producto

$$\text{Consumo nacional aparente (m}^3\text{)} * \text{Factor de conversión (a madera bruta) (m}^3\text{)}$$

De este modo, el consumo aparente puede ser dividido por los rendimientos mundiales. Posteriormente se aplica el factor equivalente, con lo que se obtiene la HE forestal en hag/habitante.

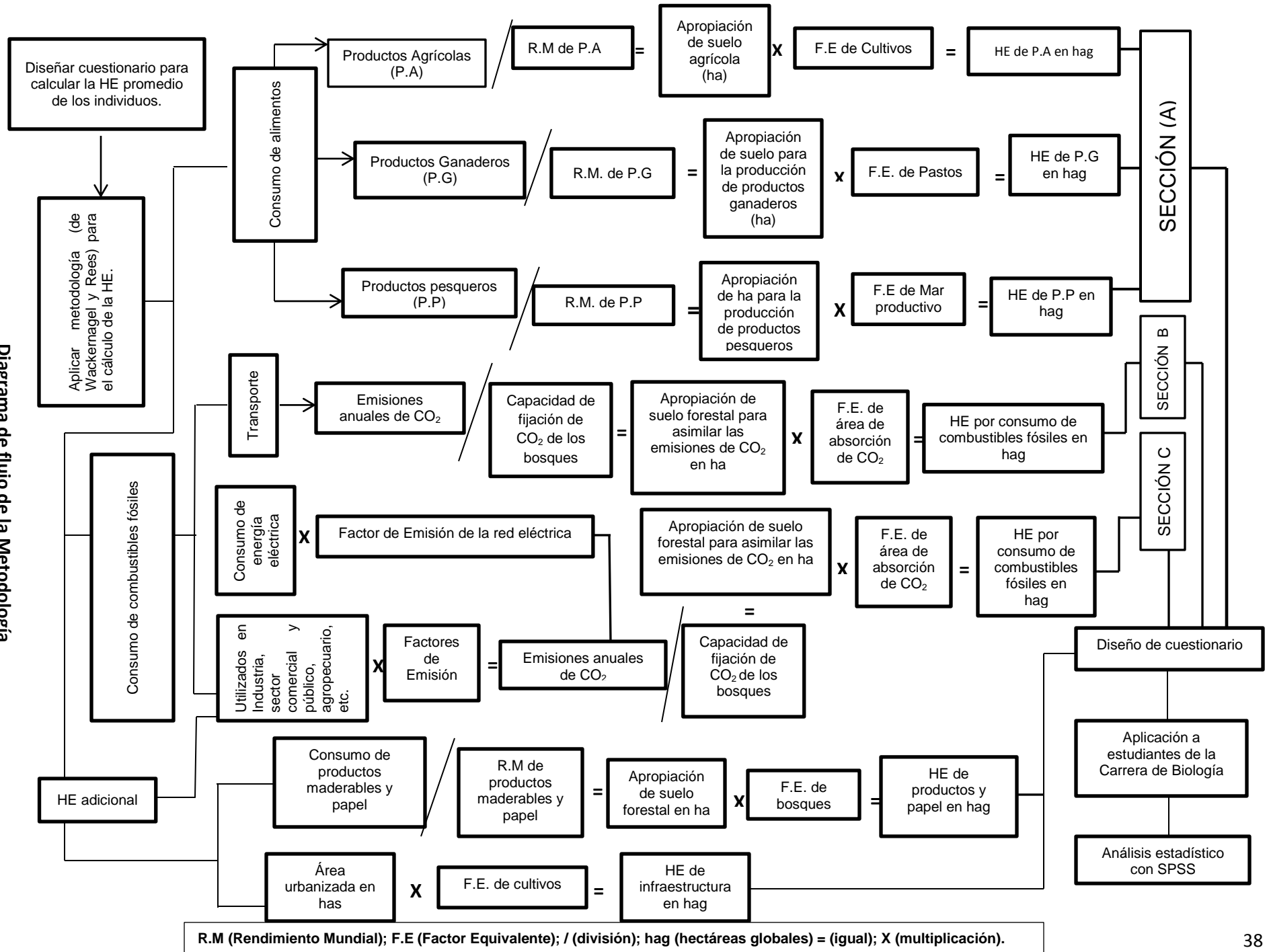
$$\text{HE (ha/habitante)}_{\text{(forestal)}} = \frac{\text{Consumo nacional aparente (m}^3\text{)} / \text{rendimiento mundial (m}^3\text{/ha)}}{\text{Número de habitantes}}$$

$$\text{HE (hag/habitante)}_{\text{(forestal)}} = \text{HE (ha/habitante)}_{\text{(forestal)}} * 1.24$$

Finalmente se suma el resultado adquirido en la HE de suelo artificializado, HE de energía y HE forestal para obtener la HE adicional:

**HE de suelo artificializado + HE de energía + HE forestal = HE adicional (hag/habitante)**

Diagrama de flujo de la Metodología





## X. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA DE ESTUDIANTES

La metodología descrita permitió elaborar el cuestionario: “Modelo de cuestionario para el cálculo de la Huella Ecológica y su aplicación a estudiantes de la Carrera de Biología”, cuya estructura (diseño de preguntas y opción de respuesta) fue basada en diversas calculadoras electrónicas de HE (como las disponibles en *Global Footprint Network*, *WWF-México*, *soy Ecolombiano*, etc) y cuestionarios de carácter impreso, como el publicado en *Green Teacher*.

Este cuestionario que consta de 28 preguntas cerradas de opción múltiple (clasificadas y distribuidas en tres secciones: Sección (A) Alimentos, Sección (B) Transporte y Sección (C) Energía) se aplicó a una muestra de estudiantes (elegidos al azar) del 13 al 17 de agosto de 2012, siendo el único requisito para su elección estar inscritos en alguno de los semestres que conforman la Carrera de Biología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (FES-Zaragoza) *Campus II*.

Los alumnos seleccionados se agruparon por semestre, a saber: 1º con un total de 125 estudiantes (64 mujeres y 61 hombres), 3º con 36 individuos (17 mujeres y 19 hombres), 5º con 23 alumnos (16 mujeres y 7 hombres), 6º con 28 estudiantes (20 mujeres y 8 hombres) y finalmente 8º con 27 individuos (15 mujeres y 12 hombres) dando un total de 239 estudiantes con edades de 17 a 34 años.

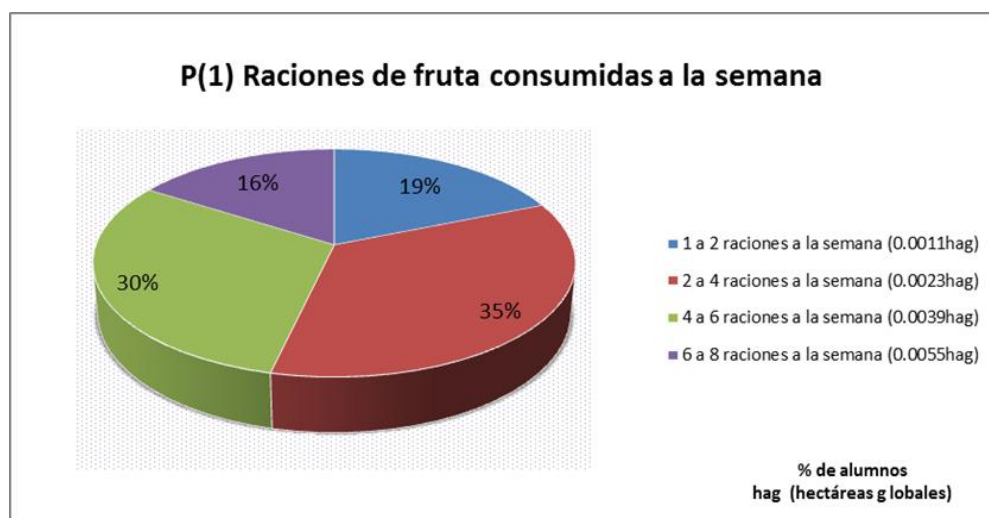
## XI. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se creó una base de datos en el software Excel 2010 (Microsoft), la cual contenía la información de cada uno de los estudiantes: sexo, edad, semestre de procedencia, y sus opciones de respuesta (a cada una de las preguntas realizadas), divididas en tres columnas: HE de alimentación, HE de transporte y HE de energía. Y, otra columna que registró la suma de las anteriores, es decir, la HE total. Dicha base se exportó al programa estadístico SPSS, mismo que permitió realizar un análisis exploratorio de los datos mediante gráficas de caja y bigote; comprobar los supuestos de normalidad (prueba de Kolmogorov-Smirnov-Lilliefors) y homocedasticidad (test de Levene); aplicar una prueba paramétrica: ANOVA de un factor y, T de Student, así como, una prueba no paramétrica: Kruskal-Wallis y, U de Mann-Whitney.

## XII. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 12.1. Huella Ecológica de alimentos

La categoría de alimentación contribuye a la HE total con 0.43 hag. Dentro de ésta se aprecian consumos de productos agrícolas como los frutales que de acuerdo a la Figura 3 la mayor parte de los alumnos, es decir, el 35% (80 individuos de 235) ingieren raciones de 2 a 4 veces por semana, seguidos por el 30%, que los consume de 4 a 6 veces por semana, reportando HE(s) de 0.0023 hag y 0.0039 hag respectivamente.



**Figura 3. Raciones de fruta consumidas a la semana y la frecuencia de respuesta más seleccionada por parte de los estudiantes.**

Por su parte el 97% de los alumnos (233 estudiantes) señaló consumir hortalizas (jitomate, papas, zanahorias, etc.), adquiriendo una HE por ello de 0.00083 hag mientras que el 3% dijo no hacerlo (Figura 4).

Asimismo, el consumo de pan está incluido en la dieta de 39% de los estudiantes (94 alumnos) predominado la ingesta de 2 a 4 piezas de pan (agregando una HE de 0.010 hag), le continúa en preferencia el consumo de 4 a 6 piezas de pan con el 31% de los encuestados (con una HE de 0.016 hag) (Figura 5).

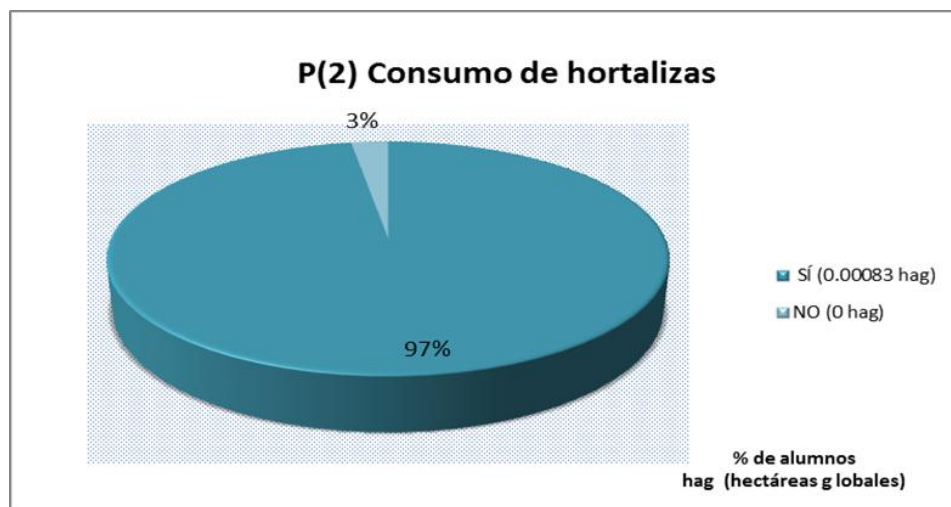


Figura 4. Consumo de hortalizas y la frecuencia de respuesta más seleccionada por parte de los estudiantes.

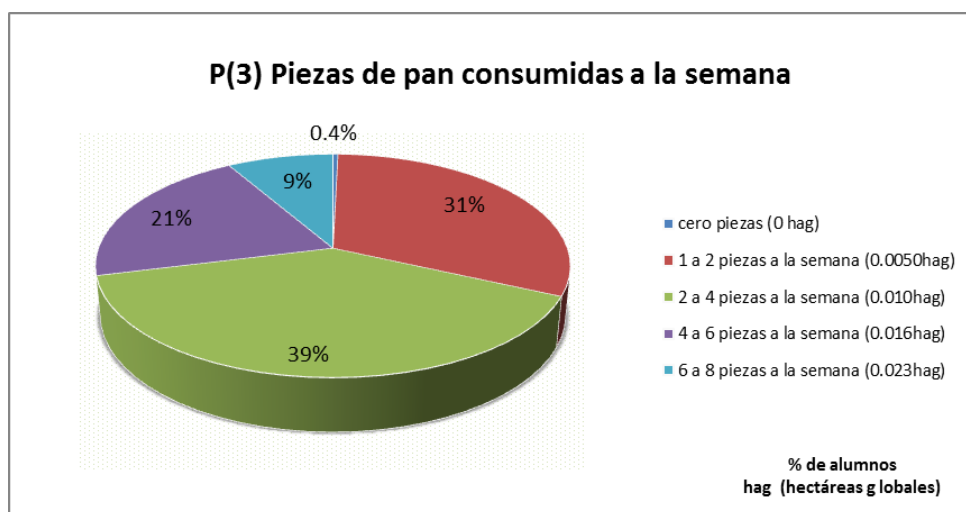
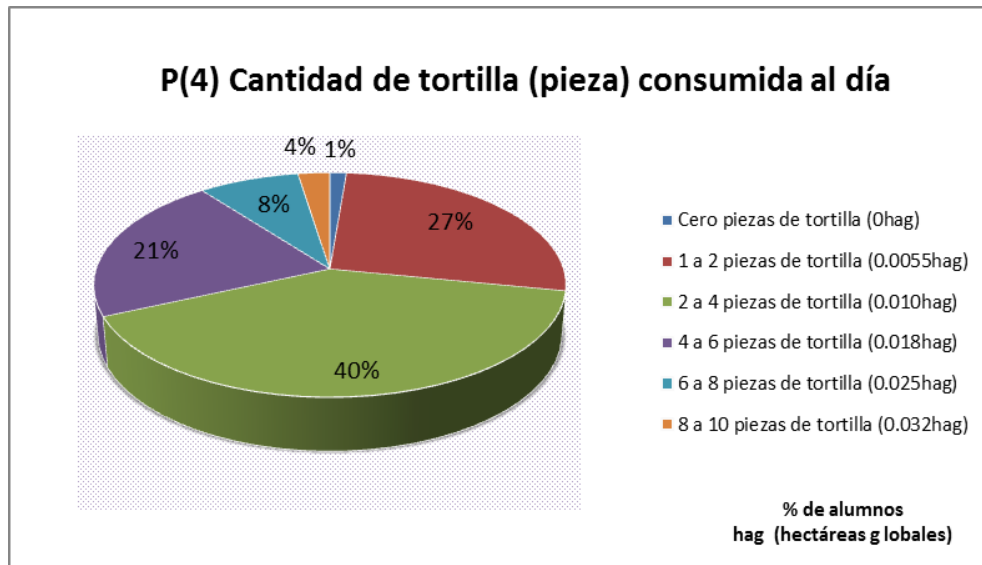


Figura 5. Consumo de pan a la semana y la frecuencia de respuesta más seleccionada por parte de los estudiantes y sus respectivas huella ecológicas en hectáreas globales.

De acuerdo a la Figura 6 el consumo de tortilla al día es de 2 a 4 piezas, señalándolo el 40% de los alumnos, siguiendo en preferencia la ingesta de 1 a 2 piezas al día, (con el 27% de los estudiantes), Gruma (2012), menciona que en promedio cada mexicano consume de 7 a 10 tortillas al día (implicando una HE de 0.031 hag), sin embargo, como se observa, la mayoría de los estudiantes (96 de 239) come de 2 a 4 tortillas adquiriendo una HE menor de 0.010 hag. Si se realiza una retrospectiva hacia 2002 una ingesta similar (2 a 4 piezas) adquiere una HE mayor de 0.013 hag, lo cual está relacionado con un consumo mayor (aproximadamente 11

tortillas al día) y un rendimiento mundial menor del maíz en aquel entonces (4,405.4 kg/ha) (Secretaría de Economía, 2012; FAO, 2013).



**Figura 6. Cantidad de tortilla consumida al día y la frecuencia de respuesta más seleccionada por los estudiantes y la huella ecológica adquirida en hectáreas globales.**

En cuanto al consumo de cigarrillos el 76.2% (182 estudiantes) señaló no tener este hábito, reduciendo su HE a por lo menos 0.00018 hag. Sin embargo, dentro del grupo que si los consume (57 individuos) 34 alumnos son del sexo masculino y 23 son del sexo femenino, para éste último sector, 17.5% fuman un cigarrillo al día, el resto, es decir, el 22.7% fuman más de un cigarrillo al día incrementando su HE a más de 0.00018 hag. En lo que respecta a los varones el 24.5% consume un cigarrillo al día, mientras que el 35% fuma más de un cigarrillo al día (Figura 7 y 8).

Para el consumo de cerveza (Figura 9 y 10), 144 estudiantes no la consumen, es decir, el 60.3% de la población; dentro del sector que si lo hace (95 alumnos), 45 pertenecen al sector femenino y 50 son del sector masculino, para el primer caso 36.7% de las mujeres ingieren de 1 a 2 cervezas a la semana, mientras que, el 10.5% consumen más de dos cervezas a la semana incrementando su HE a más de 0.0032 hag. Por su parte en el sector masculino 32.6% beben de 1 a 2 cervezas a la semana, no obstante, el 19.9% consume más de dos cervezas a la semana. A nivel grupal se puede decir que los varones adquieren una HE mayor que las mujeres.

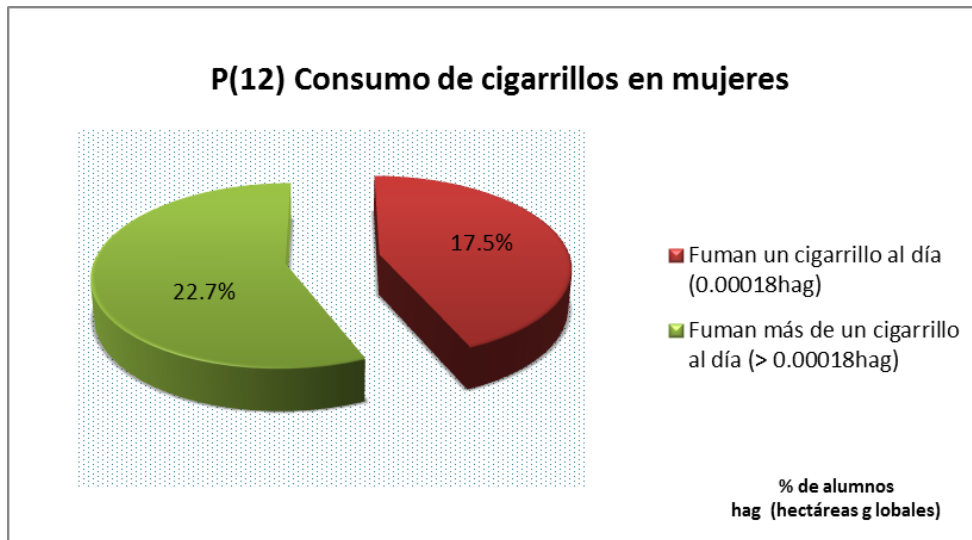


Figura 7. Consumo de cigarrillos por parte del sector femenino y su huella ecológica en hag con respecto a este hábito.

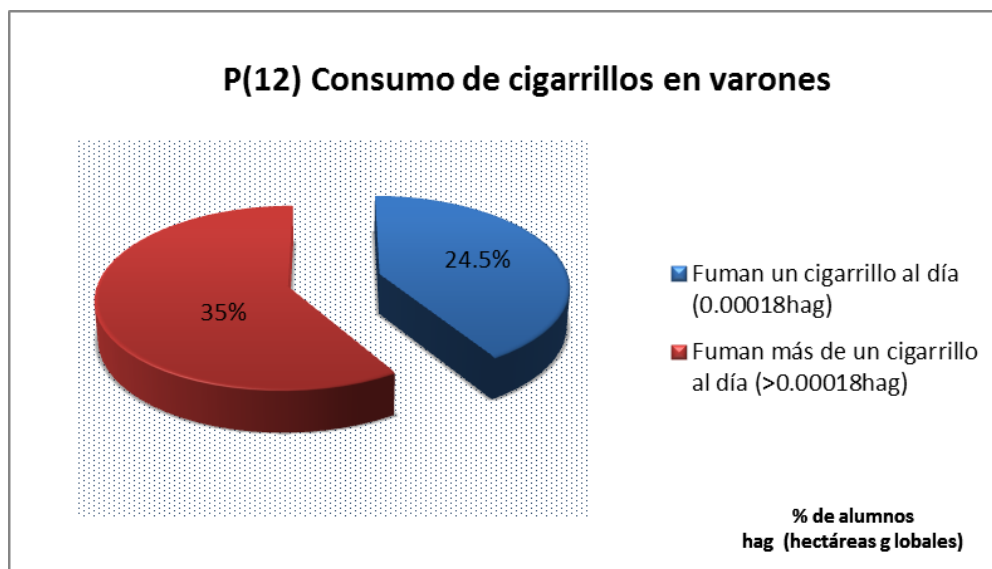
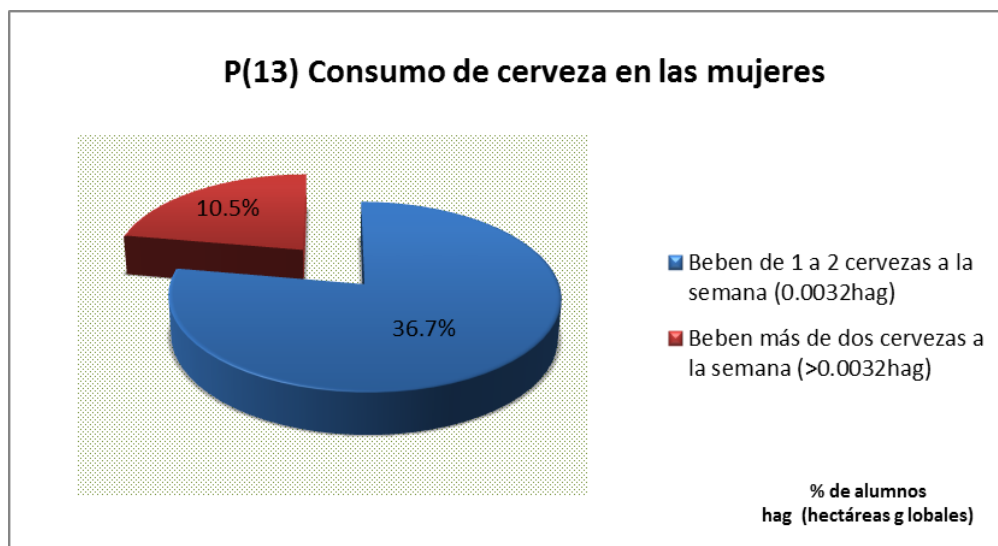
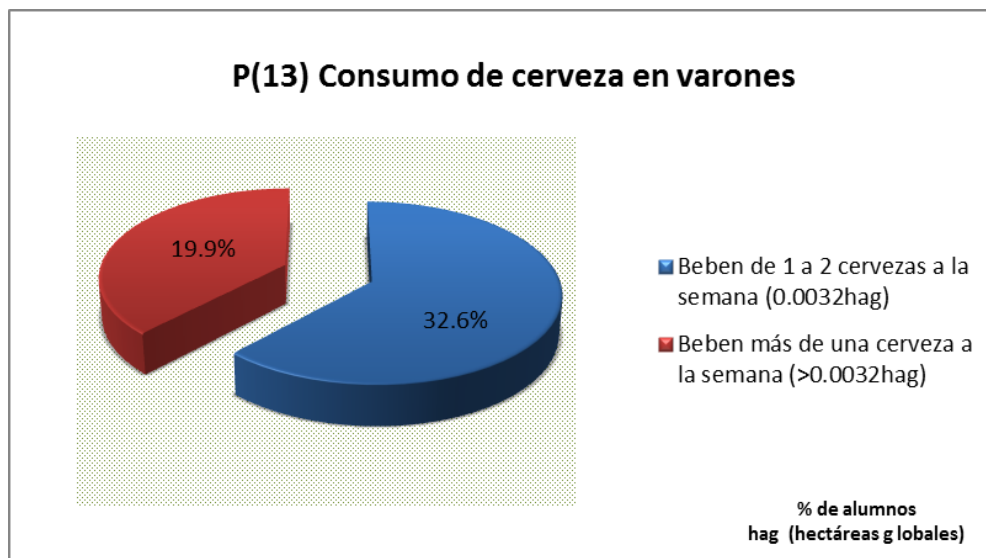


Figura 8. Consumo de cigarrillos por parte de los varones y la huella ecológica adquirida en hag.



**Figura 9.** Consumo de cerveza en el sector femenino y la huella ecológica respectiva a este consumo en hag.

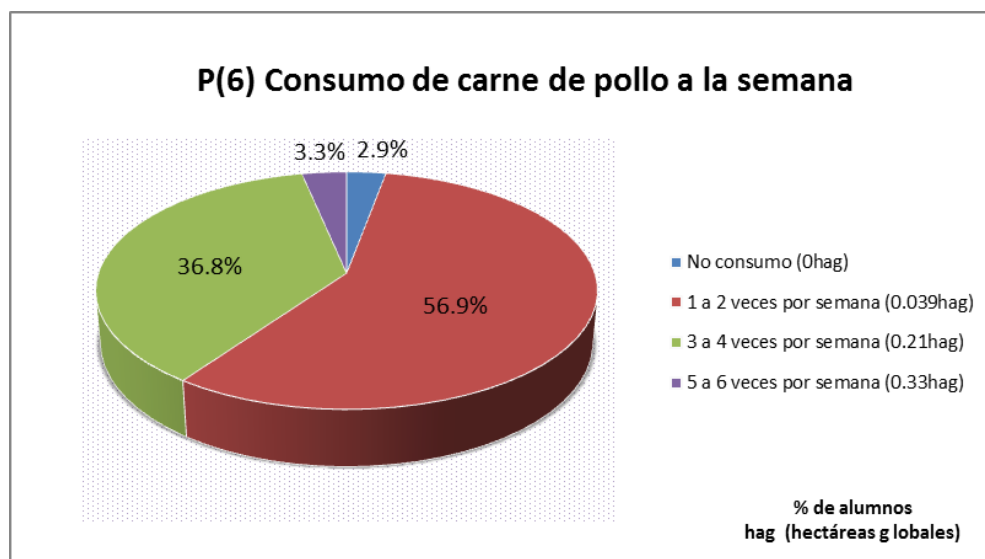


**Figura 10.** Consumo de cerveza en el sector masculino y la huella ecológica adquirida en hag.

Por otro lado, el consumo de productos de origen animal (carne de res, pollo, cerdo, leche y yoghurt) fueron seleccionados por todos los estudiantes muestreados, ya que si bien, hubo quienes no consumían ningún tipo de carne, si incluían alguno de los demás productos. El orden de preferencia de dichas proteínas incluye en primer lugar a la carne de pollo (232 de 239 alumnos la incluyen en la dieta), le continúa la carne de res (226 de 239 la consumen), siendo

la carne menos consumida la de cerdo (162 de 239 la ingieren). Este patrón de preferencia por parte de la población es similar al señalado por SAGARPA (2009), ya que de acuerdo a González (2013) la carne de pollo es “tradicionalmente” más económica que la de res, además de que, se ha establecido como una de las más saludables al igual que el pescado.

Iniciando con la proteína de ave, el 56.9% de los estudiantes la consume de una a dos veces por semana, agregando una HE de 0.039 hag, a su vez, hay quienes (36.8% de los alumnos) la incluyen en sus comidas de tres a cuatro veces por semana aumentando su huella en 0.21 hag (Figura 11). Por su parte la carne de res se consume de una a dos veces por semana, señalándolo el 70.7% de la población estudiantil (con una HE de 0.039 hag), pero también, se acostumbra comerla de tres a cuatro veces por semana indicándolo el 21.8% de los alumnos (con una HE de 0.094 hag) (Figura 12). En lo que respecta a la carne de cerdo, ésta es menos popular entre la población, ya que 32.2% no la ingieren, reduciendo su HE a por lo menos a 0.047 hag (Figura 13).



**Figura 11.** Consumo de carne de pollo por parte de la población estudiantil y la huella ecológica asociada a su respectivo consumo en hag.



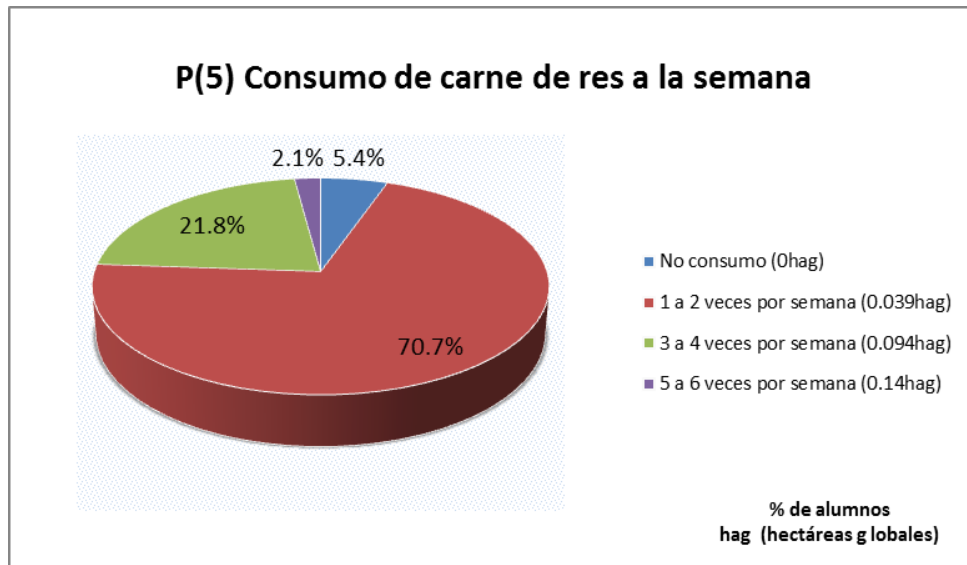


Figura 12. Consumo de carne de res por parte de la población estudiantil y la huella ecológica asociada a su respectivo consumo en hag.

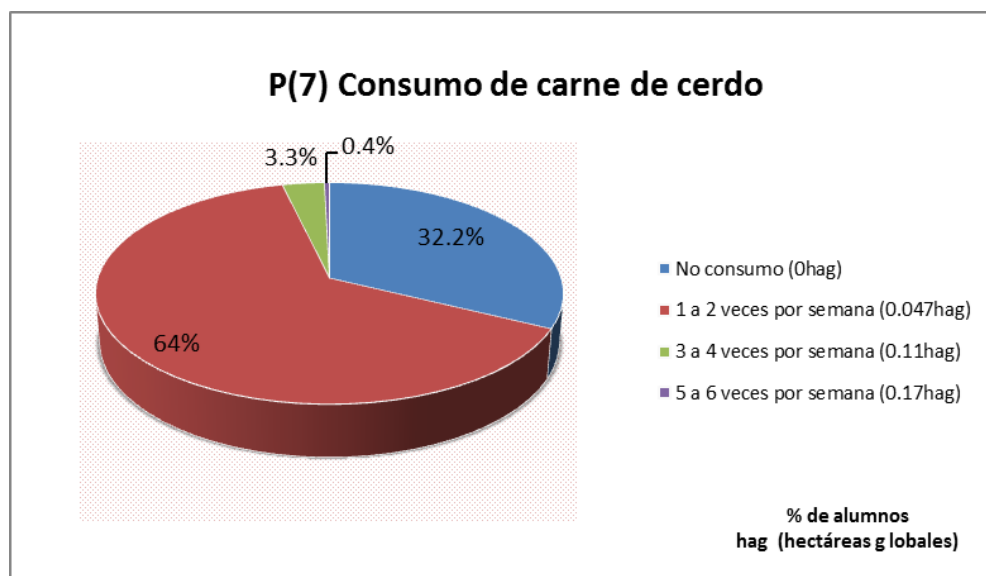


Figura 13. Consumo de carne de cerdo por parte de la población estudiantil universitaria y la huella ecológica asociada a su respectivo consumo en hag.

En cuanto a productos lácteos la ingesta de leche dentro de la población es muy variada, pues hay quienes la consumen de una a dos veces por semana (22% de los estudiantes) hasta aquellos que la incluyen de nueve a diez veces por semana (17%), si este consumo permanece constante durante un año la HE adquirida para el primer caso es de 0.010 hag, y para el

segundo caso de 0.063 hag, cabe resaltar que tan solo el 4% (9 personas de 239) no la consume (Figura 14). Para el derivado de este producto, es decir, el yoghurt, la mitad de los estudiantes lo ingiere de una a dos veces por semana, no obstante el 11% de los alumnos no lo incluye en su dieta, sin aumento por la tanto, de su HE (Figura 15).

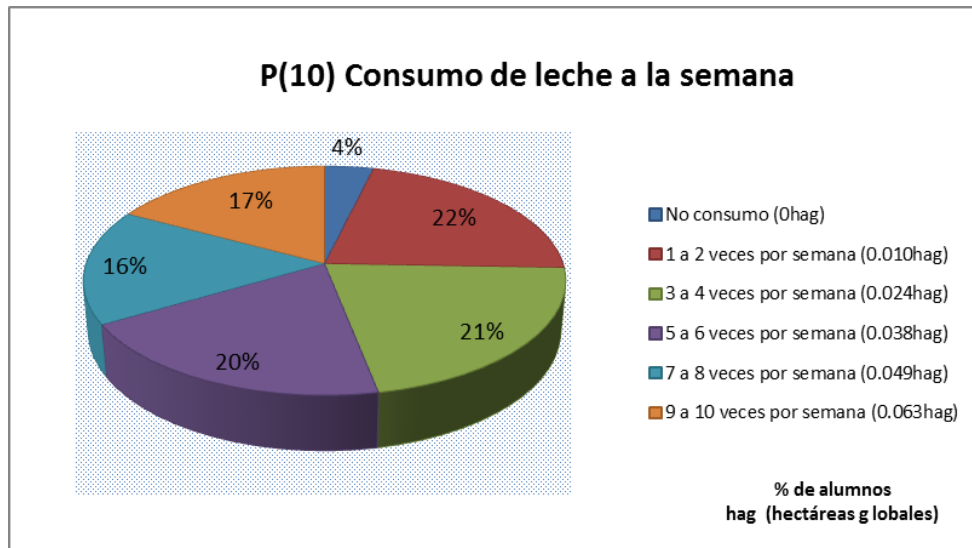


Figura 14. Consumo de leche en la población estudiantil universitaria y la huella ecológica asociada a su respectivo consumo en hag.

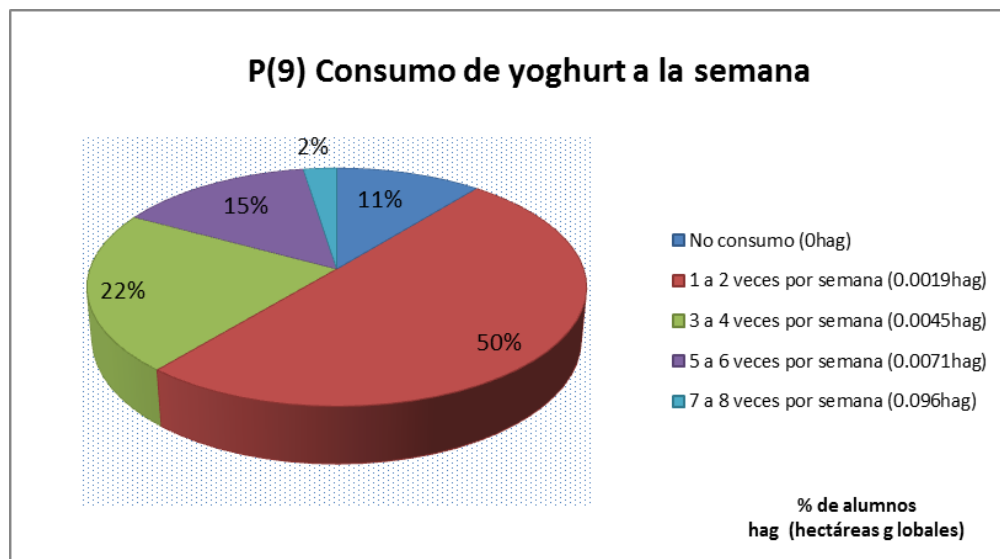


Figura 15. Consumo de yoghurt en la población estudiantil universitaria y la huella ecológica asociada a su respectivo consumo en hag.

La categoría de alimentación influyó de manera notable en la HE total, debido principalmente al consumo de productos de origen animal, bajo la óptica de la HE, las proteínas con las cuales

se alimentan los animales para la producción de carne son proteínas que podrían consumir directamente las personas, por ejemplo: si una vaca se alimenta con 20,000 kcal de maíz, se producirán 2,000 kcal de carne de res, la cual alimentaría a una persona durante un día (asumiendo una dieta de 2,000 kcal). Sin embargo, si en su lugar se consumieran directamente las 20,000 kcal de maíz, en vez de a través de la vaca, se podría alimentar a más personas con la misma cantidad de suelo cultivado (WWF, 2004; Sánchez, 2009).

Es cierto que la ingesta de productos agrícolas también trae consigo HE, pero ésta es comparativamente menor que la originada por la producción de productos ganaderos, ya que para poner x cantidad de calorías de carne sobre la mesa, se debe consumir 4x o más insumos en su proceso (Sánchez, 2009), pues se requieren tanto de pastizales (ganadería extensiva) como de suelos de cultivo para la producción de forraje y cereales, convirtiendo a este sector en un catalizador de la deforestación al tener que talar bosques para la plantación de dichos cultivos (FAO, 2009). Para la HE implica disminuir desde la vida cotidiana un servicio ambiental importante: la captura de CO<sub>2</sub>. Gas de Efecto Invernadero promovido también por la dieta carnívora debido a la quema de combustibles fósiles para producir fertilizantes nitrogenados destinados a la producción de piensos (ya sea forrajes para los rumiantes o alimentos concentrados para cerdos y aves de corral); para generar energía eléctrica para calefacción, enfriamiento, ventilación (en el caso de ganadería intensiva); en el uso del transporte de los productos pecuarios a los mercados y consumidores (FAO, 2009).

Asimismo acompañando a las emisiones de CO<sub>2</sub> se encuentra otro gas de efecto invernadero que a pesar de permanecer menos tiempo en la atmósfera (12 años de permanencia contra 200 años del CO<sub>2</sub>) es capaz de absorber 23 veces más calor que el CO<sub>2</sub>: el metano (CH<sub>4</sub>), ambos producidos a partir de la fermentación anaeróbica de los carbohidratos (celulosa, almidón, sacarosa) contenidos en el alimento de los rumiantes (vacas, cabras, ovinos) y que son eructados al ambiente por dichos animales (Ku Vera *et al.*, 2012). Por ejemplo, de acuerdo a Ku Vera *et al.* (2012) una vaca de 500 kg de peso puede producir de 400-450 litros de CH<sub>4</sub> por día, siendo consideras por la FAO (2009) más contaminantes, incluso que un automóvil. No obstante, otros animales también contribuyen a la generación de este gas como lo son los cerdos (que lo producen en el intestino grueso).

Aunque en la metodología de HE sólo contempla las emisiones de CO<sub>2</sub>, se espera que en un futuro próximo se pueda incluir el cálculo de las emisiones de CH<sub>4</sub> (Amend *et al.*, 2011).

Finalmente la HE asociada al consumo de pescado se registra en la Figura 16, en ella, se puede observar que el 25% de los estudiantes no lo incluye en su dieta, en cambio el resto de la población si lo hace, esto es el 75%. Comparado con el resto de productos cárnicos, es el alimento que menos se consume, tal como, lo recalca el INEGI (2013) debido principalmente al precio y al paladar de los mexicanos. No obstante, su consumo suele aumentar en la temporada de Cuaresma y Semana Santa.

La HE adquirida por el consumo de pescado es de 0.063 hag, para su cálculo se contempló un consumo per cápita de 6 kg, inferior al señalado por CONAPESCA (2009) de 12.8 kg en 2009, y 10.5 kg en 2013 (indicado por COMEPESCA, 2013) esto debido a que no se integraron algunos productos por no contar con los rendimientos mundiales de los mismos.

La HE que se le imputa a este consumo está relacionada con la presión que se ejerce sobre los recursos pesqueros, los cuales conducen a un desequilibrio del ecosistema marino, ya que no sólo merma a las poblaciones objetivo de pesca, sino también a las especies que son capturadas de manera accidental.

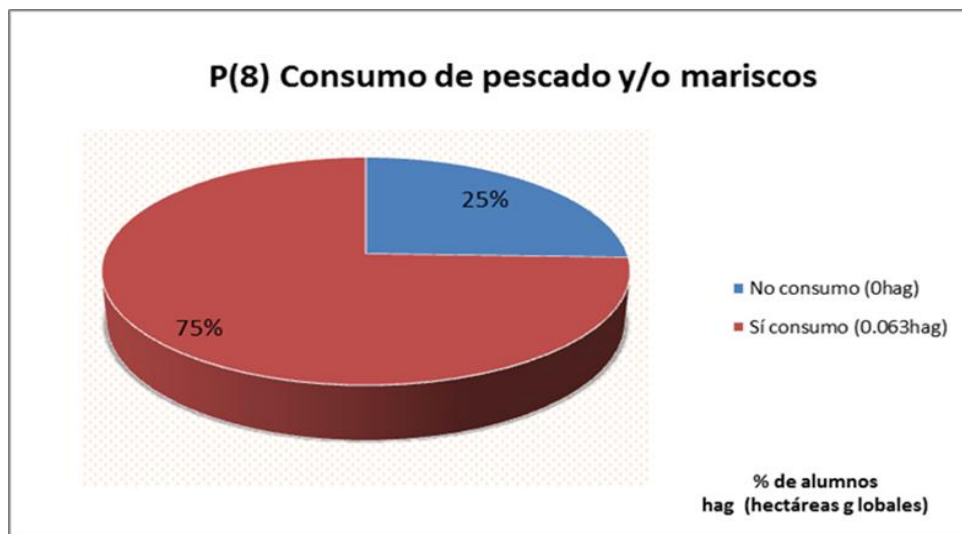


Figura 16. Consumo de pescado y/o mariscos por parte de la población estudiantil universitaria y la HE adquirida en hag.

## 12.2. Huella Ecológica de transporte

La HE de los estudiantes adquirida por los desplazamientos de la casa a la escuela y viceversa, tiene como mediana, 0.041 hag. Los medios de transporte más utilizados, así como, los trayectos realizados se presentan en las siguientes figuras:

En la Figura 17 se presentan los kilómetros (km) recorridos diariamente en el Sistema Transporte Colectivo Metro (STC-Metro), en ella se observa que el 37.2% de los estudiantes no utilizan este medio de transporte, no obstante, el 62.8% restante si lo hace, dentro de éstos el 24.3% realiza recorridos que van de 2 a 6 km diarios agregando una HE de 0.00012 hag, mientras que el 10.5% tiene desplazamientos largos de 25 a 30 km diarios aumentando su HE a 0.00087 hag.

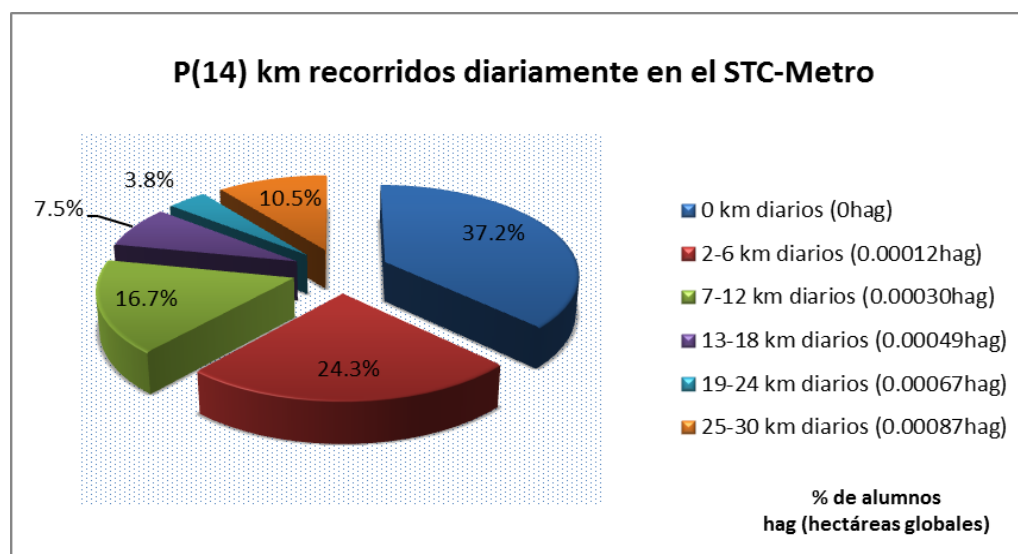


Figura 17. Km recorridos en el Sistema de Transporte Colectivo-Metro (STC-Metro) por los universitarios diariamente y la HE adquirida por estos desplazamientos en hag.

Por su parte los medios de transporte constituidos por combi, microbús y autobús son utilizados de la siguiente manera dentro de la población estudiantil: el 9.6% de los alumnos no los utiliza para sus desplazamientos diarios, mientras que el 90.4% restante si los emplean, de estos el 31% realiza recorridos diarios de 5 a 7 km, sumando una HE de 0.020 hag, le continúan aquellos alumnos (20.9%) que se desplazan de 8 a 10 km diarios, siendo el 38.5% restante los que realizan recorridos mayores a 10 km, adquiriendo por lo tanto una HE mayor a 0.030 hag (Figura 18).

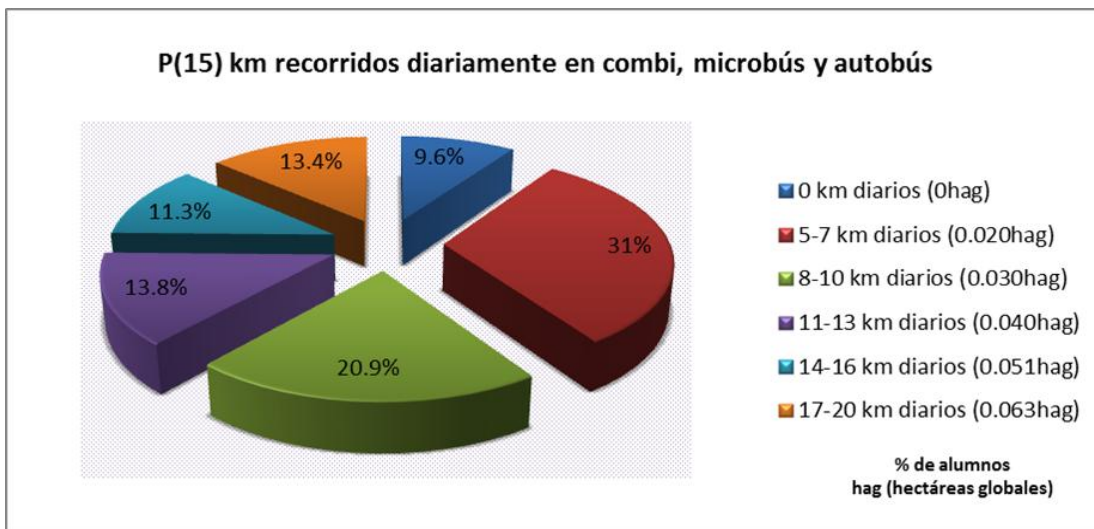


Figura 18. Km recorridos en combi, microbús y autobús por los universitarios diariamente y la HE adquirida por estos desplazamientos en hag.

El uso de la motocicleta no es muy popular entre los estudiantes, ya que el 99.2% de ellos no la utilizan, sin incrementar su HE, tan sólo el 0.8% de los alumnos registraron una HE mayor o igual a 0.031 hag (Figura 19).

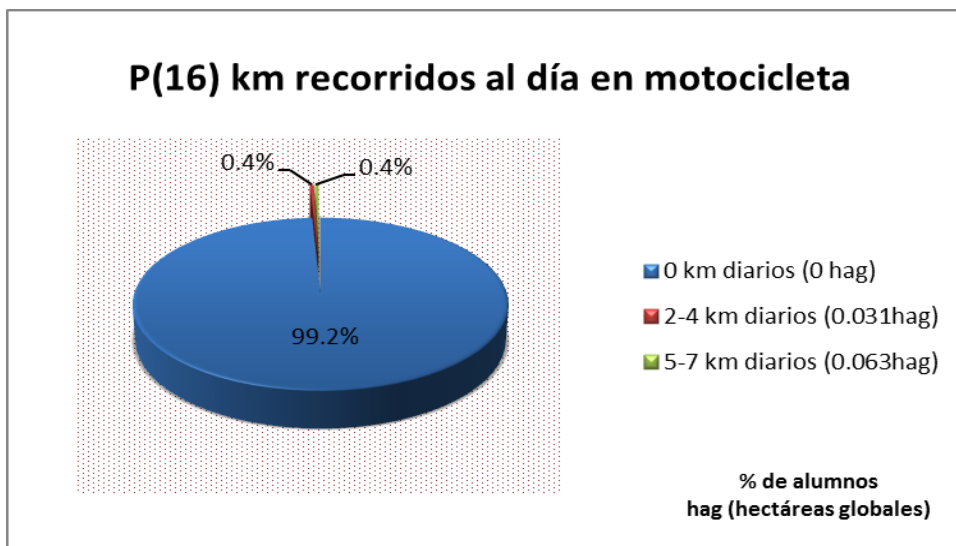
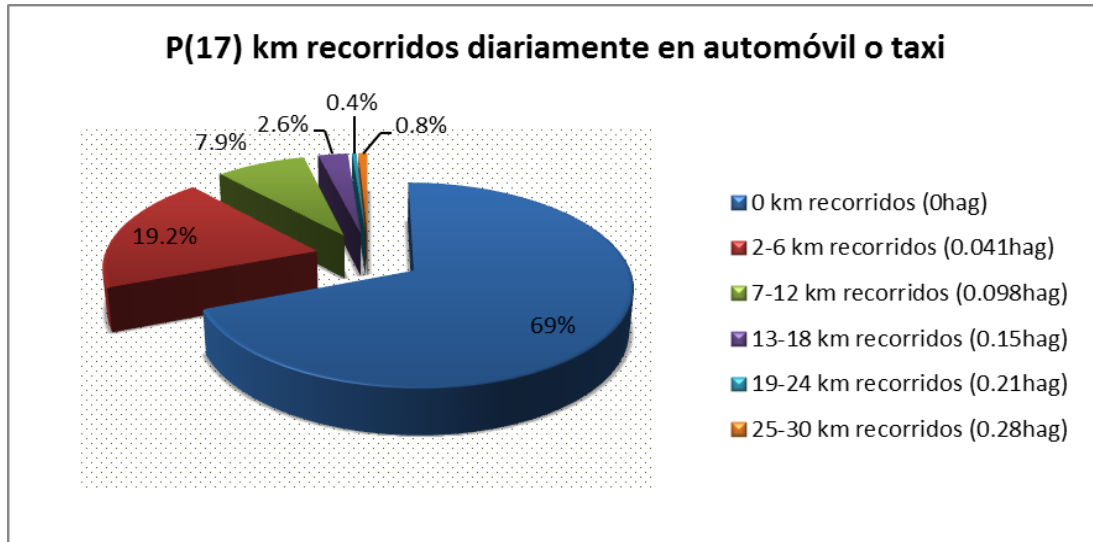


Figura 19. Km recorridos en motocicleta por los universitarios y la HE adquirida por estos desplazamientos en hag.

Por último, el empleo del automóvil y del taxi queda registrado de la siguiente manera: el 69% de los alumnos no los utiliza, en contraste el 30.8% si, de estos el 19.2% se desplaza de 2 a 6 km diarios agregando una HE de 0.041 hag, el resto ha adquirido una HE mayor (Figura 20)



**Figura 20. Km recorridos en automóvil y/o taxi por los universitarios y la HE adquirida por estos desplazamientos en hag.**

De las tres secciones registradas en el cuestionario, es en ésta, donde los estudiantes de Biología poseen una HE menor (0.041 hag), debido a que practican una recomendación para reducir la HE y es la utilización del transporte público, pues las emisiones de CO<sub>2</sub> (producidas por la oxidación del combustible) asociadas se “reparten” entre todos los pasajeros. No obstante, al viajar en automóvil o motocicleta, la contaminación es mayor, ya que en ellos viajan pocas personas, de acuerdo al Inventario Nacional de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México (2006) por lo regular en vehículos particulares, motocicletas y taxis suelen viajar de 1 a 2 pasajeros.

De los 239 encuestados sólo dos personas señalaron no utilizar ningún medio de transporte descrito anteriormente, así que posiblemente, se trasladan a la universidad a pie o en bicicleta reduciendo su HE a cero al no emplear de manera directa algún combustible fósil.

### 12.3. Huella Ecológica de energía

La HE de los estudiantes por consumo de energía es, de 0.35 hag y responde a la energía eléctrica utilizada por aparatos electrodomésticos, bombillas incandescentes y fluorescentes, aparatos electrónicos, recarga del teléfono celular y bombeo de agua.

Los electrodomésticos por ser de uso común dentro del núcleo familiar su presencia o ausencia dentro de la misma implica aumentar o disminuir HE, la cual está relacionada con las emisiones de CO<sub>2</sub> causadas por la utilización de combustibles fósiles (como gas, combustóleo o carbón), recursos no renovables cuya quema genera energía eléctrica que hace funcionar estos aparatos.

La cantidad de energía que emplean los aparatos electrodomésticos depende de su potencia, eficiencia energética y de cuánto tiempo se utilizan, ya sea al día, a la semana o al mes. Por ejemplo la plancha funciona con resistencias que convierten la electricidad en calor y, por lo tanto, consume mucha energía (EnergíaBC, 2013) que se verá reflejada en un aumento de HE por parte del 87.9% de los alumnos que señalaron tener este aparato en sus hogares (agregando una HE de 0.026 hag), mientras que tan sólo el 12.1% no la posee. Asimismo el horno de microondas cuya HE adquirida es menor (0.0040 hag) (ya que el consumo de energía eléctrica es bajo, pues su uso se limita a unos cuantos minutos en comparación con el uso de la plancha), está presente en el 67.4% de los estudiantes, en contraste, el 32.6% indicó no tenerlo. Por su parte el uso de la licuadora ha sido señalado por el 95.4% de los alumnos, el 4.6% restante no la utiliza. En cuanto al uso de la lavadora con una HE mayor que los dos anteriores (0.0046 hag), está presente en el 84.5% de los hogares, mientras que el 15.5% de los alumnos no la utiliza, no aumentando su HE (Figura 21).

En cuanto al uso del refrigerador hace algunos años en México no se tomaba en cuenta su consumo de energía eléctrica, hoy en día, los modelos recientes utilizan 30% o 40% menos energía que los modelos fabricados antes de 1997 (con el mismo tamaño y características) (Revista del Consumidor, 2013). En relación el 33.1% de los estudiantes señaló haber adquirido su frigorífico hace diez años, sumando una HE de 0.028 hag, no obstante, el 63.2% lo adquirió hace ocho años o menos, disminuyendo su HE a 0.016 hag (Figura 21).



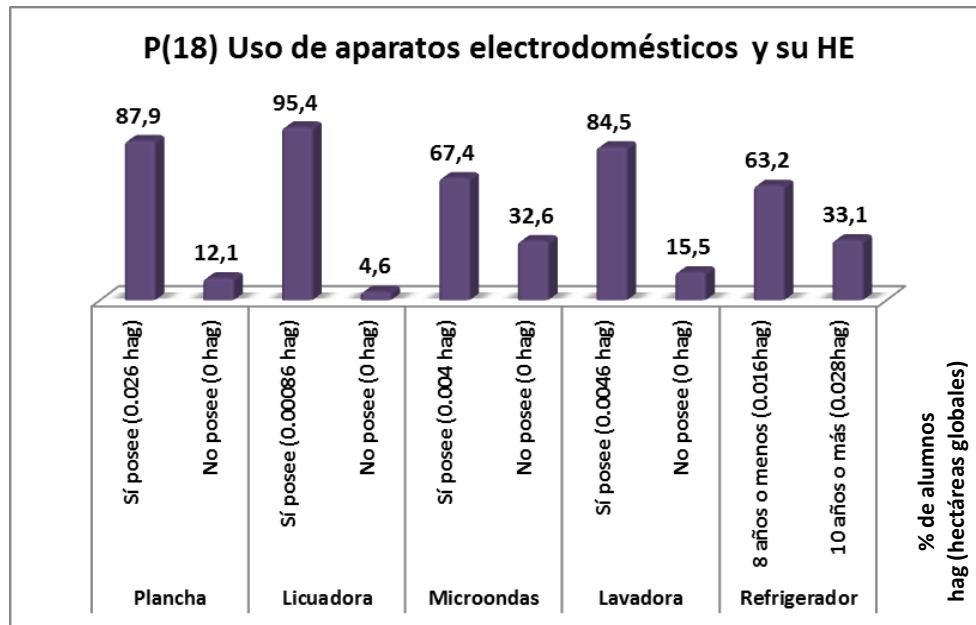


Figura 21. Uso de aparatos electrodomésticos por parte de los estudiantes y su HE en hag.

Por su parte la cocción de alimentos y de acuerdo al INE (2010) representa entre el 40% y 50% del consumo de energía en los hogares mexicanos, siendo el principal energético utilizado el Gas Licuado de Petróleo (Gas LP). Aseveración que se cumplió entre los estudiantes, ya que tan sólo el 19.7% señaló tener estufa alimentada por energía eléctrica, el resto posee estufa de gas LP (Figura 22).

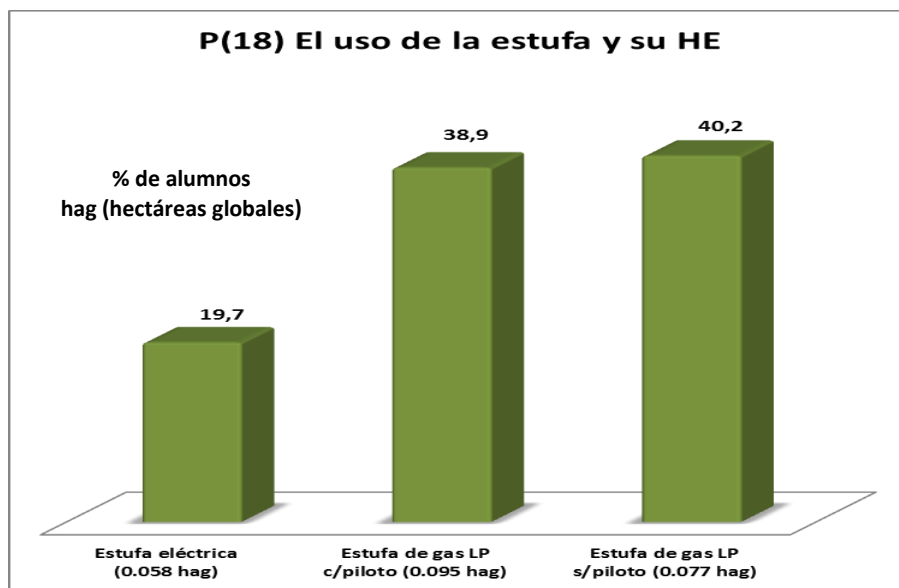


Figura 22. Uso de estufa eléctrica y gas LP (con y sin piloto) entre los estudiantes y su HE en hag.

La quema de gas LP produce emisiones de GEI, en especial de CO<sub>2</sub>. Este energético es un hidrocarburo formado por gas propano y butano cuya producción es costosa y muy contaminante (PROFECO, 2002).

Poseer una estufa de gas con piloto encendido todo el día significa consumir 0.18 L de gas LP al día, esto es 65.7 L anuales (INE, 2010). Bajo este concepto el 38.9% de los alumnos indicó tener estufa con piloto y el 40.2% mencionó poseer estufa sin piloto (Figura 22).

De acuerdo al estudio “Impacto de Fuentes de Combustión en la Calidad del Aire al Interior de Hogares de la Región Metropolitana” citado por Fierro (2011) la estufa que no genera contaminación (por lo menos, en el interior de los hogares) es aquella alimentada con energía eléctrica, ya que, éste no es un combustible como el gas LP o gas natural.

Otro consumo de energía eléctrica dentro del hogar corre a cargo de la iluminación, que representa hasta el 40% del consumo total (INE, 2010). Esta iluminación se lleva a cabo por bombillas o focos incandescentes (convencionales), pero también con focos fluorescentes compactos o “ahorradores”. Ambos tipos de bombillas están presentes en las familias mexicanas, ya que 7 de 10 hogares tienen por lo menos un foco fluorescente (Rodríguez, 2012). Esto ha quedado constatado entre los estudiantes muestreados, debido a que el

porcentaje de alumnos que señalaron poseer focos convencionales es muy similar al de aquellos que señalaron poseer focos ahorradores (Figura 23 y 24), el que no exista un cambio completo hacia las bombillas compactas se debe primordialmente al costo, ya que, mientras un foco incandescente cuesta entre seis y quince pesos, un foco fluorescente ronda entre los cuarenta y ciento veinte pesos (Rodríguez, 2012).

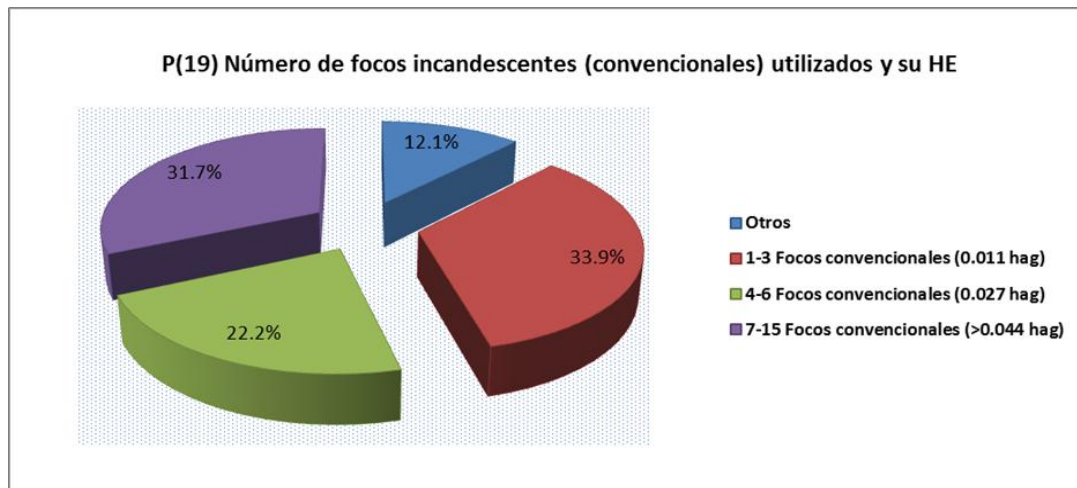


Figura 23. Número de focos incandescentes dentro de los hogares de los estudiantes y su HE en hag.

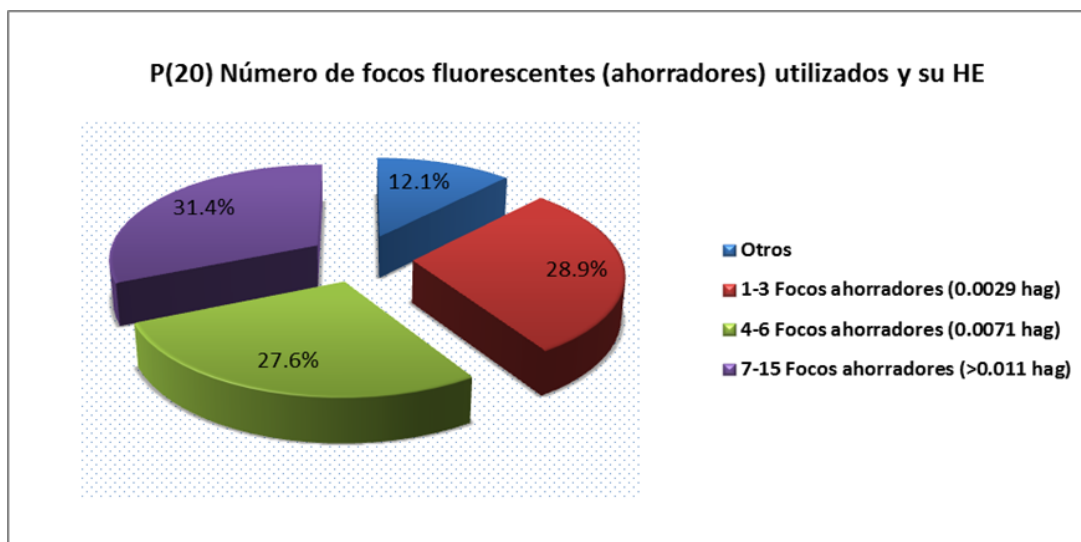


Figura 24. Número de focos fluorescentes dentro de los hogares de los estudiantes y su HE en hag.

Si bien el costo de los focos fluorescentes es mayor, representa un ahorro importante porque su consumo de energía eléctrica comparado con un foco convencional (de luminosidad equivalente) es hasta cuatro veces menor (Revista del Consumidor, 2012) lo que implica también una reducción en las emisiones de CO<sub>2</sub> repercutiendo, por lo tanto, en la HE. Por ejemplo una bombilla compacta funcionando cinco horas diarias consume al año 27.4 kWh (INE, 2010) representado una HE de 0.0034 hag, mientras que una bombilla incandescente funcionando en las mismas condiciones consume 109.6 kWh (INE, 2010) lo que representa una HE mayor de 0.013 hag.

En cuanto a la HE del teléfono móvil, ésta es adquirida por el uso de energía eléctrica (producida por la quema de combustibles fósiles, proceso que emite CO<sub>2</sub>) necesaria para recargar la batería del celular (INECC, 2010), lo cual se intensifica por las llamadas realizadas y el envío de mensajes de texto. Además de que su manufactura y desecho requiere de más energía y por ende de más emisiones de CO<sub>2</sub> (Recojo, 2011).

Dentro de la población estudiantil universitaria sólo el 0.8% de estudiantes (dos alumnos) estuvieron exentos de HE por cargo de teléfono móvil, no obstante, el 89.1% añadió HE (0.011 hag) a su estilo de vida al señalar poseer un teléfono celular, incluso hay quienes (el 10.1% de los estudiantes) indicaron tener más de uno de estos dispositivos adquiriendo una HE mayor a 0.011 hag (Figura 25).

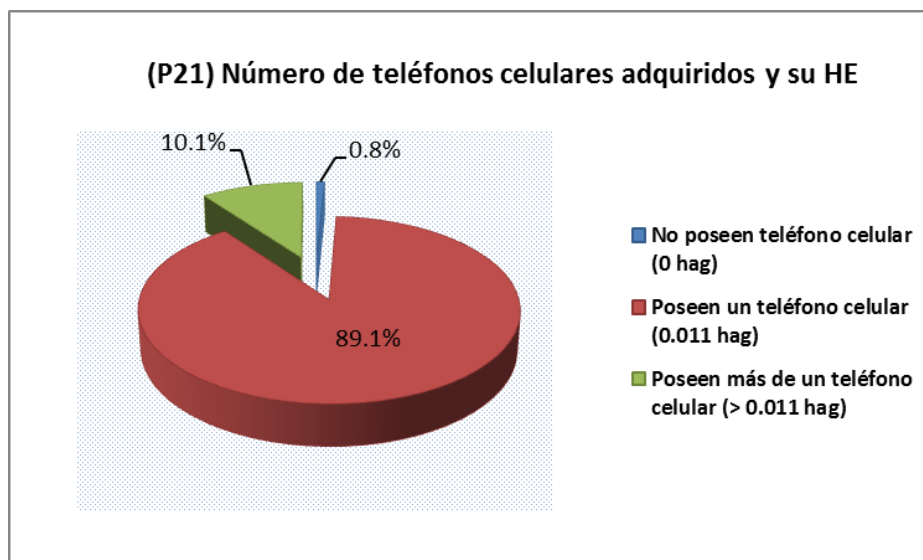


Figura 25. Número de teléfonos celulares adquiridos entre los estudiantes y su HE en hag.

Es difícil imaginar un hogar sin aparatos de entretenimiento (televisión, DVD y estéreo) y comunicación (computadora portátil o de escritorio). Éstos al igual que los anteriores requieren de energía eléctrica para su funcionamiento cuya cantidad depende de la potencia del aparato y las horas de uso. Por ejemplo, la televisión (TV) es después del refrigerador el aparato que más consume energía debido al tiempo que permanece encendido (INECC, 2010).

Al respecto, sólo el 2% de los alumnos indicó no utilizar este aparato sin aumentar por ello su HE, mientras tanto, el 47% señaló mantener encendido el televisor 7 horas o menos a la semana, agregando una HE de 0.0043 hag, el resto mantuvo encendida la TV más de siete horas, siendo su HE mayor o igual a 0.010 hag (Figura 26).

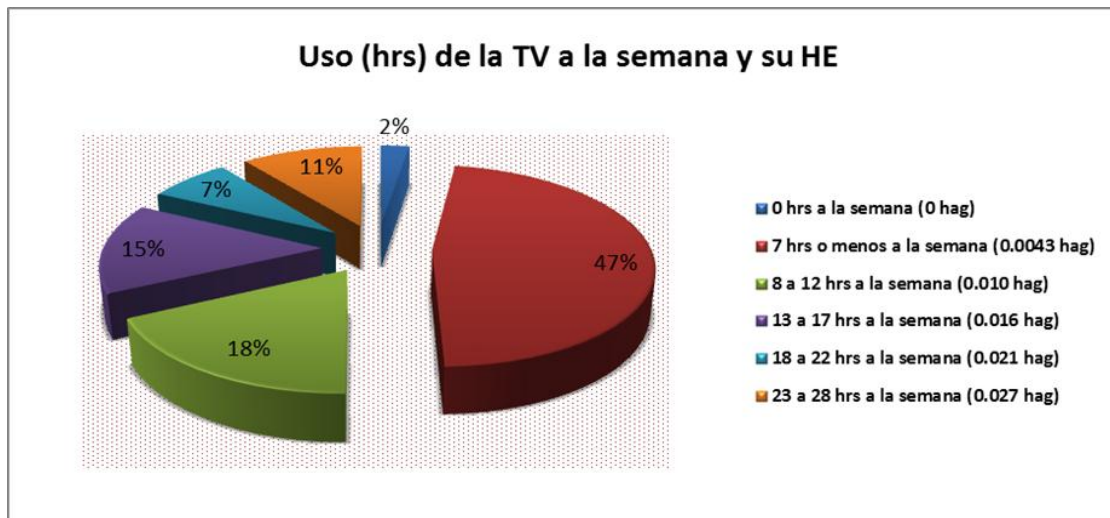


Figura 26. Uso de la televisión (horas) por parte de los estudiantes y su HE adquirida por esta actividad en hag.

Por otro lado el DVD no es utilizado por el 32% de los estudiantes; sin embargo, hay quienes si lo mantienen encendido (53% de los alumnos) alrededor de 2 a 3 horas, adquiriendo una HE de 0.00034 hag, mientras que el resto, lo ocupa más de 3 horas a la semana; para más detalle ver Figura 27.



Figura 27. Uso del DVD (horas) por parte de los estudiantes y la HE adquirida en hag.

El estéreo no es muy común (comparado con los otros aparatos de entretenimiento) entre los estudiantes, ya que, el 37% de la población no lo utiliza sin aumentar su HE, en contraste, el sector que si lo enciende lo hace habitualmente de 2 a 3 horas a la semana aumentando su HE a 0.0045 hag (Figura 28).

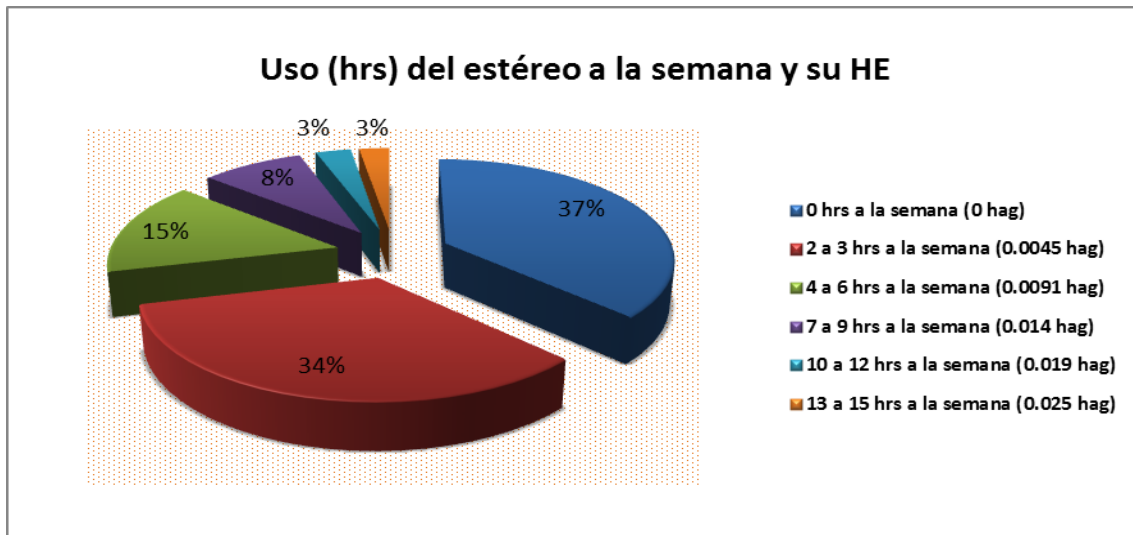


Figura 28. Uso (horas) del estéreo por parte de los estudiantes y la HE adquirida por esta acción en hag.

La población estudiantil utiliza tanto computadora de escritorio como computadora portátil, la más utilizada es ésta última (Figura 29 y 30), pero ¿cuál de las dos posee una HE mayor en función de la energía eléctrica utilizada?

La computadora portátil o “laptop” representa la opción más clara de ahorro de energía. El consumo es uno de los factores claves en su diseño, ya que de él depende la duración de la batería (que la mantiene encendida sin estar conectada a un contacto). Por esto, las laptop disponen de componentes con la mayor eficiencia energética. Por el contrario una computadora de escritorio necesita de un suministro continuo de energía para evitar la pérdida de datos, implicando un aumento en el consumo de energía (EPEC, 2013) y, por lo tanto, de su HE. Por ejemplo, ésta última llega a demandar 170 W si está encendido el procesador y la pantalla. Lo que significa que si está prendida 10 hrs al día, consumirá 620.5 kWh al año (INE, 2010), emitiendo 504.82 kg de CO<sub>2</sub> resultando en una HE de 0.12 hag. En contraste, una laptop demanda entre 50 y 85 W de energía. Esto significa que si se utiliza 10 hrs por día, consume 300 kWh al año, emitiendo 252.4 kg de CO<sub>2</sub> resultando en una HE de 0.060 hag.

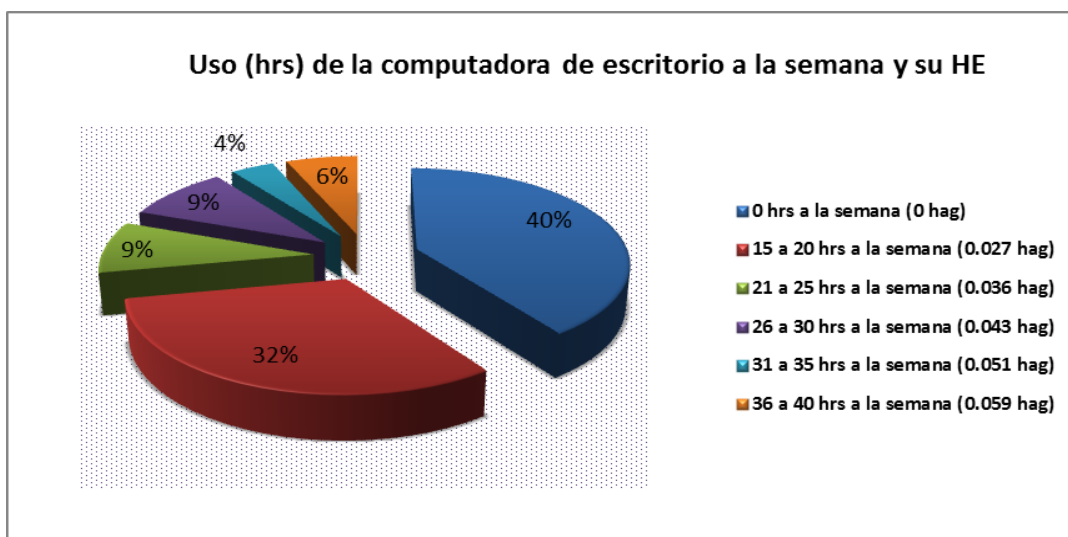
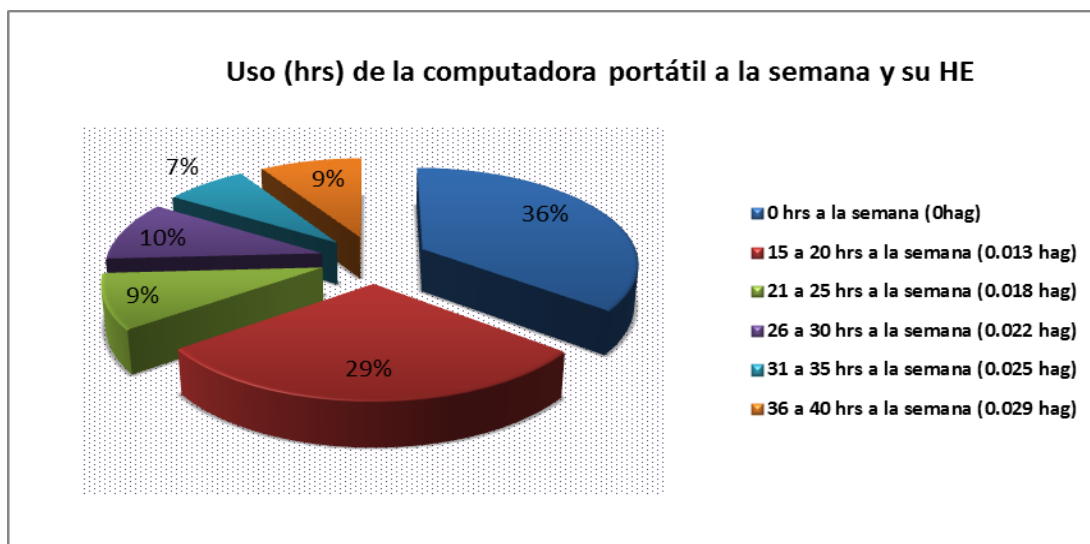


Figura 29. Uso (horas) de la computadora de escritorio entre los estudiantes y la HE adquirida por esta acción en hag.



**Figura 30. Uso (horas) de la computadora portátil entre los estudiantes y la HE adquirida por esta acción en hag.**

Como se señaló anteriormente el energético más utilizado en los hogares mexicanos es el gas LP, que comparado con el gas natural emite más cantidades de  $\text{CO}_2$ , de acuerdo al INE (2010) por cada kg de gas LP que se consume se emite a la atmosfera 3 kg de  $\text{CO}_2$  y por cada  $\text{m}^3$  de gas natural se emite 2.1 kg de  $\text{CO}_2$ , no obstante, este último emite cantidades mayores de  $\text{CH}_4$ .

Las respuestas de los estudiantes en relación con lo anterior han indicado un mayor uso del gas LP para alimentar el calentador de agua o “boiler” seleccionándolo el 61% de la población, mientras que, el 24% eligió al gas natural como combustible, finalmente, sólo el 9% de los alumnos emplea la electricidad para el calentamiento del agua (Figura 31). En este sentido la HE es mayor (0.078 hag) debido a la utilización de gas LP.



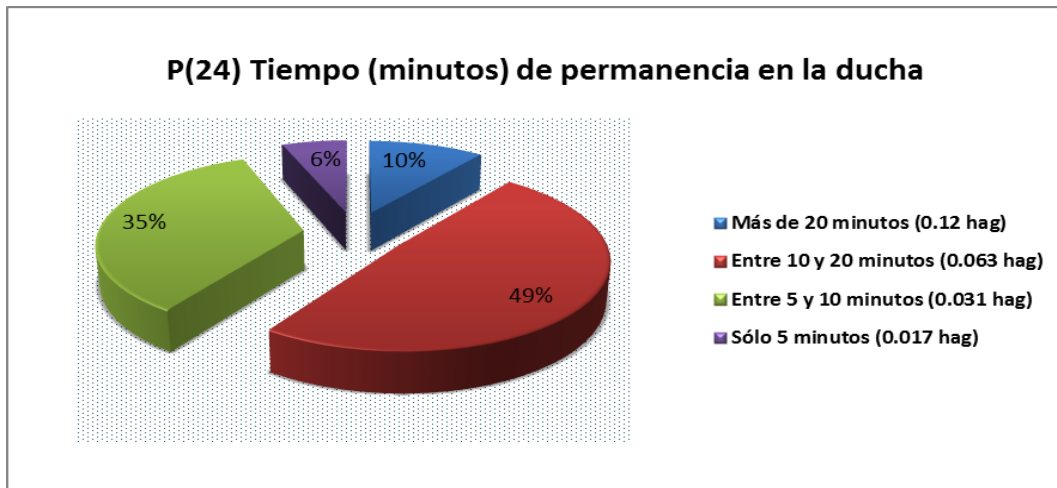


**Figura 31.** Energéticos empleados en el calentador de agua o “boiler” en los hogares de los estudiantes y su HE en hag.

Otra fuente de gasto energético (y por ende de emisiones de CO<sub>2</sub>) es el consumo de agua, ya que se requiere de sistemas de bombeo para extraerla y conducirla hasta los hogares. El uso de este líquido, dentro de la misma, se concentra notablemente en el sanitario y en la regadera con alrededor del 70% del consumo total (CONAVI, 2008).

Al respecto, el 49% de los alumnos señaló permanecer en la ducha entre 10 y 20 minutos, mientras que, el 35% indicó permanecer en ella entre 5 y 10 minutos (Figura 32).

Un ahorro de agua representa una disminución de energía, por ejemplo por cada 100 L de este líquido que se ahorren en una vivienda, representará 20 kWh por cada 100 m de distancia vertical entre el nivel de la vivienda y el nivel de la superficie de la fuente de agua potable (CONAVI, 2008). Si para una ducha de entre 10 y 20 minutos se utilizan 450 L de agua al día, (que es lo que utiliza la mayoría de los estudiantes), significa que no existe tal ahorro, implicando consumo de energía y mayor HE. Por tal motivo se recomienda tomar duchas breves, por espacio de 5 minutos (CONAGUA, 2006).



**Figura 32. Tiempo (minutos) que permanecen los alumnos en la ducha y la HE adquirida (en hag) por esta actividad.**

En cuanto al consumo de agua en el sanitario, los inodoros con más de 10 años de antigüedad tienen depósitos grandes que consumen de 11 a 20 L de agua por descarga, ante este desperdicio del vital líquido, en 1999 la Norma Oficial Mexicana para inodoros de uso doméstico, expedida por la Comisión Nacional del Agua (NOM-009-CNA-1999), señaló la restricción de gasto de agua a un máximo de 6 L por descarga. Por lo que a partir de esta fecha los inodoros que se comercialicen en México deben operar eficientemente y su consumo debe ser menor o igual al mencionado.

Dado que el 72% de la población estudiantil posee inodoros adquiridos después de 1999, existe un ahorro sustancial de agua lo que reduce el consumo de energía y su HE. No obstante, el 28% restante aún posee inodoros que consumen de 11 a 20 L de agua (Figura 33). Si se multiplica por las tres veces que, en promedio, una persona va al baño al día y que cada hogar tiene cuatro habitantes se habla de 12 descargas que da un total de 240 L de agua tirada al excusado (contra 72 L utilizados en inodoros fabricados después de 1999) (Rodríguez, 2011).

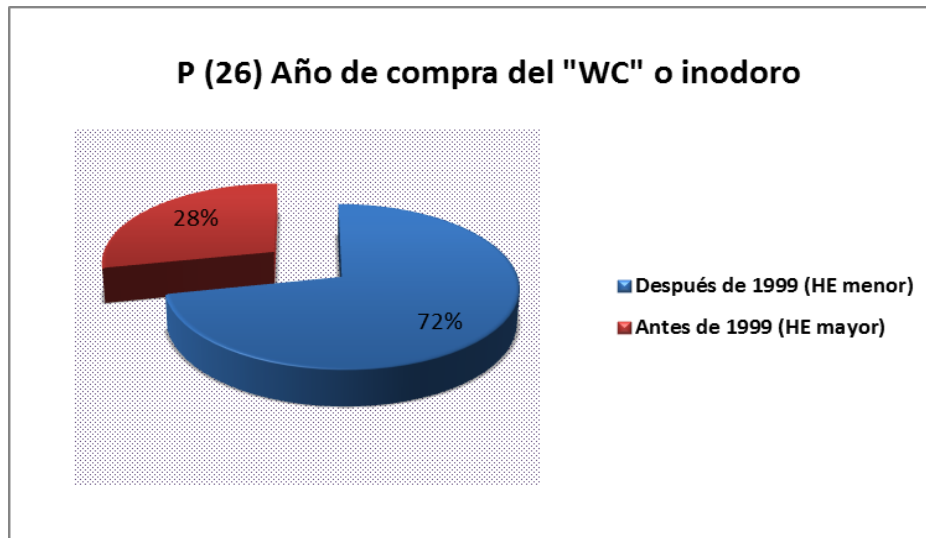


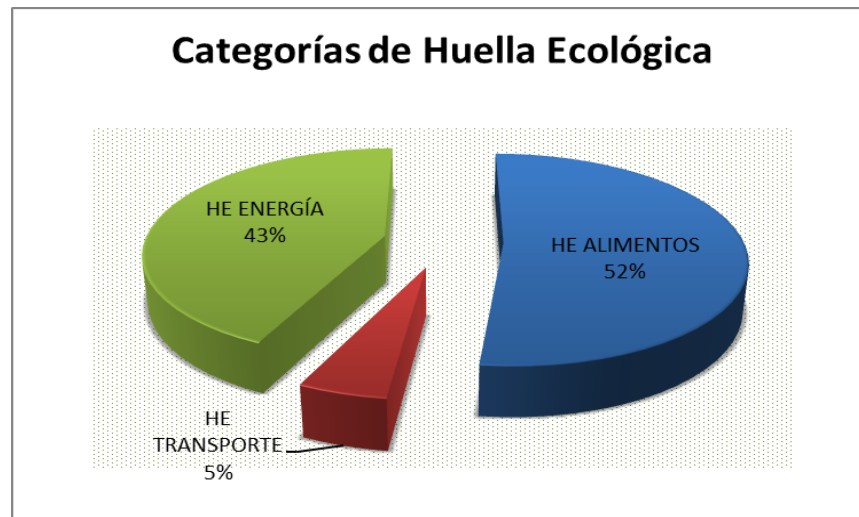
Figura 33. Año en el cual las familias de la población estudiantil adquirieron su "Wc" o inodoro y su HE en hag.

Otra recomendación realizada para disminuir el consumo de agua potable y de manera indirecta el consumo de energía implicada en el bombeo de la misma, y por ende de HE, es utilizar un vaso de agua para el cepillado de dientes (CONAGUA, 2006), acción que realiza el 87.9% de los estudiantes, mientras que, el 12.1% no lo hace, aumentando su HE a 0.00084 hag (Figura 34).



Figura 34. Diferente manera de realizar el lavado de dientes y la HE adquirida por esta acción en hag

#### 12.4. Categorías de consumo de la Huella Ecológica.



**Figura 35. Categorías de HE que más contribuyen a la HE total de los estudiantes de Biología.**

Como se puede apreciar en la Figura 35 la categoría de HE que más contribuye a la HE total de los estudiantes de Biología, es la HE de alimentación (52%), debido principalmente, al consumo de carne (similar a lo señalado por Nunes *et al.*, 2013), le continúa la HE de energía (43%) ocasionada (entre otras cosas) por el consumo de Gas LP, y por último, la categoría que menos contribuye a la HE total es la HE transporte (5%), ya que los alumnos viajan primordialmente en transporte público.

Lo anterior contrasta con los estudios de Burgess y Li (2006), Janis (2008) y Álvarez (2008) quienes encontraron una HE de transporte elevada entre los estudiantes universitarios de Ohio, Kwantlen, y Santiago de Compostela, respectivamente, debido a sus desplazamientos diarios en automóvil.

No obstante, los resultados de este trabajo, coinciden con los publicados por Gottlieb *et al* (2012), en donde las categorías que mayor significado tienen sobre la HE total son: alimentación y energía, siendo menos significativa, la HE de transporte, debido a que los alumnos viajan en transporte público o a pie.

Con respecto a esta última categoría, Vázquez Cid (2009) en su cálculo de la HE en la universidad veracruzana, señala también, que los estudiantes del área Biológico-Agropecuario poseen una HE de transporte menor, debido a que utilizan transporte público.

### **12.5. Huella Ecológica de alimentos y su relación con el semestre, sexo y edad de los estudiantes.**

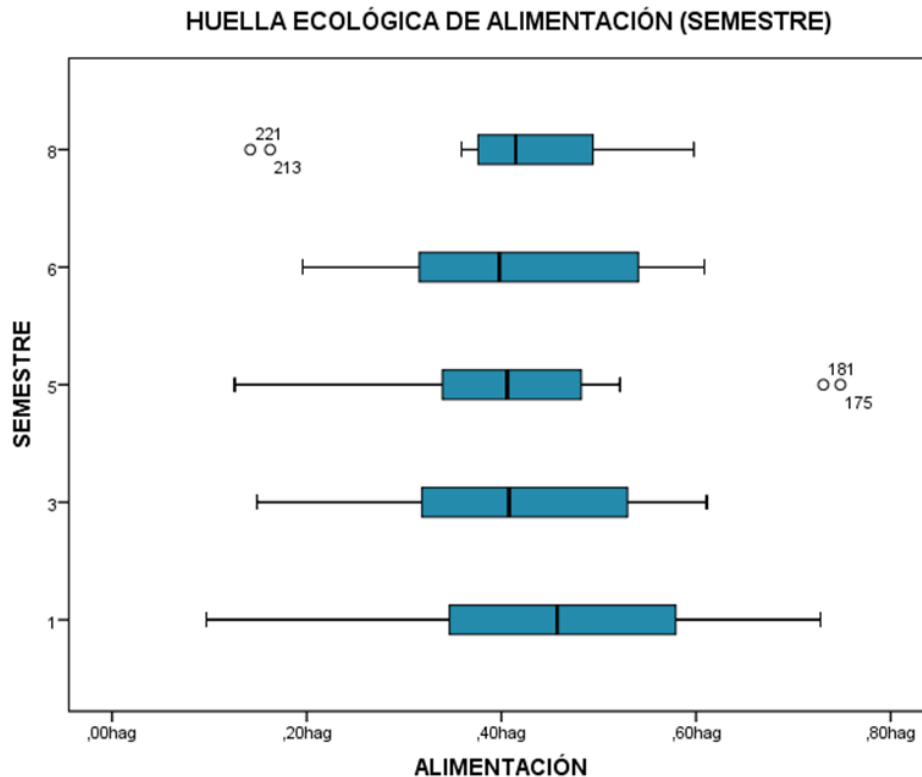
En la Figura 36, el grupo de octavo grado tiene una mediana de Huella Ecológica de Alimentación (HEA) de 0.41 hag, la cual es mayor a la mediana del grupo de sexto semestre (0.39 hag). El 25% de los estudiantes de octavo grado tienen una HEA menor a 0.37 hag, mientras que, el 75% restante una HEA mayor a este valor. La HEA mínima para este grupo es de 0.14 hag y la HEA máxima es de 0.59 hag. Hay valores atípicos en la parte inferior de la caja, ya que los estudiantes (representados por dichos valores atípicos) mencionaron no consumir carne en más de una pregunta de la sección de alimentos dentro del cuestionario.

Por su parte el 25% de los estudiantes de sexto semestre poseen una HEA menor a 0.31 hag, mientras que, el 75% restante de su población tiene una HEA mayor a este valor. Su HEA mínima es de 0.19 hag y su HEA máxima es de 0.60 hag.

Asimismo los estudiantes de sexto grado no difieren en su HEA con respecto a los alumnos de tercer semestre. Éstos últimos poseen una mediana de 0.40 hag. El 25% de su población posee una HEA menor a 0.31 hag, no obstante, el 75% restante cuenta con una HEA mayor a este valor. Su HEA mínima es de 0.14 hag y su HEA máxima es de 0.61 hag. Al comparar tercero y quinto grado se observa una coincidencia de medianas, es decir, de 0.40 hag. Por lo que se deduce que la HEA en ambos grupos no difiere. Para este último grado se tiene que el 25% de sus estudiantes tiene una HEA menor a 0.33 hag, mientras que, el 75% restante cuenta con una HEA mayor a este valor. Hay presencia de valores atípicos en la parte superior de la caja, ya que los alumnos representados por dichos valores señalaron consumir carne más de cuatro veces a la semana, aumentando su HEA, y alejándolos del resto del grupo.

En cuanto a los de alumnos de primer semestre, éstos poseen una mediana de HEA mayor (0.45 hag), en comparación con la de los otros grupos. El 25% de sus estudiantes tiene una

HEA menor a 0.34 hag, mientras que, el 75% restante de su población una HEA mayor a este valor. La HEA mínima es de 0.097 hag y la HEA máxima es de 0.72 hag. Este grupo presenta una mayor variabilidad en sus huellas ecológicas (posiblemente al mayor número de individuos, en contraste con el menor número de estudiantes presentes en cada uno de los demás grupos).



**Figura 36.** Huella Ecológica de alimentación en hag y su relación con el semestre que cursan los estudiantes.

En general no se observan diferencias en la HEA entre el semestre 3, 5 y 6. En cambio, el semestre 8 difiere de tercero, quinto y sexto grado. El semestre 1 difiere de todos los grados anteriores. Para verificar estas diferencias se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (nivel de significación de:  $\alpha = 0.05$ ). Esta prueba señaló que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de Huella Ecológica de Alimentación con respecto al semestre que cursan los universitarios (Tabla 8).

**Tabla 8. Prueba de Kruskal-Wallis para la Huella Ecológica de alimentación. Agrupando la variable por semestre.**

Prueba Estadística <sup>a,b</sup>	
	ALIMENTACIÓN
Chi-Square	6.440
df	4
Asymp. Sig.	0.169

a. Prueba de Kruskal Wallis

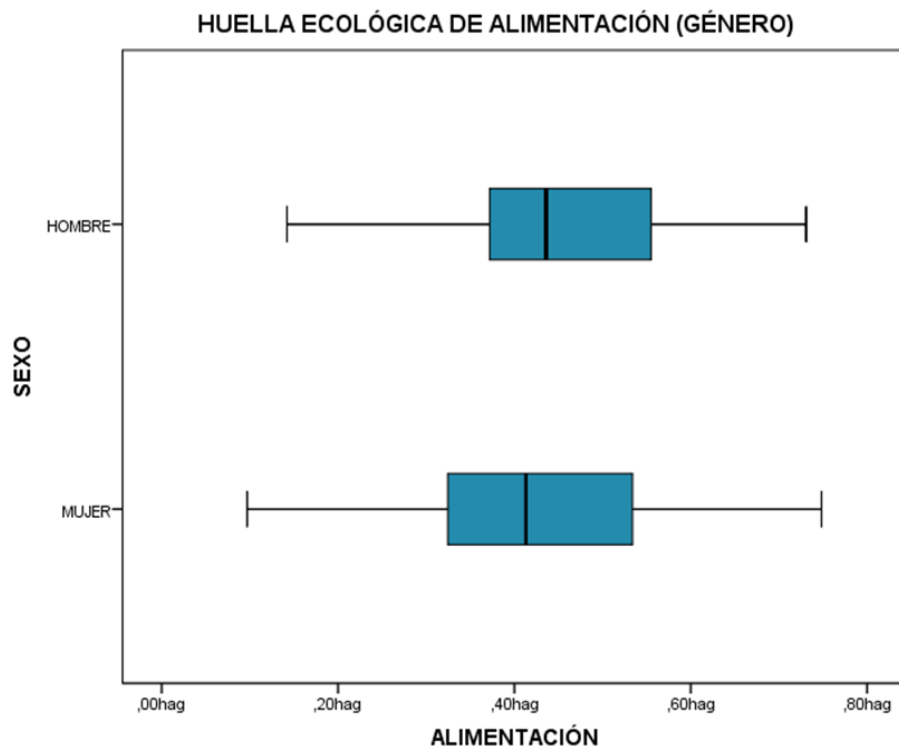
b. Agrupando Variable: SEMESTRE

Como el valor-p es  $0.169 > \alpha = 0.05$ , se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de Huella Ecológica de alimentación con respecto al semestre que cursan los estudiantes.

## SEXO

La HEA y sexo de los estudiantes (Figura 37) es mayor en el sector masculino con una mediana de 0.43 hag, con respecto a la del sector femenino de 0.41 hag. La HEA mínima en las féminas es de 0.097 hag y la HEA máxima es de 0.74 hag. Por su parte la HEA mínima en los hombres es de 0.14 hag y la HEA máxima es de 0.73 hag. Se observa una mayor variabilidad en las huellas ecológicas de las mujeres.

Para verificar que la HEA posee una distribución distinta en hombres y mujeres se realizó la prueba no paramétrica: U de Mann-Whitney (nivel de significación de:  $\alpha = 0.05$ ). La prueba arrojó que no existen diferencias en la HEA en hombres y mujeres universitarios (Tabla 9).



**Figura 37. Huella Ecológica de alimentación en hag y su relación con el sexo de los estudiantes.**

**Tabla 9. Prueba U de Mann-Whitney para la Huella Ecológica de alimentación. Agrupando variable por sexo.**

Prueba Estadística <sup>a</sup>	
	ALIMENTACIÓN
Mann-Whitney U	6169.500
Wilcoxon W	15080.500
Z	-1.656
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.098

a. Agrupando Variable: SEXO

Como el valor-p es  $0.098 > \alpha = 0.05$ , se concluye que hombres y mujeres poseen una idéntica distribución de la variable Huella Ecológica de alimentación.



**EDAD**

Para el rango de edad (Figura 38) de 17 a 19 años, son los estudiantes de 18 años quienes presentan una mayor mediana (0.45 hag) de HEA en comparación con los estudiantes de 19 años, (cuya mediana es de 0.40 hag) y 17 años de edad (con una mediana de 0.44 hag). Los alumnos de 17 y 19 años presentan una mayor variabilidad en sus huellas ecológicas de alimentación.

La HEA mínima para este rango de edad es de 0.12 hag y la HEA máxima es de 0.64 hag.

En el caso del grupo de edad de 20 a 22 años: No se observan diferencias en sus respectivas huellas ecológicas. De hecho sus medianas son muy cercanas: 0.40 hag para los estudiantes de 21 años; 0.41 hag para los estudiantes de 20 años y 0.42 hag para los estudiantes de 22 años de edad. Los estudiantes de 21 y 22 años presentan una mayor variabilidad en sus respectivas huellas ecológicas.

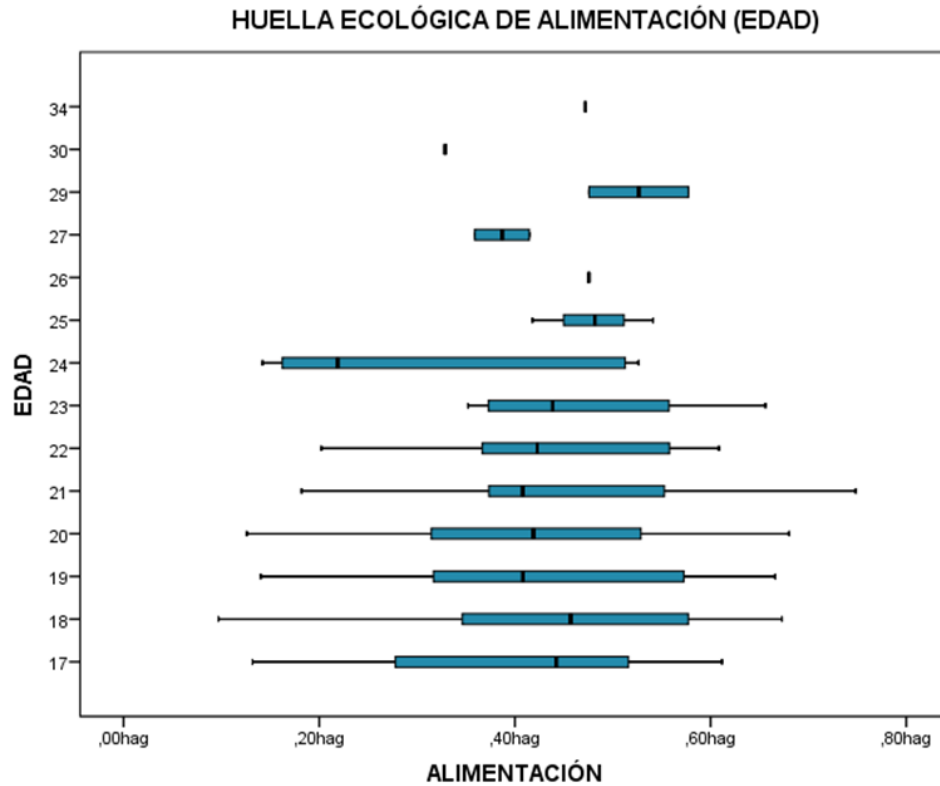
La HEA mínima para este grupo es de 0.16 hag y su HEA máxima es de 0.67 hag.

Referente al rango de edad de 23 a 25 años, son los alumnos de 24 años quienes presentan la menor mediana (0.21 hag) de HEA y una mayor variabilidad en la huella ecológica de sus estudiantes.

Para el grupo de edad de 26 a 29 años y tomando como base a los estudiantes de 27 y 29 años. Son éstos últimos quienes tienen una mayor mediana (0.52 hag), mientras que los alumnos de 27 años presentan una mediana de 0.38 hag.

La HEA mínima para este rango de edad es de 0.41 hag y la HEA máxima es de 0.49 hag.

Para observar si existen diferencias en las medianas de Huella Ecológica de alimentación con respecto a la edad de los estudiantes se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (nivel de significación:  $\alpha=0.05$ ). Dicha prueba indicó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de Huella Ecológica de alimentación con respecto a la edad de los universitarios.



**Figura 38.** Huella Ecológica de alimentación en hag y su relación con la edad de los estudiantes.

**Tabla 10.** Prueba de Kruskal-Wallis para la Huella Ecológica de alimentación. Agrupando la variable por edad.

Prueba Estadística <sup>a,b</sup>	
	ALIMENTACIÓN
Chi-Square	9.619
df	13
Asymp. Sig.	0.725

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Agrupando Variable: EDAD

Como el valor- $p$  es  $0.725 > \alpha = 0.05$ , se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de Huella Ecológica de alimentación con respecto a la edad de los estudiantes.

## 12.6. Huella Ecológica de transporte y su relación con el semestre, sexo y edad de los estudiantes.

### SEMESTRE

En la Figura 39 relacionada con la HE de transporte (HET), las cajas que representan a los semestres 1 y 6 presentan asimetría positiva en donde la mayor parte de los estudiantes con una HE  $> 0.040$  hag tienden a estar más dispersos, por lo que, la tendencia de su población es poseer una HE menor por el uso de los medios de transporte. Para los semestres 3 (Md= 0.051 hag) y 8 (Md= 0.040 hag) el 50% de sus estudiantes se distribuyen de manera equitativa tanto por encima del valor de la mediana como por debajo de ella. En contraste el 25% restante de los estudiantes de ambas poblaciones con huellas ecológicas superiores a 0.060 hag ( $Q_3$ ) se encuentran más dispersos que aquellos (el otro 25%) con una HE inferior a 0.020 hag ( $Q_1$ ).

El semestre 5 difiere del resto de los grupos, ya que presenta asimetría negativa su población tiende a poseer una HE de transporte mayor o igual a 0.060 hag.

Asimismo, se observa la presencia de valores atípicos y extremos en todos los semestres, debido a que hay alumnos que además de utilizar algún medio de transporte público emplean transporte privado (automóvil, taxi o motocicleta), que aunado, a un mayor número de kilómetros recorridos, aumenta su HE de transporte y los aleja del resto del grupo.

Para observar si las medianas de Huella Ecológica de transporte son iguales entre los distintos semestres se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ ). Esta prueba señaló que las medianas de Huella Ecológica de transporte no son distintas entre los semestres que cursan los alumnos (Tabla 11).

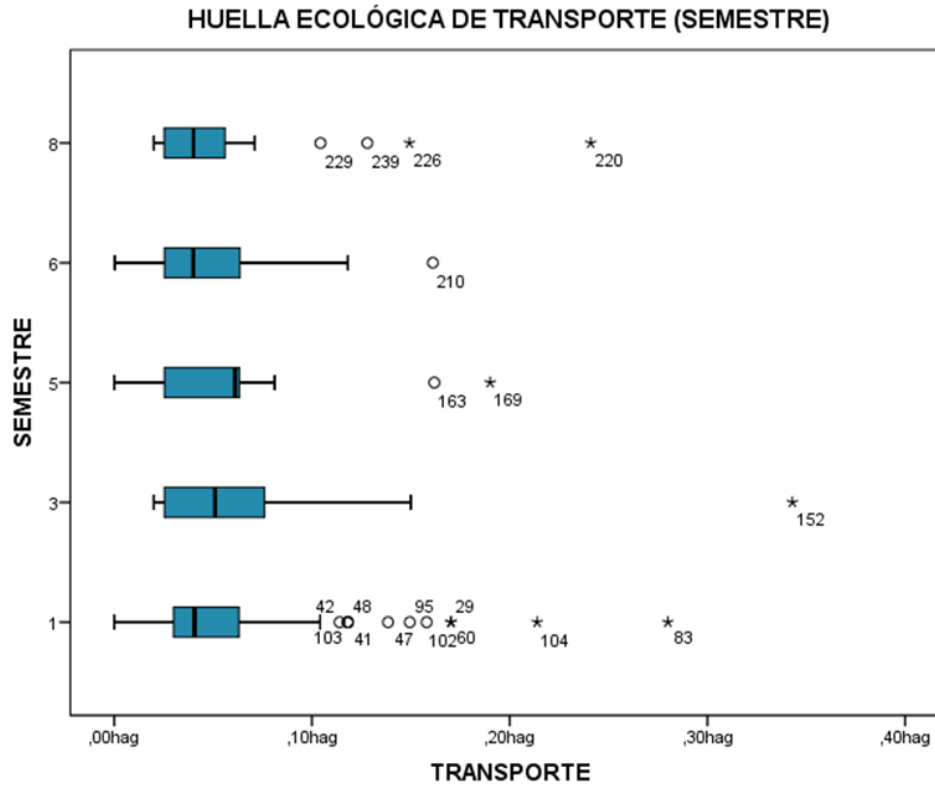


Figura 39. Huella Ecológica de transporte en hag y su relación con el semestre que cursan los estudiantes.

Tabla 11. Prueba de Kruskal-Wallis para la Huella Ecológica de transporte. Agrupando variable por semestre.

Prueba Estadística <sup>a,b</sup>	
	TRANSPORTE
Chi-Square	1.666
df	4
Asymp. Sig.	0.797

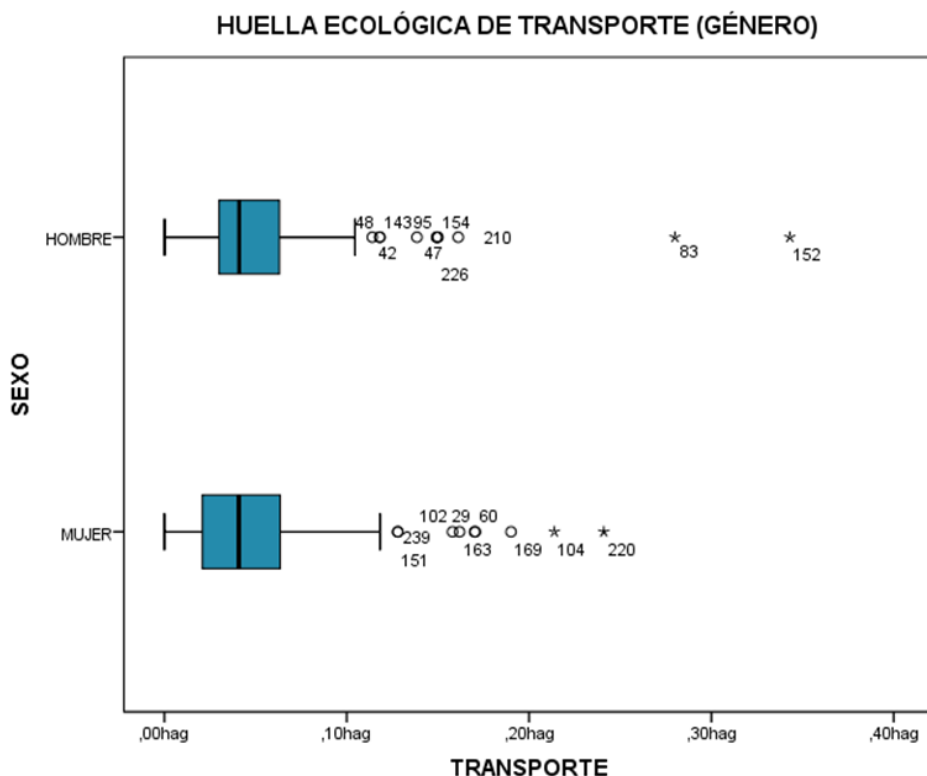
a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Agrupando Variable: SEMESTRE

Como el valor-p es  $0.797 > \alpha = 0.05$ , se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de Huella Ecológica de transporte con respecto al semestre que cursan los estudiantes.

**SEXO**

En el diagrama de caja (Figura 40) de la HET en hombres y mujeres universitarios, se observa para el sector femenino una mediana de 0.040 hag, el 25% de las féminas poseen una HE de transporte menor a 0.020 hag, el 75% restante posee una HE de transporte mayor a este valor. La HE mínima encontrada por el uso de los medios de transporte es de 0 hag, mientras que la HE máxima es de 0.24 hag.



**Figura 40. Huella Ecológica de transporte en hag y su relación con el sexo de los estudiantes.**

En cuanto al sector masculino, éste presenta una mediana de 0.041 hag; el 25% de los hombres cuentan con una HE de transporte menor a 0.030 hag, el 75% restante posee una HE de transporte mayor a este valor. La HE mínima encontrada es de 0.00012 hag, mientras que la HE máxima es de 0.34 hag.

En ambos géneros se observan valores atípicos y extremos, ya que los estudiantes que los representan, utilizan tanto, transporte público, como privado, por lo tanto, aumenta su HE de transporte, situación que se agudiza por el mayor número de kilómetros recorridos en los mismos.

En general no se aprecian grandes diferencias entre el sector femenino y masculino con respecto a su HE de transporte, antes bien, ambas poblaciones tienden a poseer una HE de transporte pequeña.

Para verificar que la HE de transporte no es diferente entre el sexo femenino y masculino se realizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney (nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ ). Ésta señaló que, la HE de transporte no es distinta entre hombres y mujeres (Tabla 12).

**Tabla 12. Prueba U de Mann-Whitney para la Huella Ecológica de transporte. Agrupando variable por sexo.**

Prueba Estadística <sup>a</sup>	
	TRANSPORTE
Mann-Whitney U	6955.000
Wilcoxon W	15866.000
Z	-.177
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.859

a. Agrupando Variable: SEXO

Como el valor-p es  $0.859 > \alpha = 0.05$ , se concluye que la Huella Ecológica de transporte del sector masculino no es distinta a la Huella Ecológica de transporte del sector femenino.

## EDAD

En el grupo de edad de 17 a 19 años (Figura 41), se tiene que, para los estudiantes de 17 años, una mediana superior (0.063 hag) a la presentada en los alumnos de 18 años (0.045 hag) y 19 años de edad (0.051 hag). La HET mínima para este rango de edad es de 0.00014 hag y la HET máxima es de 0.16 hag. Hay presencia de valores atípicos y extremos en la parte superior de la distribución, ya que dichos universitarios, utilizan tanto transporte público, como privado (automóvil principalmente).

Para el rango de edad de 20 a 22 años, no se observan diferencias en la HET. La mediana de HET para los universitarios de 20 años es de 0.051 hag; 0.041 hag para los alumnos de 21 años y 0.035 hag para los que tienen 22 años. La HET mínima para este grupo de edad es de 0.011 hag y la HET máxima es de 0.16 hag. Se observan valores atípicos en la parte superior de la distribución, en donde la HET es mayor a la que presenta el resto de los estudiantes, debido a la utilización tanto, de transporte público como privado.

En cuanto a los alumnos con un rango de edad de 23 a 25 años, se observan diferencias en la HET en los estudiantes de 24 años, cuya mediana es inferior (0.030 hag) a la que presentan los individuos de 23 (0.035 hag) y 25 años de edad (0.051 hag) respectivamente. Además de que las huellas ecológicas de transporte mayores a la mediana están muy dispersas en los estudiantes de 24 años. La HET mínima para este rango es de 0.026 hag y la HET máxima es de 0.17 hag.

El grupo de edad de 26 a 29 años, y tomando como base a los estudiantes de 27 y 29 años, éstos no presentan diferencias con respecto a su HET. La mediana para los alumnos de 27 años es de 0.030 hag y 0.035 hag para los que tienen 29 años de edad. La HET mínima para este rango de edad es de 0.020 hag y la HET máxima es de 0.045 hag

Para observar si las medianas de Huella Ecológica de transporte son iguales con respecto a la edad de los universitarios se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (nivel de significación:  $\alpha=0.05$ ). Ésta señaló que las medianas de Huella Ecológica de transporte son iguales con respecto a la edad.

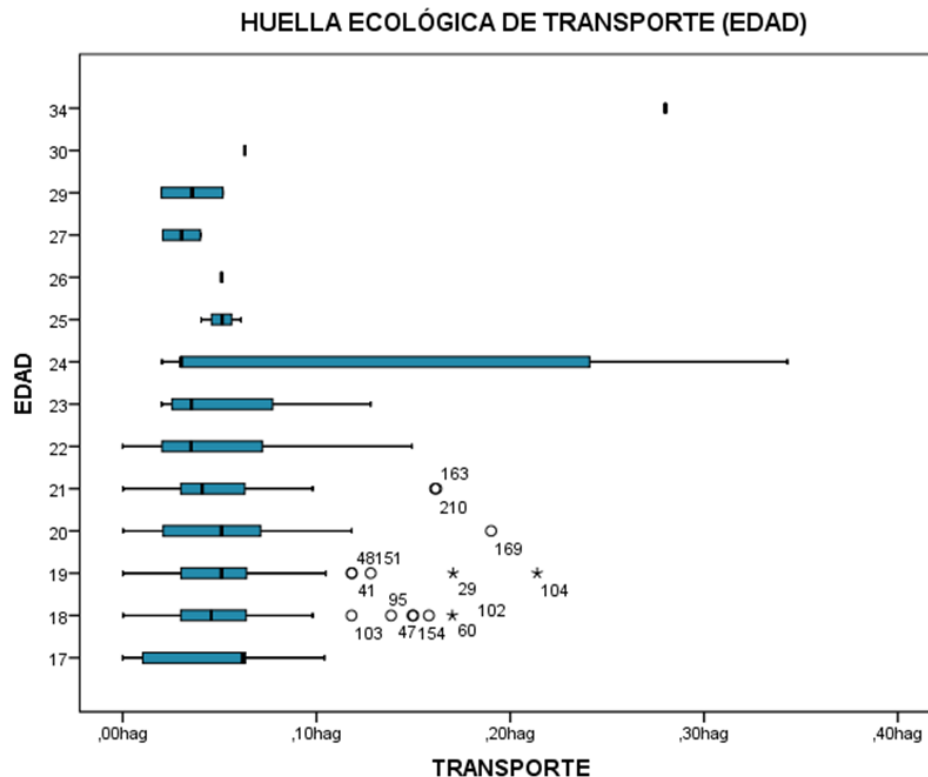


Figura 41. Huella Ecológica de transporte en hag y su relación con la edad de los estudiantes.

Tabla 13. Prueba de Kruskal-Wallis para la Huella Ecológica de transporte. Agrupando variable por edad.

Prueba Estadística <sup>a,b</sup>	
	TRANSPORTE
Chi-Square	6.079
df	13
Asymp. Sig.	0.943

a. Kruskal Wallis Test

b. Agrupando Variable: EDAD

Como el valor-p es  $0.943 > \alpha = 0.05$ , se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de Huella Ecológica de transporte con respecto a la edad de los estudiantes.



## 12.7. Huella Ecológica de energía y su relación con el semestre, sexo y edad de los estudiantes.

### SEMESTRE

En la Figura 42 se observa la relación entre la HE de energía (HEE) y el grado académico que cursan los estudiantes de Biología. La mediana de HEE, tanto para el semestre 8, como para el semestre 6, es muy similar, ambas presenta una Md de 0.35 hag. El 25% de los alumnos de octavo grado poseen una HEE menor a 0.31 hag, mientras que, el 75% restante posee una HEE mayor a este valor. La HEE mínima para este semestre es de 0.28 hag y la HEE máxima es de 0.48 hag.

Por su parte el 25% de los alumnos de sexto grado cuenta con una HEE menor a 0.32 hag y el 75% restante una HE mayor a este valor. Su HEE mínima es de 0.27 hag y su HEE máxima es de 0.47 hag.

En el caso de la HE energética del semestre 5 y 1, ambos presentan una Md de 0.36 hag. Para los estudiantes de quinto grado, el 25% de éstos tienen una HEE menor a 0.33 hag y el 75% restante una HEE mayor a este valor. La HEE mínima es de 0.27 hag y la HEE máxima es de 0.46 hag.

En el caso de los alumnos de nuevo ingreso el 25% de sus estudiantes cuenta con una HEE menor a 0.33 hag y el 75% restante posee una HEE mayor a este valor. La HEE mínima dentro de esta población es de 0.18 hag y la HEE máxima es de 0.56 hag. Asimismo para este grado se observa la presencia de valores atípicos a ambos lados de la distribución: aquellos que se encuentran en la parte superior de caja, el estilo de vida que los colocó en esa posición, es permanecer más tiempo en la ducha, dejar correr el agua mientras realizan el cepillado de dientes, poseer más de un celular, tener sólo bombillas incandescentes En contraste, los que se encuentran en la parte inferior de la caja, no poseen todos los electrodomésticos señalados en el cuestionario y permanecen menos tiempo en la ducha.

Finalmente, los alumnos de tercer semestre tiene una mediana menor (0.34 hag) en comparación con el resto de los grupos, 25% de sus estudiantes, poseen una HEE menor a

0.30 hag y el 75% restante presenta una HEE mayor a este valor. La HEE mínima para este semestre es de 0.24 hag y la HEE máxima de 0.43 hag.

Bajo el contexto anterior aquellos quienes poseen las huellas energéticas mayores dentro su población son los estudiantes de nuevo ingreso.

Para observar si las medias de Huella Ecológica de energía son iguales entre los diferentes semestres, se realizó la prueba paramétrica ANOVA de un factor (nivel de significación de  $\alpha=0.05$ ). Ésta señaló, que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de Huella Ecológica de energía y los distintos semestres (Tabla 14).

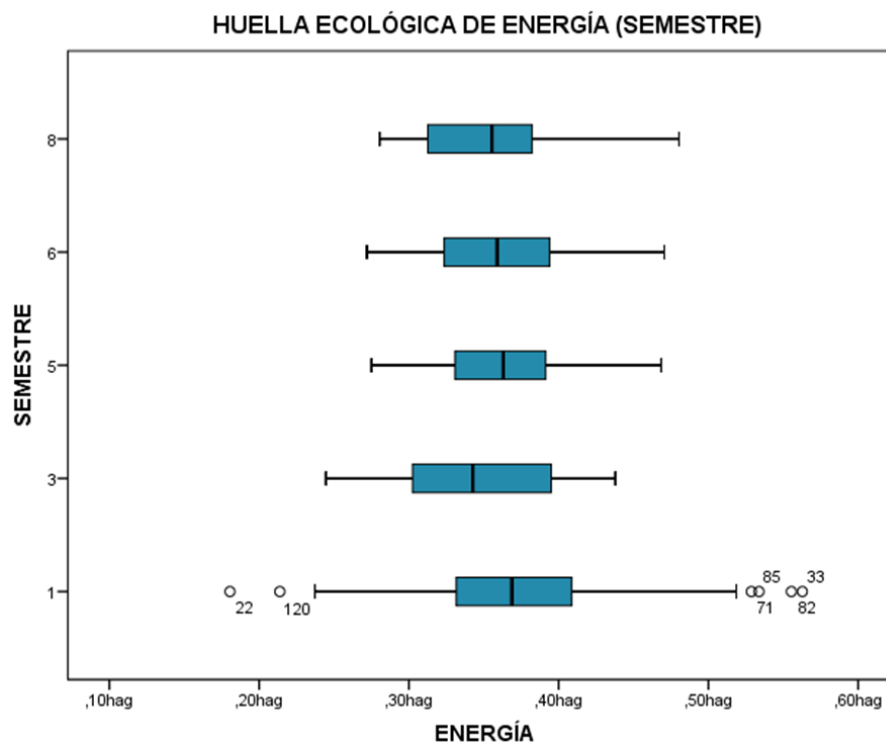


Figura 42. Huella Ecológica de energía en hag y su relación con el semestre que cursan los estudiantes.

## ANOVA

ENERGÍA					
	Suma de cuadrados	df	Media cuadrática	F	p
Inter-grupos	0.020	4	0.005	1.358	0.249
Intra-grupos	0.879	234	0.004		
Total	0.900	238			

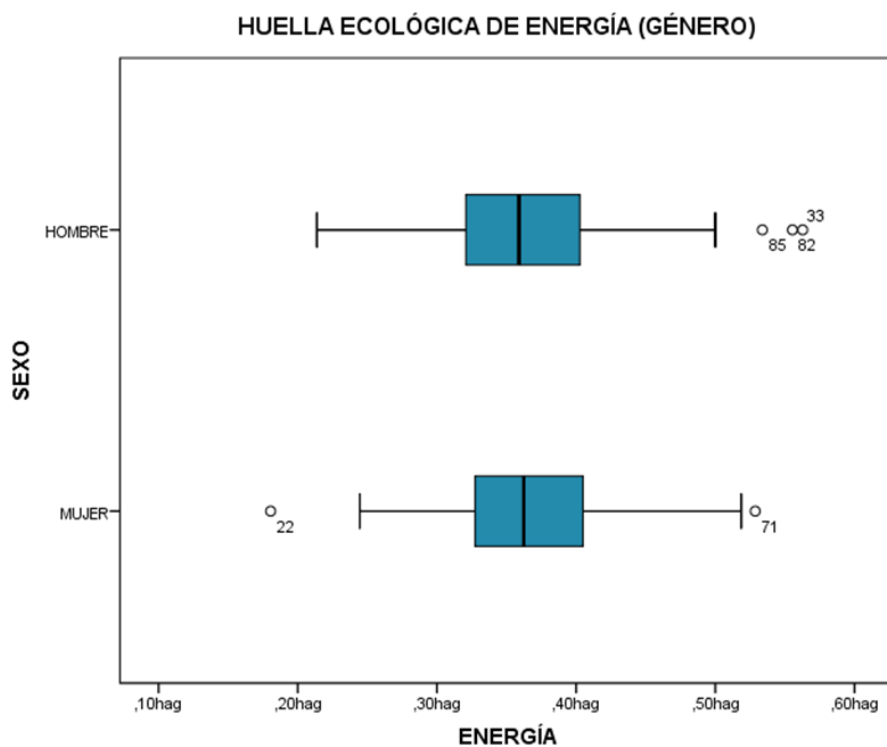
**Tabla 14. Análisis de Varianza de un factor para la Huella Ecológica de energía. Tomando como factor semestre.**

De la Tabla se observa que  $F=1.358$ , al que corresponde, un valor-p de 0.249, este valor- $p > \alpha = 0.05$ , por lo tanto, se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas entre la Huella Ecológica de energía con respecto al semestre que cursan los estudiantes.

## SEXO

En la Figura 43 no se observan diferencias en la HEE atribuibles al sexo: el sector femenino presenta una mediana de 0.36 hag, la HEE mínima es de 0.18 hag, mientras que la HEE máxima es de 0.52 hag. Por su parte el sector masculino tiene una mediana de 0.35 hag, una HEE mínima de 0.21 hag y una HEE máxima de 0.56 hag. Hay presencia de valores atípicos en ambos grupos: los que se encuentran en la parte derecha de la caja se caracterizan por un consumo elevado de energía (poseer aparatos electrodomésticos cuya eficiencia energética es baja; permanecer más tiempo en la ducha; contar con computadora portátil y de escritorio), por otro lado, aquellos ubicados en la parte izquierda de la caja tienen un consumo bajo de energía eléctrica (no cuentan con todos los aparatos electrodomésticos; permanecen menos tiempo en la ducha).

Para verificar que no existen diferencias en la HE energética atribuibles al sexo de los estudiantes se aplicó la prueba paramétrica t de Student (nivel de significación  $\alpha = 0.05$ ). Ésta indicó que no existen diferencias significativas en la HE energética en función del sexo, esto es, la HE de energía no difiere entre hombres y mujeres.



**Figura 43. Huella Ecológica de energía en hag y su relación con el sexo de los estudiantes.**

**Tabla 15. Prueba t de Student para la Huella Ecológica de energía. Agrupando la variable sexo.**

		ENERGÍA		
		Asumiendo igualdad de varianzas	No asumiendo igualdad de varianzas	
Prueba de Leven para igualdad de Varianzas	F	0.171		
	Sig.	0.680		
	t	0.536	0.533	
	df	237	220.082	
	Sig. (2-tailed)	0.593	0.595	
Prueba T para la igualdad de medias	Diferencias de medias	0.0042947	0.0042947	
	Std. Error Difference	0.0080176	,0080627	
	95% intervalo de confianza para la diferencia	Lower	-0.0115002	-0.0115954
	Upper	0.0200897	0.0201848	

Como  $t=0.536$ ; el valor-p es  $0.593 > \alpha=0.05$ , se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas en la Huella Ecológica de energía en hombres y mujeres.

## EDAD

En la Figura 44 para el grupo de edad de 17 a 19 años se observa una mediana de HEE (Md= 0.38 hag) superior en los alumnos de 18 años de edad, mientras que, los estudiantes de 17 años poseen una mediana de HEE de 0.36 hag y 0.35 hag para los individuos de 19 años respectivamente. La HEE mínima para este rango es de 0.23 hag, y su HEE máxima es de 0.53 hag. Se observa la presencia de un valor atípico en la parte superior de la caja que representa a los alumnos de 19 años, cuyo estilo de vida representa un mayor consumo de energía, ya que permanece más tiempo en la ducha, posee todos los aparatos electrodomésticos, computadora portátil y de escritorio, etc.

Para el rango de edad de 20 a 22 años: son los estudiantes de 21 años quienes poseen una mediana de HEE (Md= 0.35 hag) mayor. Los alumnos de 20 y 22 años cuentan con una mediana de 0.34 hag. La HEE mínima para este grupo de edad es de 0.25 hag, y la HEE máxima es de 0.49 hag. Se visualizan valores atípicos en la parte superior de la caja que representa a los estudiantes de 21 años, cuya presencia se justifica, por permanecer más tiempo en la ducha, utilizar tanto computadora portátil como de escritorio, aparatos electrodomésticos poco eficientes, etc. Lo que los llevo a consumir una mayor energía, alejándolos del resto del grupo.

En el rango de estudiantes con edades de 23 a 25 años, se observa una mayor mediana de HEE en alumnos de 25 años (Md= 0.45 hag) con respecto a alumnos de 23 años, cuya mediana es de 0.37 hag y 0.34 hag para los individuos de 24 años de edad. (La diferencia observada se debe tomar con cautela, ya que el número de estudiantes con 25 años de edad es de solo 3 personas). La HEE mínima para este rango es de 0.31 hag y la HEE máxima es de 0.47 hag.

En el caso del grupo de edad de 26 a 29 años, (y tomando como referencia a los estudiantes de 27 y 29 años) son los estudiantes de 27 años quienes presentan una mediana de HEE mayor (Md= 0.37 hag), en comparación con los de 29 años, los cuales, presentan una mediana de 0.25 hag. La HEE mínima para este grupo es de 0.30 hag y la HEE máxima es de 0.33 hag.

Las líneas horizontales presentes en la misma Figura 44 indican que solo hay un individuo con esa edad.

De acuerdo a los datos anteriores, los estudiantes que tienen una mayor HEE son los que comprenden el rango de edad de 17 a 19 años.

Para observar si existen igualdad entre las medias de HE de energía en las distintas edades de los estudiantes, se realizó una prueba paramétrica: ANOVA de un factor (nivel de significación  $\alpha = 0.05$ ). Dicha prueba señaló que no existen diferencias significativas en la HE de energía respecto a la edad de los estudiantes.

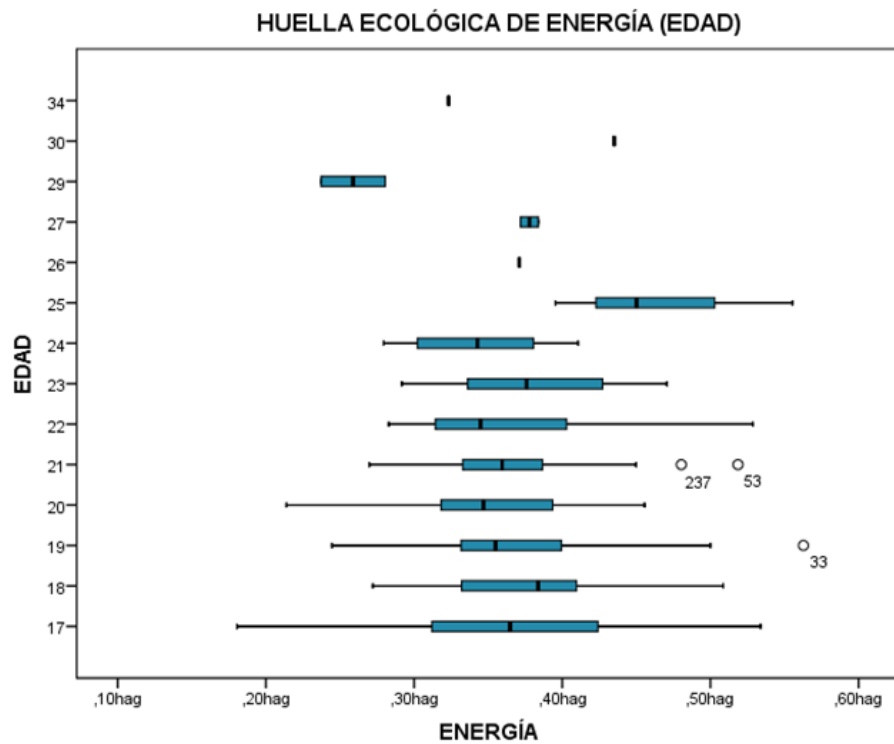


Figura 44. Huella Ecológica de energía en hag y su relación con el sexo de los estudiantes.

## ANOVA

ENERGÍA					
	Suma de Cuadrados	df	Media Cuadrática	F	p
Inter-grupos	0.081	13	0.006	1.723	0.057
Intra-grupos	0.818	225	0.004		
Total	0.900	238			

**Tabla 16. Análisis de Varianza de un factor para la Huella Ecológica de energía. Tomando como factor la edad.**

De la Tabla se observa que  $F=1.723$ , al que corresponde, un valor-p de  $0.057 > \alpha=0.05$ , por tanto, se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas en la Huella Ecológica de energía con respecto a la edad de los estudiantes.

## 12.8. Huella Ecológica total y su relación con el semestre, edad y sexo de los estudiantes.

### SEMESTRE

En la Figura 45 al comparar a los alumnos de octavo semestre, éstos presentan una mediana (Md de 1.49 hag) superior con respecto a los estudiantes de sexto semestre (Md de 1.43 hag). El 25% de la población de octavo grado presentan una HE menor a 1.41 hag, mientras que, el 75% restante cuenta con una HE superior a este valor. La HE mínima encontrada para este grupo es de 1.12 hag y la HE máxima es de 1.77 hag, muy cercana a la BC del planeta (1.80 hag). Asimismo se observan valores atípicos a ambos lados de la distribución (aquellos ubicados en la parte inferior de la caja poseen una HE de transporte o/y una HE de energía menor al resto del grupo; aquellos ubicados en la parte superior de la caja presenta una HE de energía o/y HE de alimentación mayor).

Por su parte un cuarto de la población de estudiantes de sexto semestre tienen una HE menor a 1.32 hag, no obstante el 75% de sus alumnos presentan una HE superior a este valor. La HE mínima es de 1.28 hag y la HE máxima es de 1.79 hag, lo que significa que sus estudiantes se hallan muy cerca de la BC del planeta.

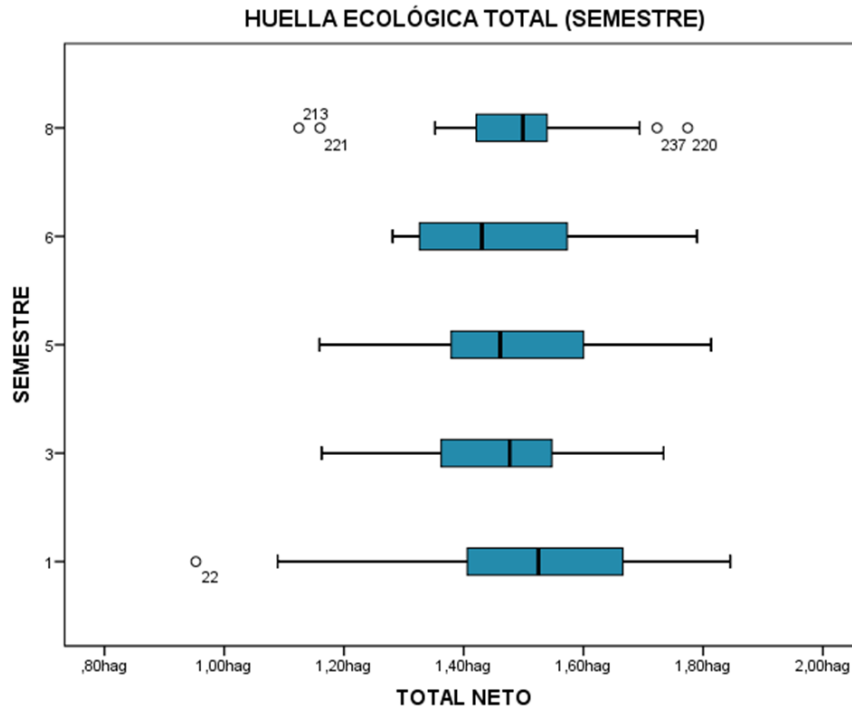
Los estudiantes de quinto semestre poseen una mediana superior (Md de 1.46 hag) en comparación con los de sexto semestre. El 25% de la población que cursa el quinto grado tiene una HE menor a 1.37 hag, el 75% restante cuenta con una HE superior a este valor. La HE mínima encontrada es de 1.16 hag y la HE máxima es de 1.81 hag, lo que implica que dentro de sus estudiantes hay quienes sobrepasan la BC del planeta ( $HE > 1.80$  hag).

Los alumnos de tercer semestre presentan una mediana superior (Md de 1.47 hag) a los estudiantes de quinto y sexto grado. El 25% de la población de tercer semestre posee una HE de 1.35 hag, el 75% restante tiene una HE total mayor a este valor. La HE total mínima es de 1.16 hag, mientras que, su HE total máxima es de 1.73 hag. Su población se encuentra dentro de los límites de la BC ( $HE < 1.80$  hag).

Finalmente, los alumnos de nuevo ingreso cuentan con una mediana superior (Md de 1.52 hag) al resto de los otros grupos. El 25% de sus estudiantes cuentan con una HE total menor a 1.40 hag, no obstante el 75% posee una HE total mayor a este valor. La HE mínima hallada es de 0.95 hag, mientras que, la HE máxima es de 1.85 hag. Esto es, dentro de su población se encuentran estudiantes que sobrepasan la BC del planeta ( $HE > 1.80$  hag). Se observa la presencia de un valor atípico en la parte inferior de la caja, ya que sus consumo de energía y su HE de transporte es menor al resto del grupo.

Para observar si existen diferencias estadísticamente significativas entre la Huella Ecológica total y el semestre que cursan los universitarios se realizó la prueba paramétrica: ANOVA de un factor (nivel de significación  $\alpha=0.05$ ). Ésta señaló que no existen diferencias entre la Huella Ecológica total y el semestre que cursan los estudiantes.





**Figura 45. Huella Ecológica total en hag y su relación con el semestre que cursan los estudiantes.**

#### ANOVA

TOTAL NETO					
	Suma de Cuadrados	df	Media Cuadrática	F	p
Inter-grupos	0.165	4	0.041	1.517	0.198
Intra-grupos	6.355	234	0.027		
Total	6.520	238			

**Tabla 17. Análisis de Varianza de un factor para la Huella Ecológica total. Tomando como factor semestre.**

De la Tabla se observa que  $F=1.517$ , al que corresponde, un valor-p de  $0.198 > \alpha=0.05$ , por tanto, se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas en la Huella Ecológica total con respecto al semestre que cursan los estudiantes.

## EDAD

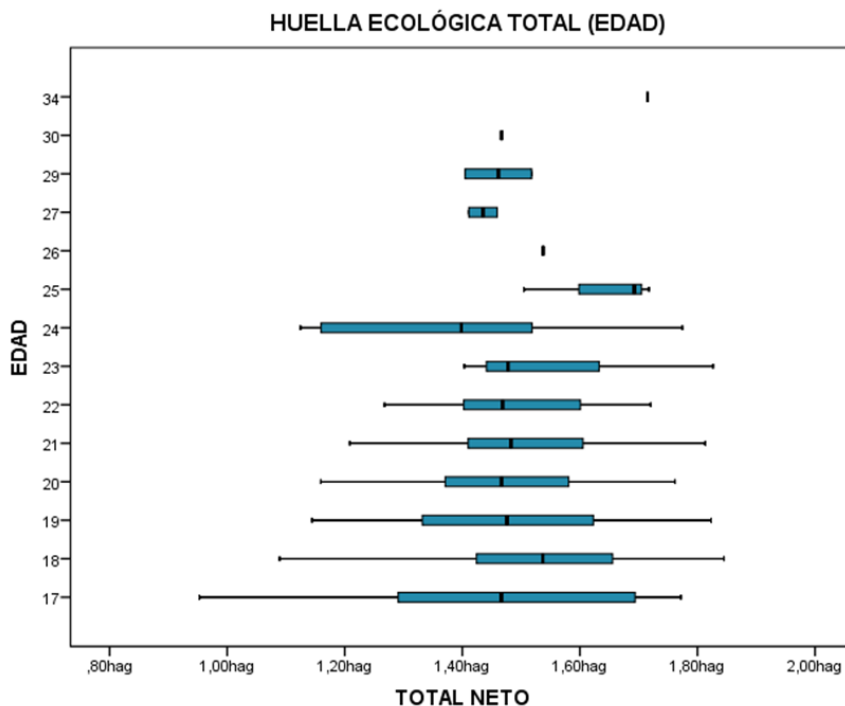
En la Figura 46 al comparar los grupos de edad de 17 a 19 años se visualiza una mediana (Md de 1.53 hag) superior en los estudiantes de 18 años, respecto de aquellos que tienen 17 años (Md de 1.46 hag) y 19 años de edad (Md de 1.47 hag) respectivamente. A su vez, tanto los alumnos de 18 como los de 19 años presentan una HE total mayor a 1.80 hag, lo que significa que, dentro de este grupo de edad se sobrepasa la BC del planeta.

En el grupo de edad de 20 a 22 años, el que presenta una mediana superior son los universitarios de 21 años (Md de 1.48 hag), mientras que, aquellos con una edad de 20 y 22 años cuentan con una mediana de 1.46 hag. La HE total máxima encontrada para este rango de edad es de 1.77 hag y la HE total mínima es de 1.21 hag. Este grupo de edad se encuentra dentro de la BC del planeta ( $1.77 \text{ hag} < 1.80 \text{ hag}$ ).

Para el rango de edad de 23 a 25 años, se visualiza una mediana superior (Md de 1.69 hag) en los estudiantes de 25 años (lo cual, se toma con reserva, ya que este grupo de edad esta conformado por tres alumnos). Presentando una mediana inferior la población de 23 años (Md de 1.47 hag) y 24 años (Md de 1.39 hag) respectivamente. La HE total máxima dentro de este grupo de edad es de 1.77 hag, mientras que, la HE total mínima es de 1.34 hag. Los estudiantes con este rango de edad se encuentran dentro de la BC del planeta ( $1.77 \text{ hag} < 1.80 \text{ hag}$ ).

El grupo de edad de 26 a 29 años (tomando como base a los estudiantes de 27 y 29 años) tienen una mediana de 1.43 hag para los alumnos de 27 años y una mediana de 1.46 hag para los estudiantes de 29 años respectivamente. La HE total mínima hallada dentro de este rango de edad es de 1.40 hag, y la HE total máxima es de 1.49 hag, lo que significa que, se encuentran dentro de los límites del planeta ( $1.49 \text{ hag} < 1.80 \text{ hag}$ ).

Las líneas horizontales presentes en la misma Figura 46 indican que solo hay un individuo con esas características (edad).



**Figura 46. Huella Ecológica total en hag y su relación con la edad de los estudiantes.**

Para observar si las medias de Huella Ecológica total son iguales con respecto a la edad de los estudiantes se realizó la prueba paramétrica: ANOVA de un factor (nivel de significación:  $\alpha=0.05$ ). Ésta indicó que no existen diferencias estadísticamente significativas en la Huella Ecológica Total con respecto a la edad de los estudiantes (Tabla 18).

#### ANOVA

TOTAL NETO					
	Suma de Cuadrados	df	Media Cuadrática	F	p
Inter-grupos	0.327	13	0.025	0.913	0.540
Intra-grupos	6.193	225	0.028		
Total	6.520	238			

**Tabla 18. Análisis de Varianza de un factor para la Huella Ecológica total. Tomando como factor edad.**

De la Tabla se observa que  $F=0.913$ , al que corresponde, un valor-p de  $0.540 > \alpha=0.05$ , por tanto, se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas en la Huella Ecológica total con respecto a la edad de los estudiantes.

## SEXO

La mediana (Figura 47) de HE total (Md de 1.50 hag) en el sexo masculino es superior a la mediana del sexo femenino (Md de 1.47 hag). El 25% de la población femenina presenta una HE total menor a 1.36 hag, mientras que, el 75% restante posee una HE total mayor a este valor. La HE total mínima encontrada para este grupo es de 0.95 hag y su HE total máxima es de 1.85 hag. Hay presencia de un valor atípico en la parte inferior de la caja, ya que el estilo de vida representado por este punto presenta una HE de transporte y energía menor al resto del grupo.

En cuanto al sector masculino el 25% de su población tiene una HE total menor a 1.40 hag, el 75% restante posee una HE total mayor a este valor. La HE total mínima para este sector es de 1.16 hag, y su HE total máxima es de 1.83 hag.

En ambos sectores se encuentran individuos que sobrepasan la BC del planeta que es de 1.80 hag.

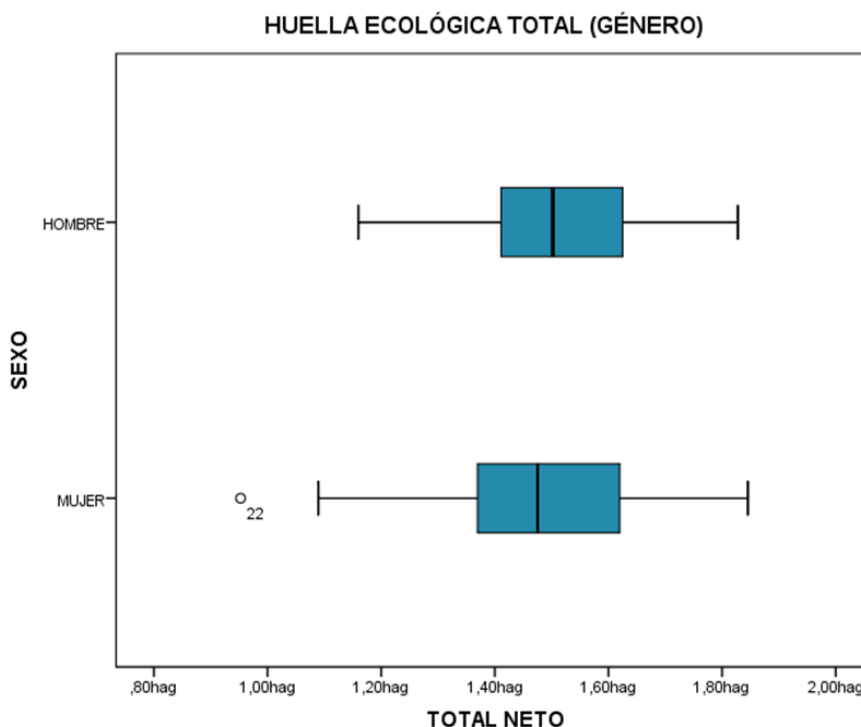


Figura 47. Huella Ecológica total en hag y su relación con el sexo de los estudiantes.

Para observar si las medias de Huella Ecológica total no difieren del sexo de los universitarios, se aplicó la prueba t de Student (nivel de significación  $\alpha= 0.05$ ). Ésta indicó que no existen diferencias significativas en las medias de Huella Ecológica total en función del sexo, esto es, la Huella Ecológica total no difiere entre hombres y mujeres (Tabla 19).

**Tabla 19. Prueba t de Student para la Huella Ecológica total. Agrupando variable por sexo.**

				TOTAL NETO		
				Asumiendo igualdad de varianzas	No asumiendo igualdad de varianzas	
Prueba de Leven para igualdad de Varianzas	F		2.029			
	Sig.		0.156			
	t		-1.306		-1.324	
	df		237		234.618	
Prueba t para la igualdad de medias	Sig. (2-tailed)		0.193		0.187	
	Diferencia de medias		-0.02809		-0.02809	
	Std. Error Difference		0.02152		0.02121	
	95% intervalo de confianza para la diferencia	Lower		-0.07048		-0.06988
		Upper		0.01430		0.01370

Como  $t=-1.306$ ; el valor-p es  $0.193 > \alpha=0.05$ , se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas en la Huella Ecológica total en hombres y mujeres.

Banda-García (2012), señala que en general, son las mujeres quienes adoptan hábitos y pautas de consumo dirigidas al cuidado del medio ambiente, ya que a diferencia de los hombres (que suelen priorizarse así mismos), éstas se enfocan más a los intereses y necesidades del grupo o familia, por lo que, en su cesta de compra incluye productos de primera necesidad, tales como, alimentos, ropa y enseres domésticos. Mientras que los hombres, compran productos más caros y relacionados con la tecnología, como son productos electrónicos y automóviles, lo que aumenta su Huella Ecológica de energía (vinculada a la fabricación de dichos productos). Asimismo, dado que las mujeres continúan ganando menos que los hombres (de acuerdo al Informe Mundial sobre Salarios 2010/11 de la OIT) tienden a consumir menos, reflejando una Huella Ecológica inferior (Banda-García, 2012).

En cuanto a la Huella Ecológica de transporte, Banda-García (2012) menciona, que es también el sector femenino, quien más utiliza el transporte público y la distancia media recorrida en ellos es más corta, (en contraposición del sector masculino que utiliza con mayor frecuencia el automóvil y viaja más distancias en él), esto debido, que al estar más pendientes de las tareas del hogar su tiempo es más restringido y su autonomía del transporte es menor. Dichos contrastes en la HE de hombres y mujeres fueron similares en hogares unipersonales o monoparentales (Red de Dinamizadores de Consumo Responsable y Alimentación Ecológica, 2012).

Por su parte Druckman *et al.* (2012) en su estudio acerca de cómo diferentes actividades realizados por hombres y mujeres británicos tienen consecuencias sobre el consumo de energía y por ende en su Huella de carbono; señalan que son las mujeres quienes consumen más energía debido a que pasan más tiempo en el hogar realizando los quehaceres domésticos (cocinar, lavar, ir de compras) adiferencia de los hombres. No obstante, son los varones quienes consumen más energía (acausa del transporte) por concepto de recreación y ocio, ya que éstos prefieren socializar y salir del hogar

Los resultados de la investigación de la Huella Ecológica de los universitarios de la FES-Zaragoza *Campus II*, contrasta con lo mencionado anteriormente, ya que la HE de transporte y energía no fue distinta entre hombres y mujeres, debido a un factor común en todos ellos: son estudiantes. Por tanto, se desenvuelven en un contexto similar, ambos sectores viajan en transporte público en sus desplazamientos diarios a la universidad (lo que podría estar relacionado con el ingreso económico de los estudiantes); sus consumos de energía fueron muy homogéneos en ambos grupos, lo que posiblemente, este vinculado con los productos incluidos en la sección de energía del cuestionario, ya que solo se incluyó la HE de aparatos electrónicos y electrodomésticos de uso común en los hogares mexicanos, sin diferenciar en artículos exclusivos para hombres y mujeres.

No obstante, los resultados obtenidos en esta investigación son similares a los arrojados por Sonika *et al.* (2012) en su trabajo sobre el cálculo de la Huella Ecológica en estudiantes universitarios de la India. Dicha autora menciona también, que no hay diferencias entre la HE de alimentación y el sexo de los estudiantes. Circunstancia que se repite entre la población “zaragozana”, en donde ambos grupos (hombres y mujeres) no se diferencian en su consumo

de alimentos, ya que esta sección dentro del cuestionario se centro en la HE de productos de la canasta básica mexicana, de ahí, sus consumos tan homogéneos.

De manera similar Sonika *et al.* ( 2012) indica que la HE de los estudiantes jóvenes (17 a 19 años) es más alta que la que presentan, los estudiantes de mayor edad, debido a que los primeros, quieren disfrutar su independencia, por lo que, salen con mayor frecuencia con sus amigos y consumen grandes cantidades de comida procesada, utilizan aparatos de última tecnología, automóviles, etc.

Sin embargo, la HE tanto de energía, alimentación, transporte y por ende la HE total entre la comunidad de Biólogos zaragozanos, no fue distinta entre los grupos de edad estudiados, ya que como se mencionó en párrafos anteriores, el consumo de alimentos se centro principalmente en la canasta básica mexicana, asimismo, no se incluyó la HE de artículos como smartphone, tablet, videojuegos, etc. Aparatos que están más relacionados con la juventud actual y, que pudieran marcar alguna diferencia en la HE de energía de los estudiantes. Los resultados que se obtuvieron respecto a la edad son similares a los encontrados por Solar (2011), en su trabajo Consumo de Recursos Naturales y Género, mismo que señala, que la HE no tiene correlación con la edad.

Las diferencias encontradas entre esta investigación y la de los autores citados, se debe, posiblemente, a una falta de estandarización de la metodología de la HE en universidades. En ese sentido, la falta de orientación en la contabilidad de la HE conduce a que ésta sea variable. Además de que el cálculo de la HE esta en función de la información disponible en la sociedad objeto de estudio (Nunes *et al.*, 2013).

### XIII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuestionario aplicado a los alumnos de la Carrera de Biología de la FES-Zaragoza, éstos requieren para satisfacer sus necesidades anuales de alimentación, transporte y energía, 1.48 hag/persona (0.83 planetas), cantidad comparativamente menor a la HE nacional (3.30 hag/persona). A su vez, tomando en cuenta la BC mundial de 1.80 hag/persona, se observa que la HE estudiantil es inferior a la BC (1.48 hag/persona < 1.80 hag/persona), lo que significa, que bajo este esquema, los alumnos de la Carrera de Biología viven de acuerdo a los límites naturales del planeta. No obstante, al contrastar la HE estudiantil con la BC del territorio nacional (1.42 hag/persona), se visualiza que los biólogos de Zaragoza requieren para satisfacer sus necesidades de consumo una mayor superficie de la que hay disponible en el país (1.48 hag/persona > 1.42 hag/persona).

Asimismo, al desglosar la HE total en las diversas categorías que la constituyen, esto es: HE de alimentación, energía y transporte, se observa que la HE de alimentación es la categoría que más contribuye a la HE total (52%), debido principalmente al consumo de alimentos de origen animal. Le continúa en importancia la HE de energía, cuya contribución a la HE total (43%) consistió en un mayor consumo de gas LP por parte de los estudiantes. Finalmente, la categoría que menor impacto tuvo sobre la HE total, fue la HE de transporte (5%), ya que los biólogos se desplazan, principalmente, en transporte público.

Con respecto al análisis estadístico (tanto ANOVA de un factor, como la t de Student, la prueba de Kruskal-Wallis, y la U de Mann-Whitney) se concluye, que el grado académico que cursan los estudiantes, el sexo y la edad de éstos, no influye sobre la HE de alimentación, transporte, energía y HE total. Debido a que el cuestionario realizado se centra, primordialmente, en consumos básicos dentro de la sociedad mexicana sin considerar otros consumos que puedan marcar una diferencia mayor entre grupos.



#### XIV. RECOMENDACIONES

La carencia de información estadística ha imposibilitado (hasta el momento) agregar otras cuestiones susceptibles de ser convertidas a superficie productiva, por lo que, para enriquecer más este cuestionario con el fin de realizar un análisis más preciso de la huella ecológica de los individuos, se recomienda:

- 1) Agregar la HE de otros productos, tales como: alimentos, aparatos electrodomésticos y electrónicos, HE de residuos (papel, plástico, vidrio y metal).
- 2) Plantear las preguntas (dentro del cuestionario) no de una forma tan general, sino de una manera más específica, por ejemplo, en lugar de preguntar “¿consumes fruta?” en su lugar se debería cuestionar: “de la siguiente lista de productos frutales ¿cuáles consumes con mayor frecuencia?”, esto con el fin de obtener una mayor diversidad de respuestas por parte de la población.
- 3) Agregar una sección de preguntas dirigidas tanto al sector femenino como al sector masculino.
- 4) Involucrar a otras carreras impartidas en la FES-Zaragoza (Químico Farmacéutico, Biólogo, Ingeniería Química, Psicología, Medicina y Odontología) con el fin de observar:  
a) si existen diferencias en su HE y, b) cuál categoría ejerce una mayor presión sobre la HE total. Y con base a los resultados, diseñar un programa de Educación Ambiental, cuya función sea reducir la HE, o bien reforzar las acciones que contribuyen a una HE menor en relación a la BC del planeta.

---

**REFERENCIAS**

- Abascal, E y Grande, I. (2005). Análisis de Encuestas. Recuperado 20 de abril de 2013 de, [books.google.com.mx/books?id=qFCZOOiWRSgC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_atb#V=onepage&q&f=false](http://books.google.com.mx/books?id=qFCZOOiWRSgC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_atb#V=onepage&q&f=false)
- Amend T; Barbeau, B; Beyers, B; Burn, S; Eißing, S; Fleischhauer, A; Kus, B & Poblete, P. (2011). ¿Un pie Grande en un Planeta Pequeño? Haciendo cuentas con la Huella Ecológica. Triunfando en un planeta con cada vez mayor escasez de recursos. En: la sostenibilidad tiene muchos rostros, (10). Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) Gmbtt, Esch. Recuperado el 5 de mayo de 2012, de [www.conservation-development.net/Projekte/.../10\\_Footprint\\_es.pdf](http://www.conservation-development.net/Projekte/.../10_Footprint_es.pdf)
- Arto-Olaizola, I. (Otoño, 2011) Huella Ecológica [versión electrónica] *ihitza Revista* (36), 4-5.
- Banda-García, L. (2012). Huella de Carbono, Género y soluciones locales. Recuperado abril 2013 de [www.reddinamizadoras.com/images/Descargas/GUIA\\_CCY\\_GENERO.PDF](http://www.reddinamizadoras.com/images/Descargas/GUIA_CCY_GENERO.PDF)
- Barry, D; Bray, D; Madrid, S; Merino, L; Zúñiga, I. (2010) El Manejo Forestal Sostenible como estrategia de combate al Cambio Climático: Las comunidades nos muestran el camino. Recuperado el 3 de marzo de 2012, de [www.rightsandresources.org/documents/files/doc\\_2019.pdf](http://www.rightsandresources.org/documents/files/doc_2019.pdf)
- Breceda-Lapeyre, M.; de Buen-Rodríguez, O.; Guigue-Pérez, A.L.; Hernández-Fernández, C.; León-Diez, C.; Lino-Linares, M.A.; López-López, I.; Plauchú-Alcántara, J.A.; Salcedo-Novella, R.; Salinas-Alvarez, S.; del Valle-Cárdenas, B.; Vásquez-Martínez, O. (2008). Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012. Recuperado el 20 de noviembre de 2012, de [www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/paccm\\_documento.pdf](http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/paccm_documento.pdf)
- Burgess, B y Lai, J. (2006). Ecological footprint analysis and review: Kwantlen University College. 14.

- Calvillo, A.; Moncada, G.; El poder del Consumidor A.C. (2008). Eficiencia del transporte público y privado: una propuesta desde los consumidores. Recuperado el 8 de diciembre de 2012, de [www.boell-latinoamerica.org/downloads/eficiencia\\_transporte\\_docto\\_\(1\).pdf](http://www.boell-latinoamerica.org/downloads/eficiencia_transporte_docto_(1).pdf)
- CANAINPA (Octubre, 2011) La industria Latinoamérica del pan en cifras [versión electrónica] *El Mundo del Pan Revista* (266), 26-27.
- CCMSS. (2009-junio). Red de monitoreo de Políticas Públicas-CCMSS. Nota Informativa Número 23. Recuperada 2 de mayo de 2012, de [http://www.ccmss.org.mx/descargas/NOTA\\_INFORMATIVA-NUMERO\\_23.pdf](http://www.ccmss.org.mx/descargas/NOTA_INFORMATIVA-NUMERO_23.pdf)
- Chávez-Dagostino, R.M; Cifuentes-Lemus, J.L; Andrade-Romo, E; Espinoza-Sánchez R; Massam, H.B; Everitt, J. (2008). Huellas ecológicas y sustentabilidad en la costa norte de Jalisco, México. [Versión electrónica]. *Revista Teoría y Praxis*. (5). 137-144.
- CONAGUA. (2006). Recomendaciones para ahorra agua. Recuperado el 12 de mayo de 2013 de, [www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/Recomendaciones\\_para\\_ahorrar\\_agua.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/Recomendaciones_para_ahorrar_agua.pdf)
- CONAGUA. (2009). Aguas...¿Negras? [versión electrónica] *Revista El Cubo* (63), 4-15.
- CONAPESCA. (2011). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2009. Recuperado el 22 de marzo de 2012 de la base datos de CONAPESCA.
- CONAVI. (2008). Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático. Recuperado el 22 de abril de 2012, de [www.conavi.gob.mx/.../Programa%20Especifico%20%de%20Desarrollo%](http://www.conavi.gob.mx/.../Programa%20Especifico%20%de%20Desarrollo%)
- CONUEE. (2009). Guía del Uso Eficiente de Energía en el Automóvil 2009. Recuperado 26 de diciembre de 2012 de la base de datos de CONUEE.
- CONUEE. (2012) ¿Qué espacios y qué aparatos consumen más energía en mi casa? Recuperado noviembre de 2012 de [www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/espacio\\_aparatos](http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/espacio_aparatos)

- Comisión Europea. (2009). Cambio Climático en América Latina. Recuperado 12 de mayo de 2012, de [ec.europa.eu/europeaid/where/latin-america/regional-cooperation/documents/climate\\_change\\_in\\_latin\\_america\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/europeaid/where/latin-america/regional-cooperation/documents/climate_change_in_latin_america_es.pdf).
- Carpintero, O. (2005). El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000). España. Recuperado el 12 de marzo de 2012, de [www.fcmanrique.org/recursos/publicacion/elmetabolismo.pdf](http://www.fcmanrique.org/recursos/publicacion/elmetabolismo.pdf)
- Crovi-Druetta, D.; Garay-Cruz, L.M.; López-González, R.; Portillo-Sánchez, M. (2011). Uso y apropiación de la telefonía móvil. Opiniones de jóvenes universitarios de la UNAM, La UACM y La UPN [versión impresa]. *Revista Derecho a comunicar* (3), 55-73.
- Cucek, L; Jaromír-Klimes, J; Kravanja, Z. (2012). A Review of Footprint analysis tools for monitoring impacts on sustainability. *Journal of Cleaner Production*. 34. 9-20.
- Díaz de Rada, V. (2001). Diseño y elaboración de cuestionarios para la investigación comercial. Recuperado 21 de abril de 2013 de, [books.google.com.mx/books?id=KER9q4KoSnYC&printsec=frontcover&hl=es&source=gs\\_atb#V=onepage&q&f=false](http://books.google.com.mx/books?id=KER9q4KoSnYC&printsec=frontcover&hl=es&source=gs_atb#V=onepage&q&f=false)
- Druckman A; Buck, I; Hayward B; Jackson T. (2012). Time, gender and carbon: A study of the carbon implications of British adults' use of time. *Ecological Economics*. 84. 153-163.
- EPEC. (2013). La eficiencia energética en el hogar. Recuperado el 1 de mayo de 2013 de la base de datos de EPEC.
- Fernández-Vega, C. (2011, 28 de marzo). México SA [en línea] La Jornada Sección Economía. Recuperado el 4 de febrero de 2012 de <http://www.jornada.unam.mx/2011/03/28/opinion/02601eco>
- Fierro-Montes, C. (Mayo-junio, 2011) Energía eléctrica: calefacción y descontaminación [versión electrónica]. *Revista Hagamos contacto* (31), 3.

- García-Córdoba, F. (2004). El cuestionario: recomendaciones metodológicas para el diseño de un cuestionario. Recuperado el 20 de abril de 2013, de [books.google.com.mx/books?id=->PW5SWuWOUC8printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_atb#V=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=->PW5SWuWOUC8printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_atb#V=onepage&q&f=false)
- García-de la Fuente, L; González-Álvarez, J; Colina-Vuelta, A. (2010). Análisis previos para la Estimación de la Huella Ecológica en el Principado de Asturias. Recuperado, el 23 de junio de 2012, de [web.fade.es/en/tratarDescargaDocumento.do;jsessionid...?identificador](http://web.fade.es/en/tratarDescargaDocumento.do;jsessionid...?identificador)
- Gómez-Díaz, J.D; Monterroso-Rivas, A.L.; Toledo-Medrano, M.L.; Tinoco-Rueda, J.A. (2008). Cuarta Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Sector ganadero. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.
- Gómez, M.M. (2006). Introducción a la Metodología de la Investigación Científica. Recuperado 20 de abril de 2013, de [books.google.com.mx/books?id=9UDXPe4U7AMC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_atb#V=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=9UDXPe4U7AMC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_atb#V=onepage&q&f=false)
- González, S. (2013, 13 de mayo). Subió hasta 43%, el precio de la carne de pollo desde diciembre [en línea]. La Jornada Sección Economía. Recuperado el 23 de abril de 2013, de [www.jornada.unam.mx/2013/05/13/economia/026n1eco](http://www.jornada.unam.mx/2013/05/13/economia/026n1eco)
- González-Álvarez, J; Colina-Vuelta, A; García-de la Fuente, L. (2010). Análisis de la Huella Ecológica en el Principado de Asturias (2009). Recuperado el 3 de marzo de 2012, de [www.asturias.es/medioambiente/articulos/ficheros/RI-12\\_Huella%20Ecologica%20-2009-Estandar\\_%2020110707.pdf](http://www.asturias.es/medioambiente/articulos/ficheros/RI-12_Huella%20Ecologica%20-2009-Estandar_%2020110707.pdf)
- Gottlieb, D; Vigoda-Gadot, E; Haim, A; Kissinger, M. (2012). The ecological footprint as an educational tool for sustainability: A case study analysis in an Israeli public high school. *International Journal of Educational Development*. 32. 193-200.

- Grasso, L. (2006). Encuestas: elementos para su diseño y análisis. Recuperado 20 de abril de 2013, de [books.google.com.mx/books?id=jL\\_ys1pfbMoC&printsec=frontcorer&hl=es&source=gbs\\_atb#V=onepage&q&f=false](http://books.google.com.mx/books?id=jL_ys1pfbMoC&printsec=frontcorer&hl=es&source=gbs_atb#V=onepage&q&f=false)
- Greenpeace México. (2010). México ante el cambio climático: evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación. Recuperado 14 de mayo de 2013, de [www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2010/6/vulnerabilidad-mexico.pdf](http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2010/6/vulnerabilidad-mexico.pdf)
- Gruma S.A.B de C.V. (2012). Inicio de Cobertura. Recuperado 23 de marzo de 2013, de [www.actinver.com/documentos/IAalisis/Analisis/Doc/PaginaActinver/inicioCobertura/A120522\\_GRUMA\\_IniciodeCobertura.pdf](http://www.actinver.com/documentos/IAalisis/Analisis/Doc/PaginaActinver/inicioCobertura/A120522_GRUMA_IniciodeCobertura.pdf)
- Herva, M; Franco, A; Fdez-Carrasco, E; Roca, E. (2008 junio). La Huella Ecológica de Procesos Productivos como Indicador de Sostenibilidad. [versión electrónica] *Revista Ingeniería Química* (460), 180-185.
- Holden, E y Hoyer, K.G. (2005). The ecological footprints of fuels. *Transportation Research Part D*. (10). 395-403.
- INE-SEMARNAT. (2009). Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado 22 de mayo de 2012, de [www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/615.pdf](http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/615.pdf)
- INEGI. (2011) Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2008. Recuperado 24 de mayo 2012 de la base de datos del INEGI.
- INEGI. (2011) Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2010. Recuperado 24 de mayo 2012 de la base de datos del INEGI.
- Inforural (2012). Más cerveza...más cebada. Recuperado el 12 de marzo de 2012 de, [www.inforural.com.mx/spip.php?article24026](http://www.inforural.com.mx/spip.php?article24026)

- IPCC (International Panel on Climate Change). 2001. Working Group I: The Scientific Basis. Recuperado agosto de 2012 de, [www.grida.no/publications/other/ipcc\\_tar/](http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/)
- Ku Vera, J; Ayala-Burgos, A; Pérez-Aguilar, C; Herrera-Camacho, J; Castelán-Ortega, O. (mayo-junio, 2012) Emisiones de metano por rumiantes: implicaciones para el calentamiento global [versión electrónica]. *Revista Ciencia y Desarrollo*. 1-4.
- Janis, J.A. (2007). Quantifying the Ecological Footprint of the Ohio State University. Tesis de licenciatura. Universidad del Estado de Ohio.
- Martínez-Jasso, I y Villezca-Becerra, P.A. (2003). La alimentación en México: un estudio a partir de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares [versión impresa]. *Revista de Información y Análisis* (21) 26-37.
- Martínez-Rivera, S.E. y Monroy-Ortiz, R. (2010). La expansión urbana sobre el campo mexicano. La otra cara de la crisis agrícola [versión electrónica]. *Revista Estudios Agrarios* (43), 29-46.
- Martínez-Salgado, H. (2011). Estudio de Emisiones y características vehiculares en ciudades mexicanas: Fase IV: medición de emisiones en cinco ciudades y análisis de resultados globales. Informe final. Recuperado el 22 de diciembre de 2012, de [bios.biologia.umich.mx/files/Estudiodeemisionesvehiculares.pdf](http://bios.biologia.umich.mx/files/Estudiodeemisionesvehiculares.pdf)
- Medina-Ramírez, S. (2012) La importancia de reducción del uso del automóvil en México: Tendencias de motorización, del uso del automóvil y de sus impactos. Recuperado el 12 de julio de 2012, de [mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Transformando-la-movilidad-urbana-en-Mexico1.pdf](http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Transformando-la-movilidad-urbana-en-Mexico1.pdf)
- Moore, D; Stechbart, M; Global Footprint Network. (2011) Huella Ecológica de Quito. Recuperado 3 de mayo de 2012 de, [www.quitoambiente.gob.ec/web/index.php?option=com](http://www.quitoambiente.gob.ec/web/index.php?option=com)
- Naghi,M. (2005). Metodología de la Investigación. Recuperado 21 de abril de 2013 de, [books.google.com.mx/books?id=ZEJ7-0hmvhwC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_atb#V=onepage&q&f=false](http://books.google.com.mx/books?id=ZEJ7-0hmvhwC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_atb#V=onepage&q&f=false)

- NORMA Oficial Mexicana NOM-009-CNA-2001, Inodoros para uso sanitario-Especificaciones y métodos de prueba. Recuperado 23 de marzo de 2013 de, [www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/99\\_NormaOficialMexicanaNom-009-conagua-2001.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/99_NormaOficialMexicanaNom-009-conagua-2001.pdf)
- Nunes, L.M; Catarino, A; Ribau-Teixeira, M; Cuesta, E.M. (2013). Framework for the inter-comparison of ecological footprint of universities. *Ecological Indicators*. 32. 276-284.
- OECD-FAO. (2012). OECD-FAO Agricultural Outlook 2012-2021. Recuperado el 15 de marzo de 2012 de, [reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/OECD\\_FAO\\_Ag\\_outlook2012\\_EN](http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/OECD_FAO_Ag_outlook2012_EN)
- Ozcáriz, J; Novo, M; Prats, F; Seoane, M; Torrego, A. (2008). Cambio Global España 2020`s: El reto es actuar. Recuperado el 13 de abril de 2012 de, [www.cambioglobal.es/Cambio%20Global%20España%202020.pdf](http://www.cambioglobal.es/Cambio%20Global%20España%202020.pdf)
- Palacios-Silva, R. (2007). Huella Ecológica de habitantes en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. [Versión electrónica]. *Revista de Ciencias de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas*. 1 (1), 67-76.
- Paz-Sánchez, F. (2011). La dependencia alimentaria, oportunidad de inversión. Recuperado el 23 de marzo de 2012, de [congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/anteriores/xvi/docs/10k.pdf](http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/anteriores/xvi/docs/10k.pdf)
- PNUD. (2008). Guía Recursos de Género para el Cambio Climático. Recuperado el 23 de mayo de 2013 de, [www.gdnonline.org/resources/UNDP\\_Mexico\\_Guia\\_Recursos\\_Genero\\_CC.pdf](http://www.gdnonline.org/resources/UNDP_Mexico_Guia_Recursos_Genero_CC.pdf)
- Pon, D; Fernández, M y Planas, V. (2007). Sostenibilidad y territorio. Análisis de la Huella Ecológica de España. Recuperado el 23 de agosto de 2011, de [www.footprintnetwork.org/images/uploads/Huella%20ecologica%20de%20Espana.pdf](http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Huella%20ecologica%20de%20Espana.pdf)
- Pulido-Rull, M.A; Coronel-Villalobos, M; Vera-García, F; Barousse-Martínez, T. (enero-junio, 2011) Salud física, hábitos alimentarios y ejercicio en estudiantes de licenciatura de la



- Universidad Intercontinental [versión electrónica]. *Revista Intercontinental de Psicología y Educación*, Vol 13 (1), 65-82.
- PROFECO-CONAE. (2002). Cómo ahorrar energía eléctrica en el hogar. Recuperado 15 de agosto de 2012 de, [www.profeco.gob.mx/revista/publicaciones/otras\\_pub/ahorroluz.pdf](http://www.profeco.gob.mx/revista/publicaciones/otras_pub/ahorroluz.pdf)
- Recojo (Red Colombiana de Jóvenes) (2011). ¡Dona tu teléfono móvil! Recuperado diciembre de 2012 de, [recojo.blogspot.mx/2011/05/dona-tu-telefono-movil.html](http://recojo.blogspot.mx/2011/05/dona-tu-telefono-movil.html)
- Reyna, T. (1989). Aspectos Climáticos de la Cuenca del Valle de México. pp. 25-40
- Rodríguez, S. (2011, 13 junio). No la riegue, mejor cuidela [en línea]. *El Economista*. Recuperado el 23 de agosto de 2012 de, [eleconomista.com.mx/finanzas-personales/2011/06/13/no-riegue-mejor-cuidela](http://eleconomista.com.mx/finanzas-personales/2011/06/13/no-riegue-mejor-cuidela)
- Rodríguez, I. (2012). Focos ahorradores: a paso lento en México. Recuperado mayo de 2013 de, [www.manufactura.mx/industria/2012/05/15/focos.ahorradores-a-paso-lento-en-mexico](http://www.manufactura.mx/industria/2012/05/15/focos.ahorradores-a-paso-lento-en-mexico)
- SA y DS (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable). (2008). La Huella de Carbono Versión 1.0: la huella de carbono del argentino promedio. Recuperado marzo de 2012, de [www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/File/030608\\_metodología\\_huella\\_carbono.pdf](http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/File/030608_metodología_huella_carbono.pdf)
- Schneider, H. y Samaniego, J.L. (2009). La huella de carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. Recuperado el 15 de marzo de 2012, de [www.eclac.org/publicaciones/xml/5/38285/LCW.298\\_2.pdf](http://www.eclac.org/publicaciones/xml/5/38285/LCW.298_2.pdf)
- Secretaría de Economía. (2012). Monografía del Sector Plátano en México: situación actual y oportunidades de mercado. Recuperado el 14 de mayo de 2013 de, [www.economia.gob.mx/files/Monografía\\_Platano.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/Monografía_Platano.pdf)
- SEMARNAT. (2008). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México: Compendio de Estadísticas Ambientales. México.

- SENER. (2010). Balance Nacional de Energía 2009. Recuperado el 5 de enero de 2012 de, [www.sener.gob.mx/res/1791/Balance\\_Nacional\\_2009.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/1791/Balance_Nacional_2009.pdf)
- Sheinbaum-Pardo, C.; García-Robles, C.; Solís-Ávila, J.C.; Chávez, C. (2009). Escenarios de consumo de energía y emisiones de Gases de Efecto Invernadero del transporte de pasajeros en la Zona Metropolitana del Valle de México. Recuperado 26 de diciembre de 2012, de [http://www.cvcccm-atmosfera.unam.mx/documents/investigaciones/pdf/Transporte\\_sheinbaum.pdf](http://www.cvcccm-atmosfera.unam.mx/documents/investigaciones/pdf/Transporte_sheinbaum.pdf)
- SMA. (2012). Registro de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2010. Recuperado 26 de diciembre de 2012, de [http://www.sma.df.gob.mx/inventario\\_emisiones/index.php?op=pub#](http://www.sma.df.gob.mx/inventario_emisiones/index.php?op=pub#)
- SNIA (Sistema Nacional de Indicadores Ambientales). (2012). Indicadores básicos del Desempeño Ambiental de México. Recuperado el 20 de abril de 2012 de, [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores\\_2010\\_web/indicadores\\_2010/00\\_conjunto/marco\\_conceptual.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores_2010_web/indicadores_2010/00_conjunto/marco_conceptual.html)
- Sonika, R; Sonu, G; Manoj, S; Amarjeet, S. (2012). Ecological footprint score in university students of an Indian city. *Journal of Environmental and Occupational Science*. 1 (1). 23-26.
- Suárez, A. (2012, 30 de enero) La bicicleta en México, e intensa competencia frente al automóvil [en línea]. La Jornada ecológica. Recuperado el 2 de mayo de 2012 de <http://www.jornada.unam.mx/2012/01/30/eco-c.html>
- Turner, T. (2004). ¿Cuál es el tamaño de tu huella ecológica? Recuperado 2 de abril de 2012, de <http://www.greenteacher.com/middlebookintr.html>
- Toro-Jaramillo, D.I y Parra-Ramírez, D.R. (2006). Método y conocimiento: metodología de la investigación. Recuperado 21 de abril de 2013 de, [books.google.com.mx/books?id=4y-kHGjEjyOC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_atb#V=onepage&q&f=false](http://books.google.com.mx/books?id=4y-kHGjEjyOC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_atb#V=onepage&q&f=false)

- Solar, V. (2011). Gender and Natural Resource Consumption. *International Journal of Environmental Science and Development*. 2 (5) 399-401.
- Vázquez-Cid, J.C. (2009). La Huella Ecológica de la comunidad de la Universidad Veracruzana (UV), Campus Xalapa. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana.
- Wackernagel, M y Rees, W. (2001). Nuestra Huella Ecológica: reduciendo el impacto humano sobre la Tierra. Recuperado el 3 de mayo de 2013, de [books.google.com.mx/books?isbn=9562824055](http://books.google.com.mx/books?isbn=9562824055)
- WWF. (2010). Informe Planeta Vivo 2012. Recuperado 14 de abril de 2012 de, [d3nehc6yl9qz04.cloudfront.net/downloads/informe\\_planeta\\_vivo\\_2012.pdf](http://d3nehc6yl9qz04.cloudfront.net/downloads/informe_planeta_vivo_2012.pdf)
- Zhao, S; Li, Z y Li, W. (2005). A modified method of ecological footprint calculation and its application. *Ecological Modelling* (185) 65-75.

## REFERENCIAS DE INTERNET

<http://www.metro.df.gob.mx>

(SIAP). <http://www.siap.gob.mx>

(SAGARPA). <http://sagarpa.gob.mx/Paginas/default.aspx>

(SENER) [www.sener.gob.mx](http://www.sener.gob.mx)

(INECC). <http://www.ine.gob.mx>

(FAO) [http://www.fao.org/index\\_es.htm](http://www.fao.org/index_es.htm)

(IPCC). <http://www.ipcc.ch>

(INEGI). <http://www.inegi.gob.mx>

(Revista del Consumidor) [Revistadelconsumidor.gob.mx](http://Revistadelconsumidor.gob.mx)

Red de dinamizadores de consumo responsable y alimentación ecológica. [www.reddinamizadoras.es/index.php/huella-de-carbono-y-genero](http://www.reddinamizadoras.es/index.php/huella-de-carbono-y-genero) (consultada junio de 2013)

<http://www.soyecolombiano.com/site/nuestra-huella/huella-ecologica/mide-tu-huella.aspx>

(consultada enero de 2013)

[www.footprintnetwork.org/es/index.php/GFN/page/calculators/](http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/GFN/page/calculators/) (consultada marzo de 2012)

## ANEXO

### CUESTIONARIO DE HUELLA ECOLÓGICA PERSONAL

La Huella Ecológica te ayuda a identificar cómo tus acciones tienen un impacto, ya sea, positivo o negativo sobre el planeta. ¿Quieres conocer tu Huella Ecológica? Realiza el siguiente cuestionario y sabrás si tu estilo de vida es “amigable” con el medio ambiente.

#### INSTRUCCIONES

Cada pregunta tiene varias opciones de respuesta; elige la opción que mejor se adapte a tu vida diaria y coloca su valor en la línea de cada pregunta; llena la encuesta con la mayor franqueza posible.

#### SECCIÓN (A) Alimentos

1. ¿Cuántas raciones de **fruta** consumes **a la semana**?  
(Considera como ración un plátano, una manzana o un plato de fruta mixta mayor a 100 gramos).

- a) No consumo.....cero
- b) 1 a 2 raciones a la semana.....0.0011
- c) 2 a 4 raciones a la semana.....0.0023 \_\_\_\_\_
- d) 4 a 6 raciones a la semana.....0.0039
- e) 6 a 8 raciones a la semana.....0.0055

2. ¿Acostumbras incluir hortalizas (jitomate, tomate, zanahoria, papas; etc.) en tu alimentación?

- a) Sí.....0.00083 \_\_\_\_\_
- b) No.....cero

3. ¿Cuántas **piezas de pan** (dulce y/o salado) consumes **a la semana**?

- a) No consumo.....cero
- b) 1 a 2 piezas de pan a la semana.....0.005
- c) 2 a 4 piezas de pan a la semana.....0.01 \_\_\_\_\_
- d) 4 a 6 piezas de pan a la semana.....0.016
- e) 6 a 8 piezas de pan a la semana.....0.023

4. ¿Cuántas **piezas de tortilla** consumes en promedio **al día**?

- a) No consumo.....cero
- b) 1 a 2 piezas de tortilla al día.....0.0055
- c) 2 a 4 piezas de tortilla al día.....0.010 \_\_\_\_\_
- d) 4 a 6 piezas de tortilla al día.....0.018
- e) 6 a 8 piezas de tortilla al día.....0.025
- f) 8 a 10 piezas de tortilla al día...0.032

5. ¿Cuántas veces **a la semana** consumes **carne de res**?

- a) No consumo.....cero
- b) 1 a 2 veces por semana.....0.039 \_\_\_\_\_
- c) 3 a 4 veces por semana.....0.094
- d) 5 a 6 veces por semana.....0.14

6. ¿Cuántas veces **a la semana** consumes **carne de pollo**?

- a) No consumo.....cero
- b) 1 a 2 veces por semana.....0.039 \_\_\_\_\_
- c) 3 a 4 veces por semana.....0.21
- d) 5 a 6 veces por semana.....0.33

7. ¿Cuántas veces **a la semana** consumes **carne de cerdo**?

- a) No consumo.....cero
- b) 1 a 2 veces por semana.....0.047 \_\_\_\_\_
- c) 3 a 4 veces por semana.....0.11
- d) 5 a 6 veces por semana.....0.17

8. ¿Consumes **pescado y/o mariscos**?

- a) No consumo.....cero \_\_\_\_\_
- b) Sí consumo.....0.063

9. ¿Cuántas veces a la semana consumes yoghurt?

(Considera una ración en presentación individual de vaso o para beber)

- a) No consumo.....cero
- b) 1 a 2 veces a la semana.....0.0019
- c) 3 a 4 veces a la semana.....0.0045 \_\_\_\_\_
- d) 5 a 6 veces a la semana.....0.0071
- e) 7 a 8 veces a la semana.....0.096

10. ¿Cuántas veces a la semana tomas leche?

- a) No consumo.....cero
- b) 1 a 2 veces por semana.....0.010
- c) 3 a 4 veces por semana.....0.024 \_\_\_\_\_
- d) 5 a 6 veces por semana.....0.038
- e) 7 a 8 veces por semana.....0.049
- f) 9 a 10 veces por semana 0.063

11. ¿Cuál de los siguientes alimentos acostumbras incluir en tu dieta?

**PUEDES MARCAR MÁS DE UNA OPCIÓN (X)**

Arroz, frijol y lenteja.....0.013 ( )

Nopalitos y chile.....0.0010 ( )

Aguacate.....0.0021 ( )

Cacahuates.....0.0026 ( )

Huevo..... 0.13 ( )

**SUMA TOTAL DE LA PREGUNTA (11):** \_\_\_\_\_

12. ¿Cuántos cigarrillos fumas al día?

- a) No consumo.....cero
- b) 1 al día.....0.00018
- c) 2 al día.....0.00039 \_\_\_\_\_
- d) 3 al día.....0.00054
- e) 4 al día.....0.00074
- f) 5 o más al día.....0.0013

13. ¿En cuánto estimas tu consumo a la semana de cerveza?

- a) No consumo.....cero
- b) 1 a 2 cervezas a la semana.....0.0032
- c) 3 a 4 cervezas a la semana.....0.0075 \_\_\_\_\_
- d) 5 a 6 cervezas a la semana.....0.011

**SECCIÓN (B) Transporte**

(Considera un día hábil promedio)

**14. ¿Cuántos kilómetros recorres diariamente en el Sistema de Transporte Colectivo Metro (STC-Metro)?**

(Considera recorridos de ida y vuelta)

- a) No lo utilizo.....cero
- b) 2 a 6 kilómetros diarios.....0.00012
- c) 7 a 12 kilómetros diarios.....0.00030 \_\_\_\_\_
- d) 13 a 18 kilómetros diarios.....0.00049
- e) 19 a 24 kilómetros diarios.....0.00067
- f) 25 a 30 kilómetros diarios.....0.00087

**SECCIÓN (C) Energía**

**15. ¿Cuántos kilómetros recorres diariamente en transporte colectivo? (Combi, Microbús y Autobús). (Considera recorridos de ida y vuelta)**

- a) 5 a 7 kilómetros diarios.....0.020
- b) 8 a 10 kilómetros diarios.....0.030
- c) 11 a 13 kilómetros diarios.....0.040 \_\_\_\_\_
- d) 14 a 16 kilómetros diarios.....0.051
- e) 17 a 20 kilómetros diarios.....0.063

**16. ¿Qué distancia en kilómetros recorres al día en motocicleta? (Considera recorridos de ida y vuelta)**

- a) No lo utilizo.....cero
- b) 2 a 4 kilómetros diarios.....0.031
- c) 5 a 7 kilómetros diarios.....0.063 \_\_\_\_\_
- d) 8 a 10 kilómetros diarios.....0.095
- e) 11 a 13 kilómetros diarios.....0.12
- f) 14 a 16 kilómetros diarios.....0.15

**17. ¿Qué distancia recorres en kilómetros en automóvil y/o taxi? (Considera recorridos de ida y vuelta)**

- a) No lo utilizo.....cero
- b) 2 a 6 kilómetros diarios.....0.041
- c) 7 a 12 kilómetros diarios.....0.098 \_\_\_\_\_
- d) 13 a 18 kilómetros diarios.....0.15
- e) 19 a 24 kilómetros diarios.....0.21
- f) 25 a 30 kilómetros.....0.28

**18. ¿Cuál de los siguientes aparatos electrodomésticos tienes en tu casa? Coloca el punto correspondiente de tu elección en la línea. En caso de no contar con algún aparato electrodoméstico coloca un Cero.**

**PUNTOS**

- a) **Plancha.....0.026** \_\_\_\_\_
- b) **Licadora.....0.00086** \_\_\_\_\_
- c) **Microondas.....0.0040** \_\_\_\_\_
- d) **Refrigerador. Si lo compraste:**
  - \* **Hace 8 años o menos .....0.016** \_\_\_\_\_
  - \* **Hace 10 años o más.....0.028**
- e) **Lavadora.....0.0046** \_\_\_\_\_
- f) **Estufa eléctrica.....0.058**
- g) **Estufa de gas con piloto.....0.095** \_\_\_\_\_
- h) **Estufa de gas sin piloto.....0.077**

**SUMA TOTAL DE LA PREGUNTA 18:** \_\_\_\_\_

19. ¿Cuántos focos convencionales hay en tu casa?

- a) 1 a 3 focos.....0.011
- b) 4 a 6 focos.....0.027
- c) 7 a 9 focos.....0.044 \_\_\_\_\_
- d) 10 a 12 focos.....0.059
- e) 13 a 15 focos.....0.077

20. ¿Cuántos focos ahorradores hay en tu casa?

- a) 1 a 3 focos.....0.0029
- b) 4 a 6 focos.....0.0071
- c) 7 a 9 focos.....0.011 \_\_\_\_\_
- d) 10 a 12 focos.....0.015
- e) 13 a 15 focos.....0.020

21. ¿Utilizas teléfono celular? **Si tu respuesta es sí, multiplica el número de dispositivos móviles que posees por la cantidad que aparece a la derecha, esto en caso de contar con más de un celular.**

- a) **Sí.....0.011** \_\_\_\_\_
- b) **No.....cero**

22. De los siguientes aparatos electrónicos: ¿Cuánto tiempo a la semana los mantienes encendidos?

**Televisor**

- a) 7 horas o menos a la semana.....0.0043
- b) 8 a 12 horas a la semana.....0.010
- c) 13 a 17 horas a la semana.....0.016 \_\_\_\_\_
- d) 18 a 22 horas a la semana.....0.021
- e) 23 a 28 horas a la semana.....0.027

**Computadora de escritorio**

- a) 15 a 20 horas a la semana.....0.027
- b) 21 a 25 horas a la semana .....0.036
- c) 26 a 30 horas a la semana.....0.043 \_\_\_\_\_
- d) 31 a 35 horas a la semana.....0.051
- e) 36 a 40 horas a la semana.....0.059

**Computadora portátil**

- a) 15 a 20 horas a la semana.....0.013
- b) 21 a 25 horas a la semana.....0.018
- c) 26 a 30 horas a la semana.....0.022 \_\_\_\_\_
- d) 31 a 35 horas a la semana.....0.025
- e) 36 a 40 horas a la semana.....0.029

**DVD**

- a) 2 a 3 horas a la semana.....0.00034
- b) 4 a 6 horas a la semana.....0.00069
- c) 7 a 9 horas a la semana.....0.0011 \_\_\_\_\_
- d) 10 a 12 horas a la semana.....0.0014
- e) 13 a 15 horas a la semana.....0.0018

**Estéreo**

- a) 2 a 3 horas a la semana.....0.0045
- b) 4 a 6 horas a la semana.....0.0091
- c) 7 a 9 horas a la semana.....0.014 \_\_\_\_\_
- d) 10 a 12 horas a la semana.....0.019
- e) 13 a 15 horas a la semana.....0.025

**SUMA TOTAL DE LA PREGUNTA 22:** \_\_\_\_\_

23. Tu calentador o “boiler” utiliza:
- a) Gas LP.....0.078 \_\_\_\_\_
- b) Gas natural.....0.076 \_\_\_\_\_
- c) Electricidad.....0.048 \_\_\_\_\_
24. ¿Cuánto tiempo permanezco debajo de la ducha?
- a) Más de 20 minutos.....0.12 \_\_\_\_\_
- b) Entre 10 y 20 minutos.....0.063 \_\_\_\_\_
- c) Entre 5 y 10 minutos.....0.031 \_\_\_\_\_
- d) Sólo 5 minutos.....0.017 \_\_\_\_\_
25. ¿Cuándo me lavó los dientes, yo.....?
- a) Dejo correr el agua mientras lo hago.....0.00084 \_\_\_\_\_
- b) Utilizo un vaso de agua.....0.00010 \_\_\_\_\_
26. ¿Tu inodoro o “Wc” lo adquiriste...?
- a) Antes del año de 1999.....Pasa a la pregunta 27**
- b) Después del año de 1999.....Pasa a la pregunta 28**
27. ¿Cuántas veces al día vació el inodoro o “WC”?
- a) 2 a 3 veces al día.....0.020 \_\_\_\_\_
- b) 4 a 5 veces al día.....0.037 \_\_\_\_\_
- c) 6 a 7 veces al día.....0.054 \_\_\_\_\_
28. ¿Cuántas veces al día vació el inodoro o “Wc”?
- a) 2 a 3 veces al día..... 0.0063 \_\_\_\_\_
- b) 4 a 5 veces al día.....0.011 \_\_\_\_\_
- c) 6 a 7 veces al día.....0.016 \_\_\_\_\_

**Suma total de la sección (A) Alimentos:**

\_\_\_\_\_

**Suma total de la sección (B) Transporte:**


\_\_\_\_\_

**Suma total de la sección (C) Energía:**

\_\_\_\_\_

**Suma Huella Ecológica adicional (0.64 hag)**


**Mi huella ecológica total es:** \_\_\_\_\_

 **¡¡Bien hecho!! Si obtuviste menos de 1.6 hectáreas vives dentro de los límites naturales del planeta: ¡eres un ejemplo a seguir!**

Para satisfacer tu patrón de consumo requieres entre: **0.1 ha y 1.5 ha**

Traducido a campos de fútbol: **menos de dos campos de fútbol**


Traducido a planetas requieres entre: **0.05-0.8 planetas Tierra**

 **Si obtuviste entre 1.6 hectáreas y 1.8 hectáreas ¡¡cuidado!! Aunque te encuentras dentro de los límites que necesitas para satisfacer tus consumos cotidianos, corres el riesgo de sobrepasar las 1.8 hectáreas:**

Para satisfacer tu patrón de consumo requieres entre: **1.6 ha- 1.8 ha**

Traducidos a campos de fútbol: **Dos campos de fútbol**

Traducido a planetas: **0.8- 1 planeta Tierra**

 **Si obtuviste una Huella Ecológica mayor a 1.8 hectáreas, significa que tu estilo de vida es completamente insostenible. Si todo el mundo consumiera los mismos recursos que consumes tú, sería necesario otro planeta Tierra que nos apoye para mantener a toda la población.**

Para satisfacer tu patrón de consumo requieres: **más de 1.8 ha**

Traducido a campos de fútbol: **más de dos campos de fútbol**

Traducido a planetas: **más de 1 planeta Tierra**