



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA HUELLA ECOLÓGICA DE ALUMNOS  
UNIVERSITARIOS DEL ÁREA QUÍMICO-BIOLÓGICA Y RECOMENDACIONES  
PARA SU MITIGACIÓN**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIÓLOGO**

**PRESENTA**

**IRMA BELÉN JUÁREZ CORTÉS**

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

**Unidad de Investigación en Ecología Vegetal**

**Tesis financiada por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico  
(DGAPA) de la UNAM, mediante el proyecto PAPIME con clave PE206414**



**Ciudad de México**

**febrero, 2017**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

# Contenido

## Resumen

|   |    |
|---|----|
| 1. Introducción.....                                    | 8  |
| 2. Marco teórico.....                                   | 9  |
| 2.1 Sustentabilidad.....                                | 9  |
| 2.3 Huella ecológica (HE).....                          | 10 |
| 2.4 Biocapacidad y bioproductividad.....                | 11 |
| 2.5 Déficit ecológico.....                              | 12 |
| 2.6 Categorías de la huella ecológica.....              | 12 |
| 2.7 Huella ecológica en el mundo y en México.....       | 13 |
| 3. Justificación científica.....                        | 15 |
| 4. Problemática.....                                    | 16 |
| 5. Hipótesis.....                                       | 17 |
| 6. Objetivos.....                                       | 17 |
| 6.1 Objetivo General.....                               | 17 |
| 6.2 Objetivos Particulares.....                         | 17 |
| 7. Metodología.....                                     | 18 |
| 7.1 Zona de Estudio.....                                | 18 |
| 7.3 Cuestionario de la huella ecológica (HE).....       | 19 |
| 7.2 Diseño experimental.....                            | 23 |
| 8. Resultados.....                                      | 25 |
| 8.1 Pruebas estadísticas y comparación de datos.....    | 25 |
| 8.2 Componentes principales de la huella ecológica..... | 51 |
| 9. Discusión.....                                       | 58 |
| 10. Conclusiones.....                                   | 61 |
| 11. Referencias.....                                    | 62 |
| 12. Anexo.....  | 66 |

## Índice de Tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Número de cuestionarios a aplicar por Carrera.....  | 23 |
| Tabla 2. Estructura de la base de datos.....   | 23 |
| Tabla 3. Prueba Kruskal-Wallis del promedio de la huella ecológica en hectáreas globales (hag) de las Carreras del área Químico-Biológica..... | 26 |
| Tabla 4. Contrastes entre medias de los rangos de tratamientos.....  | 26 |
| Tabla 5. Prueba Kruskal Wallis de los géneros de la Carrera de Biología.....   | 28 |
| Tabla 6. Prueba Kruskal Wallis de los géneros de la Carrera de IQ.....   | 29 |
| Tabla 7. Prueba Kruskal Wallis de los géneros de la Carrera de QFB.....  | 30 |
| Tabla 8. Prueba Kruskal-Wallis de la categoría de energía por Carreras.....  | 32 |
| Tabla 9. Contrastes entre medias de los rangos de tratamientos.....  | 33 |
| Tabla 10. Prueba Kruskal Wallis del categoría transporte por Carreras.....   | 34 |
| Tabla 11. Contrastes entre medias de los rangos de tratamientos.....   | 34 |
| Tabla 12. Prueba Kruskal Wallis de los consumidores y consumidoras de cerveza en la Carrera de Biología.....                                   | 36 |
| Tabla 13. Prueba de Kruskal Wallis de los consumidores y consumidoras de cigarro de la Carrera de Biología.....                                | 36 |
| Tabla 14. Prueba Kruskal-Wallis de los consumidores y consumidoras de cerveza en la Carrera de IQ.....   | 37 |
| Tabla 15. Prueba Kruskal-Wallis de los consumidores y consumidoras de cigarro en la Carrera de IQ.....   | 38 |
| Tabla 16. Prueba Kruskal-Wallis de los consumidores y consumidoras de cerveza en la Carrera de QFB.....  | 39 |
| Tabla 17. Contrastes entre medias de los rangos de tratamientos.....   | 39 |
| Tabla 18. Prueba t de Student para muestras independientes de los consumidores y consumidoras de cerveza en la Carrera de QFB.....             | 40 |
| Tabla 19. Prueba Kruskal-Wallis de los consumidores y consumidoras de cigarro en la Carrera de QFB.....  | 41 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 20. Frecuencia y Frecuencia relativa de cervezas consumidas a la semana por los estudiantes de la Carrera de Biología.....                               | 42 |
| Tabla 21. Frecuencia y Frecuencia relativa de cigarros consumidos al día por estudiantes de la Carrera de Biología.....  | 43 |
| Tabla 22. Frecuencia y Frecuencia relativa de cervezas consumidas a la semana por los estudiantes de la Carrera de IQ.....                                     | 44 |
| Tabla 23. Frecuencia y Frecuencia relativa de cigarros consumidos al día por estudiantes de la Carrera de IQ.....  | 45 |
| Tabla 24. Frecuencia y Frecuencia relativa de cervezas consumidas a la semana por los estudiantes de la Carrera de QFB.....                                    | 46 |
| Tabla 25. Frecuencia y Frecuencia relativa de cigarros consumidos al día por estudiantes de la Carrera de QFB.....   | 47 |
| Tabla 26. Prueba Kruskal Wallis del número de cervezas que consumen a la semana los estudiantes (hombres y mujeres) de las Carreras de Biología, IQ y QFB..... | 49 |
| Tabla 27. Contrastes entre medias de los rangos de tratamientos.....   | 50 |
| Tabla 28. Prueba de Kruskal Wallis del número de cigarros que consumen al día los estudiantes de las Carreras de Biología, IQ y QFB.....                       | 51 |
| Tabla 29. Autovalores huella ecológica .....   | 51 |
| Tabla 30. Autovectores huella ecológica .....  | 51 |
| Tabla 31. Autovalores de la categoría de Energía .....   | 53 |
| Tabla 32. Autovectores de la categoría de Energía.....   | 54 |
| Tabla 33. Autovalores de la categoría de Transporte .....  | 55 |
| Tabla 34. Autovectores de la categoría de Transporte.....  | 55 |
| Tabla 35. Autovalores de la categoría de Alimentos .....   | 57 |
| Tabla 36. Autovectores de la categoría de Alimentos.....   | 57 |
| Tabla 37. Cuadro de síntesis de los análisis de resultados de la HE de las Carreras de Biología, IQ y QFB.....   | 60 |

## Índice de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología.....   | 24 |
| Figura 2. Promedio de la huella ecológica en hectáreas globales (hag), de las Carreras de Biología, IQ y QFB.....                            | 26 |
| Figura 3. Comparación de la huella ecológica entre géneros en la Carrera de Biología.....  | 28 |
| Figura 4. Comparación de la huella ecológica entre géneros en la Carrera de IQ.....  | 29 |
| Figura 5. Comparación de la huella ecológica entre géneros en la Carrera de QFB.....   | 30 |
| Figura 6. Comparación de la huella ecológica por categorías entre las Carreras de Biología, IQ y QFB.....                                    | 31 |
| Figura 7. Comparación de la categoría de energía de la huella ecológica entre las Carreras de Biología, IQ y QFB.....                        | 32 |
| Figura 8. Comparación de la categoría de transporte de la huella ecológica entre las Carreras de Biología, IQ y QFB .....                    | 34 |
| Figura 9. Porcentaje de consumidores y consumidoras de cerveza en la Carrera de Biología, respecto al total de estudiantes encuestados.....  | 35 |
| Figura 10. Porcentaje de consumidores y consumidoras de cigarro en la Carrera de Biología, respecto al total de estudiantes encuestados..... | 36 |
| Figura 11. Porcentaje de consumidores y consumidoras de cerveza en la Carrera de IQ.....   | 37 |
| Figura 12. Porcentaje de consumidores y consumidoras de cigarro en la Carrera de IQ.....   | 38 |
| Figura 13. Porcentaje de consumidores y consumidoras de cerveza en la Carrera de QFB.....  | 39 |
| Figura 14. Porcentaje de consumidores y consumidoras de cigarro en la Carrera de QFB.....  | 41 |
| Figura 15. Porcentaje de estudiantes que consumen cervezas por semana (hombres y mujeres) de la Carrera de Biología.....                     | 42 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 16. Porcentaje de estudiantes que consumen cigarros por día (hombres y mujeres) de la Carrera de Biología.....                                      | 43 |
| Figura 17. Porcentaje del número de cervezas consumidas a la semana por estudiantes (hombres y mujeres) de la Carrera de IQ.....                           | 44 |
| Figura 18. Porcentaje de estudiantes que consumen cigarros por día (hombres y mujeres) de la Carrera de IQ.....  | 45 |
| Figura 19. Porcentaje de estudiantes que consumen cervezas por semana (hombres y mujeres) de la Carrera de QFB.....  | 46 |
| Figura 20. Porcentaje de estudiantes que consumen cigarros por día (hombres y mujeres) de la Carrera de QFB.....   | 47 |
| Figura 21. Comparación del porcentaje de estudiantes que consumen cervezas por semana (hombres y mujeres) entre las Carreras de Biología, IQ y QFB.....    | 48 |
| Figura 22. Comparación del porcentaje de estudiantes que consumen cigarros por día (hombres y mujeres) entre las Carreras de Biología, IQ y QFB.....       | 48 |
| Figura 23. Comparación del número de cervezas que consumen a la semana los estudiantes (hombres y mujeres) entre las Carreras de Biología, IQ y QFB.....   | 49 |
| Figura 24. Comparación del número de cigarros que consumen al día los estudiantes (hombres y mujeres) entre las Carreras de Biología, IQ y QFB.....        | 50 |
| Figura 25. Componentes principales de la huella ecológica en las Carreras de Biología, IQ y QFB.....   | 52 |
| Figura 26. Componentes principales de la categoría de Energía de la huella ecológica de la Carrera de Biología, IQ y QFB.....                              | 53 |
| Figura 27. Porcentaje de estudiantes de la Carrera de Biología, IQ y QFB que cuentan con celular propio, respecto al total de estudiantes encuestados..... | 54 |
| Figura 28. Componentes principales de la categoría de Transporte de la huella ecológica de la Carrera de Biología, IQ y QFB.....                           | 55 |
| Figura 29. Componentes principales de la categoría de Alimentos en la huella ecológica de la Carrera de Biología, IQ y QFB.....                            | 56 |

## Índice de Imágenes

|   |    |
|---|----|
| Imagen 1. Biocapacidad (o capacidad de carga) y HE de algunas regiones del mundo.....               | 12 |
| Imagen 2. Componentes de la huella ecológica versus biocapacidad de la Tierra 1961-2012.....        | 13 |
| Imagen 3. Huella ecológica promedio en hectáreas globales (HAG) por persona y por país en 2012..... | 14 |
| Imagen 4 y 5. Mapa de la Ciudad de México, Delegación Iztapalapa.....                               | 18 |
| Imagen 6. Ubicación del Campus II de la FES Zaragoza.....   | 18 |

## Resumen

El objetivo en este trabajo fue calcular y comparar la huella ecológica de alumnos de las Carreras de Biología, Ingeniería Química y Químico Farmacéutica Biológica, de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Por medio de un cuestionario de 30 preguntas, se calculó el impacto ambiental individual de estudiantes universitarios, considerando el estilo de vida y el patrón de consumo propios de la cultura mexicana. Esto permite conocer el comportamiento promedio en el consumo de recursos en alumnos del área Químico-Biológica, así como determinar el impacto ambiental de forma cuantitativa (medido en hectáreas globales), a fin de poder aplicar medidas de mitigación y así los estudiantes podrán asumir su responsabilidad ambiental, individual y comunitaria. El diseño experimental consistió en aplicar 200 encuestas en cada Carrera y después se hizo un análisis estadístico de los datos (con el programa InfoStat), para realizar comparaciones entre las tres Carreras, por sexo y por categoría (alimentos, transporte, energía y forestal). Esto se realizó para poder generar recomendaciones a fin de incrementar la sustentabilidad de los integrantes de la comunidad estudiantil, en un ambiente propicio para el estudio a través de una alimentación saludable, una política de ahorro de agua y energía y una participación activa en la separación de residuos sólidos.

**Palabras clave:** huella ecológica, sustentabilidad, estudiantes universitarios, área Químico-Biológica

**Abstract:** The objective of this work was to calculate and to compare the ecological footprint (EF) of students of Biology, Chemical Engineering and Pharmaceutical Chemistry Biologist programs of Zaragoza *Campus II*, of the National University, through a 30-item questionnaire, considering the lifestyle and consumption pattern in the Mexican culture. This was made in order to know the general consumption behavior and the individual environmental impact by the students and to propose mitigation activities; this could be necessary to improve their environmental responsibility in individual and community way. The experimental design consisted of a statistical analysis of 200 questionnaires by Program (with InfoStat software), in view of comparisons the three study programs, by sex, semester and category (food, transport, energy and forestry). This could increase sustainability of the university students, creating an healthy environment for the study through a balanced diet, a policy of saving water and energy and an active participation in solid wastes separation.

**Key words:** *Ecological footprint, sustainability, university students, Chemical-Biological area*

## 1. Introducción

La educación es vista como un derecho humano fundamental y también como un promotor de valores y actitudes que pueden fomentar prácticas de convivencia entre los estudiantes y los ciudadanos (Gottlieb *et al.*, 2011). Asimismo, el objetivo principal de una universidad es formar egresados integrando las actividades de investigación, enseñanza y difusión cultural con el fin de proporcionar a los profesionales conocimientos y habilidades que contribuyan al desarrollo social de su comunidad y que resuelvan problemáticas de la sociedad, de su disciplina y área de competencia (Martínez *et al.*, 2006). En este contexto, se definió que la esencia de la educación para la sustentabilidad debe considerar factores de tipo ambiental, social, económico, tecnológico y cultural, que se entrelazan inevitablemente y por lo tanto son necesarios para abordarla de una manera más integral.

Así, el objetivo de este documento es hacer un análisis comparativo de la huella ecológica de estudiantes de tres Carreras del área Químico Biológica (Biología, Ingeniería Química. y Química Farmacéutica Biológica) con el fin de caracterizar sus impactos ambientales individuales e identificar los sectores con mayor peso en su HE. Esto permitirá hacerles recomendaciones puntuales para incrementar su desempeño ambiental y ser conscientes de lo que se requiere para ser individuos sustentables.

El análisis de la huella ecológica se ha utilizado como una medida de la sustentabilidad de productos y actividades (Klein *et al.*, 2010), ya que proporciona una medida del impacto ambiental derivado de personas, grupos, actividades, proyectos, inmuebles o instalaciones. Esto es una base para considerar el riesgo a largo plazo y la sustentabilidad ecológica de diferentes asentamientos humanos, regiones o continentes (Sendel *et al.*, 2003). De la misma manera, el método de la huella ecológica representa la adecuación de una determinada población a la capacidad de carga del sistema local y global y fue desarrollado con el fin de medir la relación entre la naturaleza y los seres humanos, pues se apoya en la premisa de que cada

persona requiere una superficie en la Tierra que le proporcione bienes y servicios esenciales para la vida (Nunes *et al.*, 2013).

Sin embargo, estudios recientes indican que la difusión de los informes sobre sustentabilidad individual y grupal, se encuentran aún en una fase temprana y no se espera una difusión masiva de estos reportes, sobre la base de los datos actuales, a pesar de las crecientes demandas de información sobre la sustentabilidad de los jóvenes y otros grupos de interés de la sociedad (Alonso *et al.*, 2014).

## **2. Marco Teórico**

Es conveniente considerar que el mundo actualmente enfrenta la aceleración del cambio climático, la inestabilidad económica y los límites de uso de recursos. Por eso es urgente encontrar mejores indicadores del progreso hacia la sustentabilidad (Lyon, 2011).

### **2.1 Sustentabilidad**

La sustentabilidad se refiere a una forma de vida que toma en cuenta los aportes del entorno natural que se denominan servicios ambientales. La sustentabilidad tiene dos dimensiones: influencia y dependencia de estos servicios. Es por eso que cuando mejor se conoce la influencia sobre la sociedad más se aprende acerca de la interdependencia de los sistemas ecológicos que sustentan la vida (Gottlieb *et al.*, 2011). Esto mismo requiere que los estudiantes tengan cuestionamiento crítico y pensamiento sistémico, con el fin de ser capaces de explorar la complejidad y las implicaciones de la sustentabilidad.

La protección del capital natural, incluyendo su capacidad para renovar o regenerarse, representa un aspecto fundamental de la sustentabilidad. Por lo tanto, las medidas fiables de la oferta y la demanda humana sobre el capital natural son indispensables para el seguimiento de los avances del establecimiento de objetivos de conservación del capital natural y para conducir a políticas sobre la sustentabilidad (Monfreda *et al.*, 2003). Asimismo, se deben tomar algunas acciones para persuadir a las autoridades

y a la sociedad a adoptar las normas ambientales y a destacar los beneficios y la necesidad de contar con informes periódicos de sustentabilidad (Alonso, 2014).

### 2.3 Huella ecológica (HE)

Existen indicadores que abordan diferentes cuestiones ambientales, como la reducción de los impactos ambientales, la vulnerabilidad económica, la capacidad institucional para proporcionar políticas eficaces y la cuantificación de parámetros del medio ambiente, es decir, la gestión mundial (Niccolucci *et al.*, 2011). Así, un índice ampliamente aceptado en la actualidad para medir la sustentabilidad individual y grupal es la huella ecológica (HE), la cual es concebida como una herramienta para revelar la relación entre los estilos de vida y patrones de consumo de una población sobre el capital natural. Este indicador puede calcularse para las personas, así como para cualquier comunidad bien definida, incluyendo aldeas, pueblos, ciudades, provincias, naciones o a la población mundial. Su análisis se ha revelado como una política útil y una herramienta de planificación para la evaluación de la sustentabilidad urbana en diferentes partes del mundo (Geng *et al.*, 2014).

Se define como el área de terreno necesario para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un modo de vida específico, donde quiera que se encuentre esa área (Wackernagel *et al.*, 1996).

El cálculo se suele realizar a partir de los datos de consumo de la comunidad para un producto específico (X) y se debe de tomar en cuenta el área necesaria para su producción, importación y exportación, después dividirlo entre el promedio mundial:

$$\frac{\text{Producción}_x + \text{Importación}_x - \text{Exportación}_x}{\text{Productividad}_x} = \text{Huella Ecológica del producto}_x$$

Wackernagel *et al.*, 1999).

## 2.4 Biocapacidad y bioproductividad

La huella ecológica es una medida de la demanda humana de recursos y servicios ecológicos; y no es asimilable por la capacidad de carga o biocapacidad, que en particular muestra dónde y por cuánto, los seres humanos viven más o en algunos casos por debajo del nivel de suministro de servicios ecológicos y de recursos locales que se mide en hectáreas (Niccolucci *et al.*, 2011). La biocapacidad o interés del capital natural mide la bioproductividad o productividad biológica en un área. La productividad biológica promedio de una hectárea de superficie productiva de la Tierra se expresa en "hectáreas globales" (hag) y se utiliza como unidad común de comparación (Siche *et al.*, 2007), tanto para la biocapacidad en distintas regiones, como para medir la extensión e intensidad de los impactos ambientales (individuales o grupales) de la huella ecológica.

Con este enfoque, los diferentes tipos de terreno productivo se ponen en una unidad comparable, multiplicando áreas de tierra por un denominado factor de equivalencia, que se define como la productividad de un cierto tipo de tierra, dividida por la productividad media de tierra bioproductiva total (Hoekstra, 2008).

Asimismo, la bioproductividad es la capacidad de un bioma (por ejemplo, tierras de cultivo, pastizales, tierras forestales, mar productivo) para producir biomasa, que se define como el peso de la materia orgánica, incluyendo animales, plantas y microorganismos (vivos y muertos), por encima o por debajo de la superficie del suelo (Siche *et al.*, 2007).

## 2.5 Déficit ecológico

El déficit ecológico es la diferencia entre el área disponible (biocapacidad) y el área consumida (huella ecológica) en un lugar determinado y se presenta debido a que la demanda de recursos no es satisfecha por una oferta interna suficiente. Si la demanda mundial supera la oferta disponible, hay fuertes indicios de que se está liquidando el capital natural (Wackernagel *et al.*, 2003).

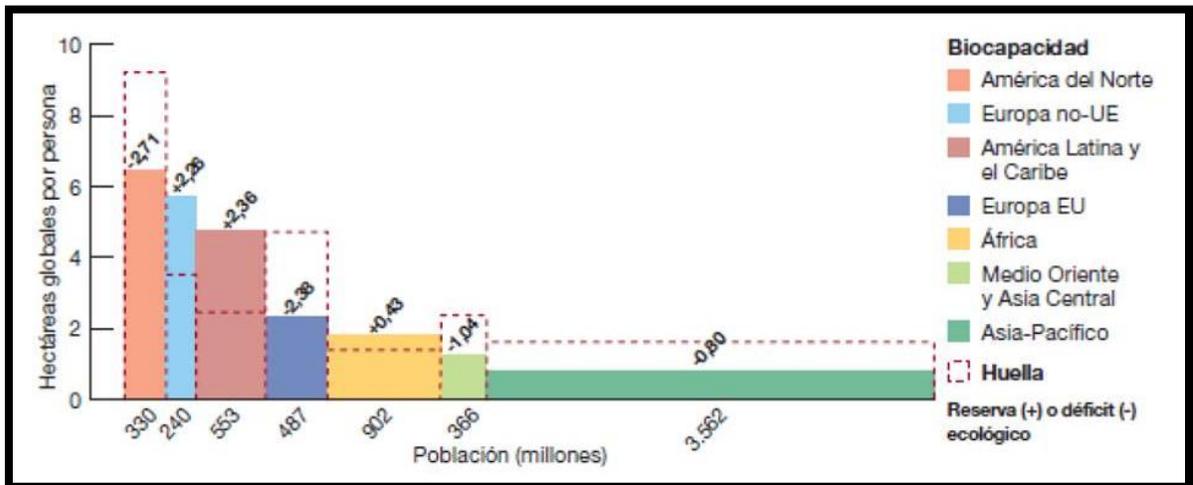


Imagen 1. Biocapacidad (o capacidad de carga) y HE de algunas regiones del mundo, las barras representan la biocapacidad y las líneas punteadas su huella ecológica y el valor dado sobre las barras equivale a su reserva (+) o déficit (-) ecológico (WWF, 2008).

## 2.6 Categorías de la huella ecológica

La huella ecológica es así un indicador que tiene el fin de obtener una medida del impacto ambiental individual, en las partes que la conforman, determinando así el nivel de sustentabilidad. De la misma manera que otros indicadores, la HE puede medir el compromiso de los países hacia la plena sustentabilidad al conjuntar la huella ecológica con la biocapacidad locales. Así, con tales medidas combinadas, es más fácil explorar y entender las interacciones entre las dimensiones económica, social y ambiental de los sistemas humanos (Niccolucci *et al.*, 2011).

La huella ecológica total de un individuo o de la comunidad se divide en una serie de componentes o categorías, de los cuales se distinguen:

- Uso de la tierra cultivable (para alimentos y otros productos agrícolas)

- b) El uso de pastos (para el pastoreo de animales)
- c) El uso de los bosques (para la extracción de madera)
- d) El uso de la tierra urbanizada (para vivir, transporte, educación, producción industrial, etc.)
- e) El uso de espacio de mar productivo (para peces)
- f) El uso de las tierras forestales para absorber el CO<sub>2</sub> que se emite directa o indirectamente debido a las actividades humanas (Hoekstra, 2008).

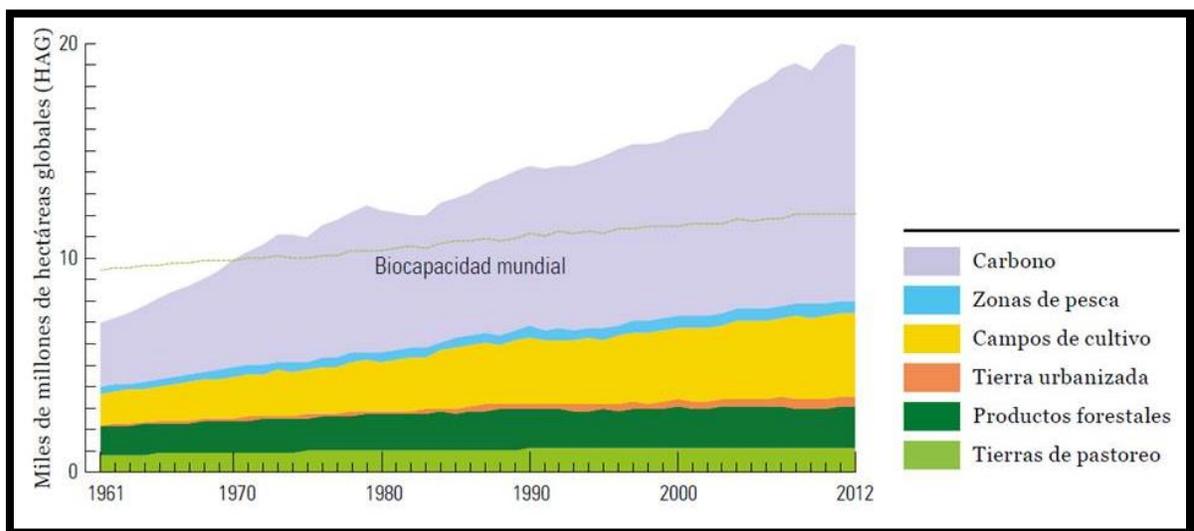


Imagen 2. Componentes de la huella ecológica versus biocapacidad de la Tierra 1961-2012, representada con la línea verde. Los datos se expresan en hectáreas globales (HAG) (Global Footprint Network, 2016).

## 2.7 Huella ecológica en el mundo y en México

Actualmente los escenarios de referencia de la huella ecológica muestran que el uso real del suelo aumentará aún más en las próximas décadas, en la mayoría de las regiones del mundo, siendo impulsado por el crecimiento demográfico, los cambios en la dieta humana hacia más productos de uso intensivo de la tierra y aumentos generales en los niveles de consumo (Vuuren *et al.*, 2004).

Se sabe que si el valor de la huella ecológica es menor a 16,000 m<sup>2</sup> (1.6 hag) es sustentable, y quiere decir que se necesitan menos de 1.6 hectáreas



En este estudio se registró una HE de 2.31 hag para antes del Curso-Taller y una de 2.30 hag para después y aunque se encontró por debajo del promedio de la HE mundial que es de 2.9 hag se concluyó que la población estudiantil sigue teniendo un consumo que no es sustentable para el planeta (García, 2014).

Por otra parte la Universidad Veracruzana (UV) *Campus* Xalapa, en su plan de Desarrollo 2025 puso de manifiesto su compromiso con el cuidado del medio ambiente para obtener una cultura más sustentable en la comunidad estudiantil y se determinó la HE comparándola entre los distintos grupos internos; estudiantil, académico y administrativo. También se propusieron e implementaron medidas para reducir su HE y disminuir su impacto en el ambiente.

En la comunidad universitaria de la UV, *Campus* Xalapa se observó que sin importar la entidad académica a la que pertenecían los encuestados se presentó el mismo patrón de sobreconsumo con una HE de 3.28 hag exigiendo más hectáreas per cápita que las disponibles por cada habitante del planeta aunque se observaron acciones que contribuían a tener una menor HE al analizar por separado las preguntas del cuestionario (Vázquez, 2009).

### **3. Justificación científica**

La huella ecológica (HE) también es un indicador de gran utilidad para medir la sustentabilidad individual, pues ayuda a concientizar sobre el impacto ambiental de las personas sobre el medio ambiente. Hacer una estimación de este índice en la comunidad estudiantil ayudará a plasmar el estilo de vida que llevan estudiantes del *Campus* II de la FES Zaragoza y la generación (directa o indirecta) de CO<sub>2</sub>. Esto permitirá establecer, para cada Carrera (Biología, Ingeniería Química y Químico Farmacéutico Biológica), medidas para mitigar el consumo excesivo de recursos y las emisiones de carbono a la atmósfera.

Además, es importante que los estudiantes universitarios conozcan su huella ecológica, para que ubiquen su nivel de sustentabilidad individual, a fin de que asuman su responsabilidad ambiental y apliquen medidas reductoras de los impactos ambientales (IA), individuales y comunitarios. Esto favorecerá el tránsito hacia un campus sustentable, a medida que los estudiantes conozcan su HE y visualicen las acciones necesarias para disminuirla.

#### **4. Problemática**

El deterioro del medio ambiente en el mundo y en especial en México ha sido un tema que tiene poca divulgación y escasas prevenciones. Debido a esto, los estudiantes de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, como futuros profesionistas en el área Químico-Biológica, serán sometidos a una encuesta sobre su huella ecológica para medir la problemática ambiental que causan individualmente. La comparación de los datos originados de las encuestas mostrarán el comportamiento de los estudiantes por Carrera y se comprobará si hay diferencias significativas entre las huellas ecológicas totales de los alumnos de Biología, IQ y QFB y en qué componente o categoría, de los evaluados en el cálculo de la huella ecológica, es el que tiene un mayor impacto ambiental en cada una de las Carreras. Por ello, en este estudio se busca responder las siguientes preguntas, para alumnos universitarios de las Carreras de Biología, Ingeniería Química y Química Farmacéutica Biológica, de FES Zaragoza:

- ¿En qué Carrera del *Campus* II de FES Zaragoza hay una mayor huella ecológica individual?
- ¿Qué sexo tiene la mayor huella ecológica en cada Carrera?
- ¿En qué categoría, entre los consumos más frecuentes del estudiante universitario promedio (que se agrupan en la alimentación, uso de energía eléctrica y gas doméstico, medios de transporte y consumo de papel), se presenta un mayor impacto ambiental individual en cada Carrera?
- ¿Cuáles son las medidas de mitigación que permitirían disminuir el impacto ambiental individual de los estudiantes?

## **5. Hipótesis**

Si los estudiantes del área Químico-Biológica del *Campus* II de la FES Zaragoza calculan su huella ecológica, conocerán su patrón general de consumo de recursos y podrán ellos mismos proponer y aplicar medidas de mitigación a fin de asumir su responsabilidad ambiental individual y comunitaria. Esto también permitirá incrementar la sustentabilidad de los integrantes de la comunidad universitaria, generando un ambiente propicio para el estudio a través de una alimentación saludable, una política de ahorro de agua y energía y una participación activa en la separación de residuos sólidos.

## **6. Objetivos**

### **6.1 Objetivo General**

Determinar y comparar la huella ecológica de alumnos de las Carreras de Biología, Ingeniería Química y Químico Farmacéutico Biólogo de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza *Campus* II y proponer las medidas de mitigación pertinentes para que puedan disminuir su huella ecológica.

### **6.2 Objetivos Particulares**

- Evaluar la huella ecológica total entre los estudiantes de las tres licenciaturas
- Evaluar la huella ecológica de los estudiantes universitarios por sexo y por Carrera
- Comparar la huella ecológica por categoría (alimentos, transporte, energía y forestal)
- Determinar en qué categoría se presenta el mayor impacto ambiental de los estudiantes por Carrera.
- Enlistar las medidas de mitigación recomendadas a los estudiantes de cada Carrera para disminuir la huella ecológica.



## 7.2 Cuestionario de la huella ecológica (HE)

Para obtener la información de cuánto consumen los estudiantes de la comunidad universitaria de las tres diferentes Carreras del área Químico-Biológica de la FES Zaragoza Campus II (Biología, Ingeniería Química y Química Farmacéutica Biológica) se les aplicó un cuestionario de 30 preguntas para calcular la huella ecológica (HE), utilizando una calculadora que toma en cuenta el estilo de vida y el patrón de consumo propios de la cultura mexicana para estimar el impacto ambiental individual, que fue desarrollado en la misma FES Zaragoza por Ibarra y Monroy (2014).

### TEST DE HUELLA ECOLÓGICA PERSONAL

#### SECCIÓN A: ALIMENTOS

- |   |  |      |
|---|--|------|
| 1) ¿Cuántas raciones de <b>fruta</b> consumes a la <b>semana</b> ?                | d) 6 a 8 veces por semana  | 267  |
| Nota: considera una ración de <b>fruta</b> mixta de 200 g                         | e) 8 a 10 veces por semana   | 343  |
| a) menos de una ración a la semana  | 0  |      |
| b) 1 a 2 raciones a la semana   | 2  |      |
| c) 2 a 4 raciones a la semana   | 4  |      |
| d) 4 a 6 raciones a la semana   | 6  |      |
| e) 6 a 8 raciones a la semana   | 9  |      |
| 2) ¿Cuántas raciones de <b>verdura</b> consumes a la <b>semana</b> ?              | 6) ¿Cuántas veces a la <b>semana</b> consumes <b>carne de pollo</b> ?                      |      |
| Nota: considera una ración de <b>verdura</b> mixta de 200 g                       | a) 1 a 2 veces por semana  | 234  |
| a) menos de una ración a la semana  | b) 2 a 4 veces por semana  | 470  |
| b) 1 a 2 raciones a la semana   | c) 4 a 6 veces por semana  | 789  |
| c) 2 a 4 raciones a la semana   | d) 6 a 8 veces por semana  | 1107 |
| d) 4 a 6 raciones a la semana   |  |      |
| e) 6 a 8 raciones a la semana   |  |      |
| 3) ¿Cuántas piezas de <b>pan</b> (dulce y/o salado) consumes a la <b>semana</b> ? | 7) ¿Cuántas veces a la <b>semana</b> consumes <b>carne de cerdo</b> ?                      |      |
| a) 1 a 2 piezas de pan a la semana  | a) 1 a 2 veces por semana  | 12   |
| b) 2 a 4 piezas de pan a la semana  | b) 2 a 4 veces por semana  | 25   |
| c) 4 a 6 piezas de pan a la semana  | c) 4 a 6 veces por semana  | 41   |
| d) 6 a 8 piezas de pan a la semana  | d) 6 a 8 veces por semana  | 140  |
| e) 8 a 10 piezas de pan a la semana   | e) 8 a 10 veces por semana   | 155  |
| 4) ¿Qué cantidad de <b>tortilla</b> consumes en promedio al día (piezas)?         | 8) ¿Cuántas veces al <b>mes</b> consumes <b>pescado</b> y/o <b>mariscos</b> ?              |      |
| a) 1 a 2 piezas de tortilla al día  | a) 1 a 2 veces al mes  | 217  |
| b) 2 a 4 piezas de tortilla al día  | b) 2 a 4 veces al mes  | 425  |
| c) 4 a 6 piezas de tortilla al día  | c) 4 a 6 veces al mes  | 711  |
| d) 6 a 8 piezas de tortilla al día  | d) 6 a 8 veces al mes  | 998  |
| e) 8 a 10 piezas de tortilla al día   | e) 8 a 10 veces al mes   | 1298 |
| 5) ¿Cuántas veces a la <b>semana</b> consumes <b>carne de res</b> ?               | 9) ¿Cuántas veces a la <b>semana</b> consumes <b>yoghurt</b> ?                             |      |
| a) 1 a 2 veces por semana   | Considera una ración en presentación individual de vaso para beber.                        |      |
| b) 2 a 4 veces por semana   | a) 1 a 2 veces a la semana   | 104  |
| c) 4 a 6 veces por semana   | b) 3 a 4 veces a la semana   | 243  |
|   | c) 5 a 6 veces a la semana   | 382  |
|   | d) 7 a 8 veces a la semana   | 521  |
|   | e) 9 a 10 veces a la semana  | 660  |
|   | 10) ¿Cuántas veces a la <b>semana</b> tomas <b>leche</b> ? Considera una ración de 250 mL. |      |
|   | a) 1 a 2 veces a la semana   | 130  |
|   | b) 3 a 4 veces a la semana   | 304  |

- |                             |     |
|-----------------------------|-----|
| c) 5 a 6 veces a la semana  | 478 |
| d) 7 a 8 veces a la semana  | 651 |
| e) 9 a 10 veces a la semana | 825 |

11) ¿Cuál de los siguientes alimentos consumes durante una semana promedio? Indica el número de veces que lo consumes en la semana ( ) y multiplícalo por la cantidad ubicada a lado del paréntesis.

- |   |         |       |
|---|---------|-------|
| Una bolsita de cacahuates de 60 g   | ( ) 50  | _____ |
| Una bolsa de papas fritas o frituras  | ( ) 22  | _____ |
| Quesadillas, gorditas, tlacoyo, tortas (Pierna, suadero, chicharrón, al pastor) | ( ) 347 | _____ |
| Tacos (orden de tres) (suadero, pastor o longaniza)                             | ( ) 240 | _____ |
| Jugo de naranja (natural)   | ( ) 242 | _____ |

Total pregunta 11: \_\_\_\_\_

12) ¿Cuántas veces a la semana tomas refresco? (Considera como base una lata de refresco de 355 mL)

Si no consumes refresco, omite esta pregunta.

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| a) 1 a 2 veces a la semana  | 1 |
| b) 2 a 4 veces a la semana  | 2 |
| c) 4 a 6 veces a la semana  | 4 |
| d) 6 a 8 veces a la semana  | 5 |
| e) 8 a 10 veces a la semana | 7 |

13) ¿Cuántos cigarrillos fumas al día?

Si no fumas, omite esta pregunta

- |                  |    |
|------------------|----|
| a) 1 al día      | 3  |
| b) Entre 2 y 5   | 10 |
| c) Entre 6 y 10  | 24 |
| d) Entre 11 y 15 | 37 |
| e) Entre 16 y 20 | 52 |

14) ¿En cuánto estimas tu consumo a la semana de cerveza? (Toma como base una lata de cerveza de 355 mL)

Si no consumes este tipo de bebida, pasa a la siguiente pregunta.

- |                                |     |
|--------------------------------|-----|
| a) 1 a 2 cervezas a la semana  | 40  |
| b) 2 a 4 cervezas a la semana  | 79  |
| c) 4 a 6 cervezas a la semana  | 131 |
| d) 6 a 8 cervezas a la semana  | 186 |
| e) 8 a 10 cervezas a la semana | 239 |

15) ¿Cuántos litros (L) de agua embotellada consumes aproximadamente a la semana?

- |             |    |
|-------------|----|
| a) 1 a 2 L  | 4  |
| b) 3 a 4 L  | 10 |
| c) 5 a 6 L  | 14 |
| d) 7 a 8 L  | 20 |
| e) 9 a 10 L | 25 |

## SECCIÓN B: TRANSPORTE

(Considera un día hábil promedio)

16) ¿Cuántos kilómetros recorres diariamente en el Sistema Colectivo Metro?

Nota: considera recorridos de ida y vuelta.

- |                             |     |
|-----------------------------|-----|
| a) 2-6 kilómetros diarios   | 68  |
| b) 7-12 kilómetros diarios  | 160 |
| c) 13-18 kilómetros diarios | 260 |
| d) 19-24 kilómetros diarios | 360 |
| e) 25-30 kilómetros diarios | 470 |

17) ¿Cuántos kilómetros recorres diariamente en transporte colectivo?

(combi, microbús o autobús) Nota: considera recorridos de ida y vuelta.

- |                             |     |
|-----------------------------|-----|
| a) 5-7 kilómetros diarios   | 250 |
| b) 8-10 kilómetros diarios  | 380 |
| c) 11-13 kilómetros diarios | 510 |
| d) 14-16 kilómetros diarios | 630 |
| e) 17-20 kilómetros diarios | 780 |

18) ¿Cuántas horas, en promedio, viajas en avión al año?

Nota: considera recorridos de ida y vuelta.

Si no utilizas este transporte pasa a la siguiente pregunta

- |   |        |
|---|--------|
| a) Menos de 2 horas (por ejemplo Méx-Acapulco-Méx)            | 1,100  |
| b) Entre 2 y 7 horas (por ej. Méx-Los Angeles-Méx)            | 4,400  |
| c) Entre 7 y 15 horas 8 800 (por ej. 2 viajes Méx-EUA-Méx)    |        |
| d) Entre 15 y 25 horas (por ej. Méx-Europa-Méx)               | 11,100 |
| e) Más de 25 horas (varios viajes largos y/o más de 5 cortos) | 22,200 |

19) ¿Cuentas con auto propio?

- |   |        |
|---|--------|
| a) <input checked="" type="checkbox"/> Sí | 12,000 |
| b) <input type="checkbox"/> No            | 0.0    |

20) ¿Qué distancia recorres (km) en auto propio o taxi, diariamente?

Nota: considera recorridos de ida y vuelta.

Si no usas este transporte, omite la respuesta y pasa a la siguiente pregunta.

- |                             |       |
|-----------------------------|-------|
| a) 2-6 kilómetros diarios   | 520   |
| b) 7-12 kilómetros diarios  | 1,200 |
| c) 13-18 kilómetros diarios | 2,000 |
| d) 19-24 kilómetros diarios | 2,800 |
| e) 25-30 kilómetros diarios | 3,500 |

### SECCIÓN C: ENERGÍA

21) De los siguientes aparatos electrodomésticos, si cuentas con ellos suma la cantidad indicada, de lo contrario no sumes nada.

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| a) Plancha            | 10    |
| b) Licuadora          | 11    |
| c) Extractor de jugos | 6     |
| d) Microondas         | 56    |
| e) Refrigerador       | 4,400 |
| f) Lavadora           | 35    |

Total pregunta 21: \_\_\_\_\_

22) ¿Cuántos focos convencionales hay en tu casa?

|          |       |
|----------|-------|
| a) 1-3   | 190   |
| b) 4-6   | 480   |
| c) 7-9   | 780   |
| d) 10-12 | 1,000 |
| e) 13-15 | 1,300 |

23) ¿Cuántos focos ahorradores hay en tu casa?

|          |     |
|----------|-----|
| a) 1-3   | 78  |
| b) 4-6   | 190 |
| c) 7-9   | 310 |
| d) 10-12 | 430 |
| e) 13-15 | 540 |

Suma las puntuaciones de las preguntas 21, 22 y 23 después divídelo entre el número de habitantes de tu hogar: \_\_\_\_\_

El total de esta cuenta será el valor equivalente de las preguntas 21, 22 y 23.

24) ¿Cuentas con teléfono celular propio?

Si tienes más de 1 multiplica la cantidad de móviles por el número de dispositivos

|                                |                  |
|--------------------------------|------------------|
| a) <input type="checkbox"/> Sí | 76 x ( ) = _____ |
| b) <input type="checkbox"/> No | 0.0              |

25) De los siguientes aparatos electrónicos ¿cuánto tiempo a la semana los mantienes encendidos?

**Televisor**

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| a) 7 hrs o menos a la semana | 28  |
| b) 8 a 12 hrs a la semana    | 70  |
| c) 13 a 17 hrs a la semana   | 100 |
| d) 18 a 22 hrs a la semana   | 140 |
| e) 23 a 28 hrs a la semana   | 170 |

**Computadora**

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| a) 15 a 20 hrs a la semana | 120 |
| b) 21 a 25 hrs a la semana | 160 |
| c) 26 a 30 hrs a la semana | 190 |
| d) 31 a 35 hrs a la semana | 230 |
| e) 36 a 40 hrs a la semana | 260 |

### DVD

|                            |    |
|----------------------------|----|
| a) 2 a 3 hrs a la semana   | 3  |
| b) 4 a 6 hrs a la semana   | 6  |
| c) 7 a 9 hrs a la semana   | 9  |
| d) 10 a 12 hrs a la semana | 12 |
| e) 13 a 15 hrs a la semana | 16 |

### Estéreo

|                            |    |
|----------------------------|----|
| a) 2 a 3 hrs a la semana   | 9  |
| b) 4 a 6 hrs a la semana   | 17 |
| c) 7 a 9 hrs a la semana   | 28 |
| d) 10 a 12 hrs a la semana | 38 |
| e) 13 a 15 hrs a la semana | 48 |

Total pregunta 25: \_\_\_\_\_

26) Tu calentador o "boiler" utiliza:

|                 |     |
|-----------------|-----|
| a) Gas LP       | 500 |
| b) Gas natural  | 400 |
| c) Electricidad | 300 |

27) ¿Cuánto tiempo tardó en bañarme?

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| a) Más de 20 minutos     | 910 |
| b) Entre 10 y 20 minutos | 450 |
| c) Entre 5 y 10 minutos  | 223 |
| d) Sólo 5 minutos        | 149 |

28) Cuando me lavo los dientes...

|   |   |
|---|---|
| a) Dejo correr el agua mientras lo hago                 | 6 |
| b) Utilizo un vaso de agua para realizar esta actividad | 1 |

29) ¿Cuántas veces por día vacio el escusado o WC?

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| a) 2 a 3 veces por día   | 55  |
| b) 4 a 6 veces por día   | 108 |
| c) 7 a 9 veces por día   | 176 |
| d) 10 a 12 veces por día | 240 |

### SECCIÓN D: FORESTAL

30) ¿Cuántas libretas profesionales de 100 hojas usas en un semestre?

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| a) 2 a 3 libretas por semestre | 58  |
| b) 3 a 4 libretas por semestre | 81  |
| c) 4 a 5 libretas por semestre | 105 |
| d) 5 a 6 libretas por semestre | 128 |
| e) 6 a 7 libretas por semestre | 151 |

**Respuestas alimentación**

1 \_\_\_\_\_

2 \_\_\_\_\_

3 \_\_\_\_\_

4 \_\_\_\_\_

5 \_\_\_\_\_

6 \_\_\_\_\_

7 \_\_\_\_\_

8 \_\_\_\_\_

9 \_\_\_\_\_

10 \_\_\_\_\_

11 \_\_\_\_\_

12 \_\_\_\_\_

13 \_\_\_\_\_

14 \_\_\_\_\_

15 \_\_\_\_\_

**Total alimentos:**

\_\_\_\_\_

**Respuestas transporte**

16 \_\_\_\_\_

17 \_\_\_\_\_

18 \_\_\_\_\_

19 \_\_\_\_\_

20 \_\_\_\_\_

**Total transporte:**

\_\_\_\_\_

**Respuestas energía**

21, 22, 23 \_\_\_\_\_

24 \_\_\_\_\_

25 \_\_\_\_\_

26 \_\_\_\_\_

27 \_\_\_\_\_

28 \_\_\_\_\_

29 \_\_\_\_\_

**Total energía:**

\_\_\_\_\_

**Respuestas forestal**

30 \_\_\_\_\_

Total alimentos: \_\_\_\_\_

Total transporte: \_\_\_\_\_

Total energía: \_\_\_\_\_

Total forestal: \_\_\_\_\_

Infraestructura: \_\_\_\_\_ 6,400 \_\_\_\_\_

**Interpretación de resultados**

- Si obtuviste menos de 16,000 puntos, requieres menos de 1.6 hectáreas globales (hag) y vives dentro de los límites del Planeta: ¡¡Bien hecho!! Para satisfacer tu patrón de consumo requieres entre:

0.1 hag – 1.6 hag

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

Traducido a Planetas requieres entre: 0.06 – 1 Planeta

- Si tu puntaje está entre 16,000 y 32,000 ¡¡cuidado!! Tu impacto ambiental individual está por arriba del umbral de sostenibilidad del Planeta. Para satisfacer tu patrón de consumo requieres entre:

1.6 hag – 3.2 hag

Traducido a campos de fútbol: entre dos y tres campos de fútbol

Traducido a Planetas: &gt;1 – 2 Planetas

- Si obtuviste un puntaje mayor a 32,000 significa que tu ritmo de vida es completamente insostenible, tu Huella Ecológica es muy superior a 1.6 hectáreas globales. Si todo el mundo consumiera los mismos recursos que consumes tú, sería necesario tener al menos otro Planeta Tierra que nos apoye para mantener a toda la población.

Traducido a campos de fútbol: más de tres campos de fútbol

Traducido a Planetas: más de 2 Planetas

*Cuestionario elaborado por:*Sara Vega García y Nancy M. J. Martínez Montiel  
(Carrera de Biología de la FES Zaragoza, UNAM).

Asesor: Dr. Arcadio Monroy Ata

e-mails: buz-5sem@hotmail.com

sarahbeg-g@hotmail.com

arcadiom@unam.mx

### 7.3 Diseño experimental

El experimento se llevó a cabo en tres fases: a) encuestas, b) procesamiento de datos y c) análisis comparativo de datos.

Para tener una confiabilidad en las conclusiones que se interesan obtener de la población de estudiantes universitarios de las Carreras de Biología, Ingeniería Química y Química Farmacéutica Biológica se tomaron muestras que la representaran adecuadamente. Para esto se realizó un muestreo estratificado con una muestra de mínimo 200 encuestas al azar por cada Carrera en donde cada elemento del estrato tiene la misma probabilidad de ser seleccionado para integrar la muestra.

En la primera fase se aplicaron 600 encuestas para determinar la HE a los alumnos de las Carreras de Biología, Ingeniería Química y Químico Farmacéutico Biólogo a razón de 200 encuestas por Carrera (Cuadro 1).

Tabla 1. Número de cuestionarios a aplicar por Carrera.

| Sector de la HE                           | Alimentos<br>A | Transporte<br>B | Energía<br>C | Forestal<br>D | Total      |
|---|----------------|-----------------|--------------|---------------|------------|
| Carrera                                   |                |                 |              |               |            |
| <b>Biología (B)</b>                       | 213            | 213             | 213          | 213           | 213        |
| <b>Ingeniería Química (IQ)</b>            | 208            | 208             | 208          | 208           | 208        |
| <b>Químico Farmacéutico Biólogo (QFB)</b> | 200            | 200             | 200          | 200           | 200        |
|   |                |                 |              |               | <b>621</b> |

En la segunda fase, se procesaron los datos en un tabulador informático como lo muestra el (Cuadro 2).

Tabla 2. Estructura de la base de datos. Las secciones A, B, C, D y E corresponden a las categorías de:

Alimentos, Transporte, Energía y Forestal respectivamente, del cuestionario de HE.

| Nombre | Carrera | Semestre | Edad | Sexo | Sección A | Sección B | Sección C | Sección D | Total |
|--------|---------|----------|------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
|        |         |          |      |      |           |           |           |           |       |
|        |         |          |      |      |           |           |           |           |       |
|        |         |          |      |      |           |           |           |           |       |

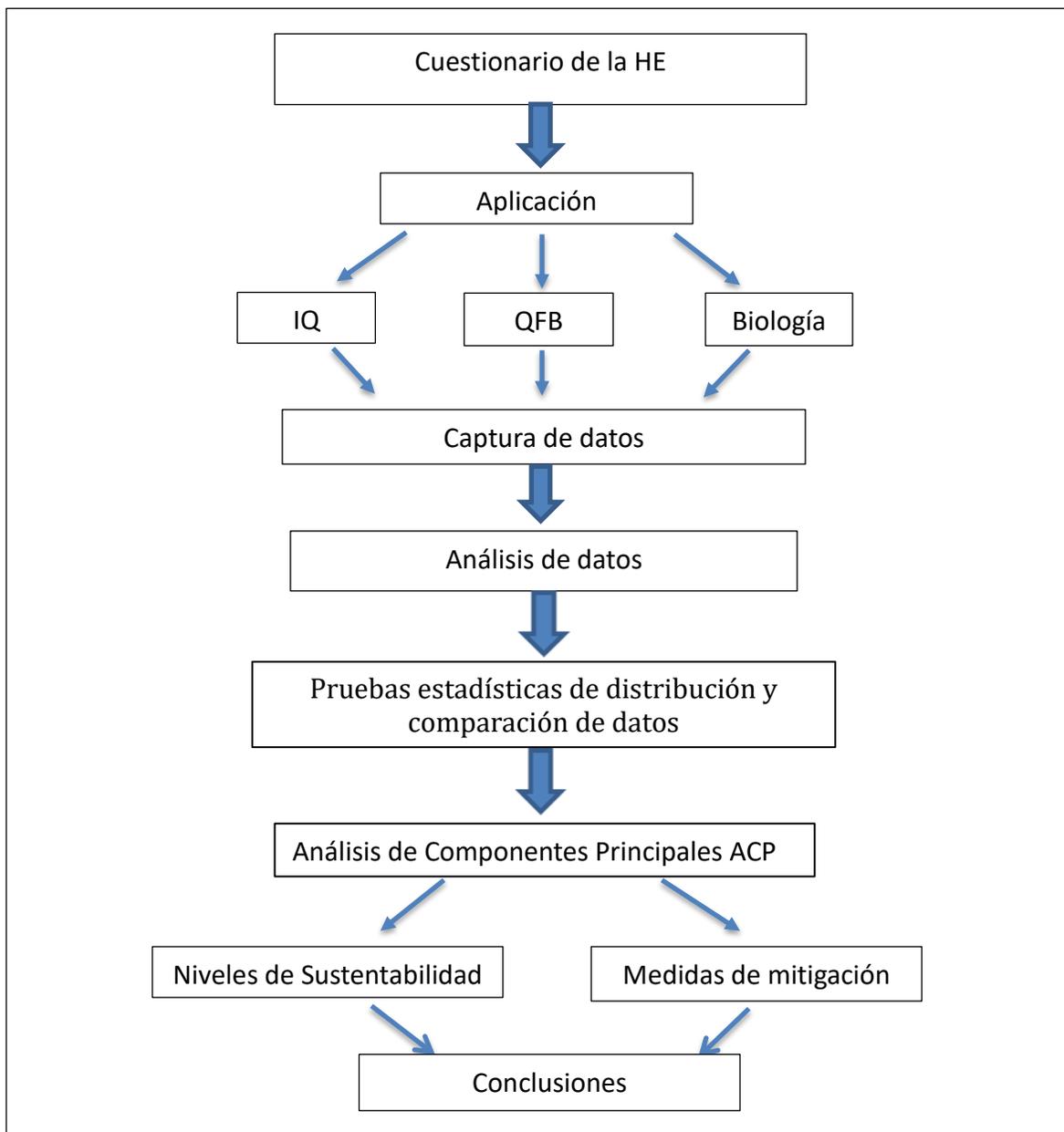


Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología. HE: huella ecológica. IQ: ingeniería química. QFB: química farmacéutica biológica.

## 8. Resultados

### 8.1 Pruebas estadísticas y comparación de datos (análisis comparativo no paramétrico, prueba Kruskal Wallis)

El análisis de datos se realizó con una ANDEVA de un solo factor (Carreras del *Campus II*) para la huella ecológica (HE) total y de 2 factores (Carrera y categoría del encuestado), para las siguientes variables: sexo y categoría de la huella ecológica (alimentos, transporte, uso de energía y forestal).

La distribución de los datos que se presentaron de los resultados del promedio de la huella ecológica en las poblaciones de los estudiantes de las Carreras del área Químico-Biológica se determinaron mediante la prueba de la normalidad Shapiro Wilks (modificado). De este análisis resultó que ninguna Carrera sigue una distribución normal con una  $p < 0.0001$ .

Ya que las poblaciones de las distintas Carreras del área Químico-Biológica de la FES Zaragoza (Biología, Ingeniería Química y Química Farmacéutica Biológica) no seguían una distribución normal se utilizó una prueba de Kruskal-Wallis como estadística analítica comparativa no paramétrica, mostrando que si hay diferencias significativas entre las 3 carreras con una  $p < 0.0001$ .

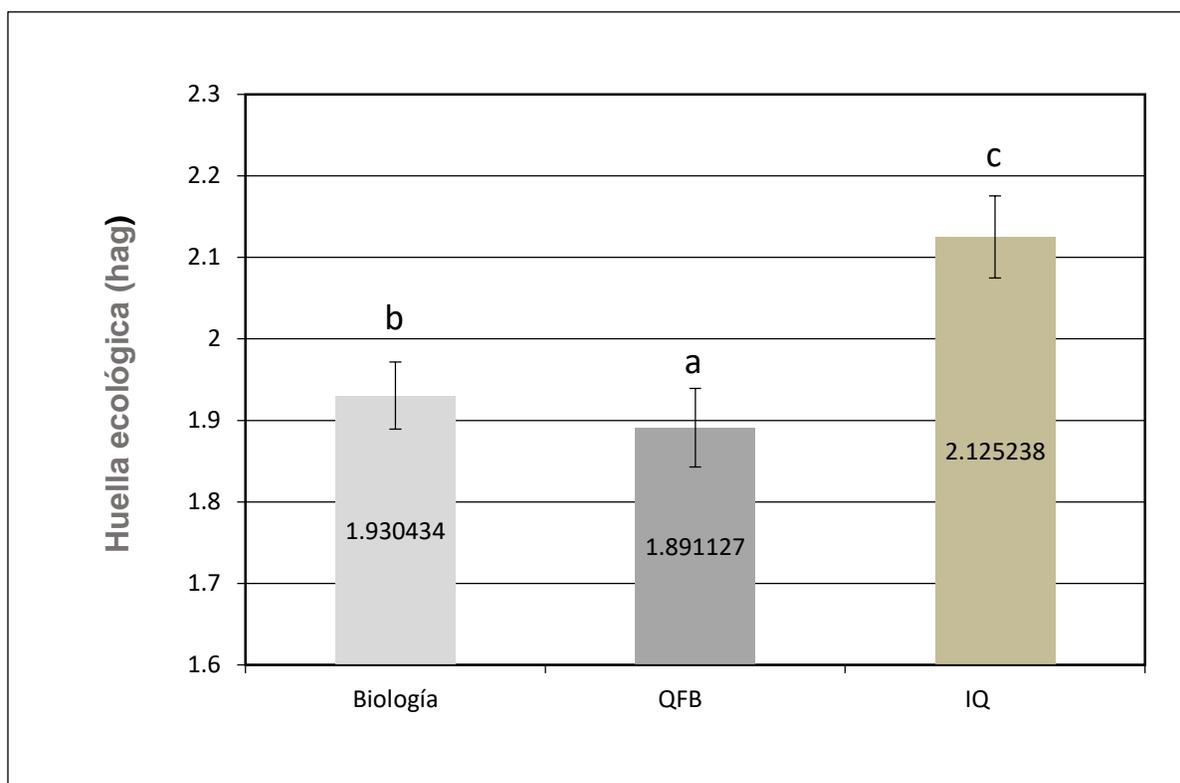


Figura 2. Promedio de la huella ecológica en hectáreas globales (hag), de las Carreras de Biología IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica). Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre Carreras ( $p < 0.05$ ).

Tabla 3. Prueba Kruskal-Wallis del promedio de la huella ecológica en hectáreas globales (hag) de las Carreras del área Químico-Biológica.

| Carrera  | Media (hag) | n   | DE       | EE         | Mediana  | p       |
|----------|-------------|-----|----------|------------|----------|---------|
| Biología | 1.930434    | 214 | 0.600888 | 0.04107586 | 1.6906   | <0.0001 |
| IQ       | 2.125238    | 208 | 0.712348 | 0.05037061 | 1.79045  |         |
| QFB      | 1.891127    | 200 | 0.696839 | 0.04831709 | 1.607628 |         |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag), DE (desviación estándar) y el EE (error estándar).

Tabla 4. Contrastes entre medias de los rangos de tratamientos.

| Carrera  | Rango  |   |   |   |
|----------|--------|---|---|---|
| QFB      | 258.43 | a |   |   |
| Biología | 314.89 |   | b |   |
| IQ       | 359.04 |   |   | c |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

En la figura 2 se tiene el promedio de la huella ecológica en hectáreas globales (hag) por Carrera y se observa que la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica) es la única que se podría considerar con una HE estable, pero en riesgo de no ser sustentable como las Carreras de Biología e IQ (Ingeniería Química), que tienen un nivel de consumo excesivo rebasando la capacidad del Planeta.

En el caso de la Carrera de Biología los datos del promedio de la HE se analizaron por género, de manera que se pudiera apreciar la distribución de ellos con la prueba de normalidad de Shapiro Wilks (modificado). Así se encontró que en la Carrera de Biología tanto los datos de hombres como de mujeres no siguen una distribución normal con una  $p < 0.0001$ .

Asimismo, para saber si había diferencias en la HE entre hombres y mujeres se realizó una prueba de Kruskal-Wallis como estadística analítica comparativa no paramétrica, mostrando que no había diferencias significativas, siendo la HE de los dos géneros no sustentables, por presentar una  $p$  de 0.1701.

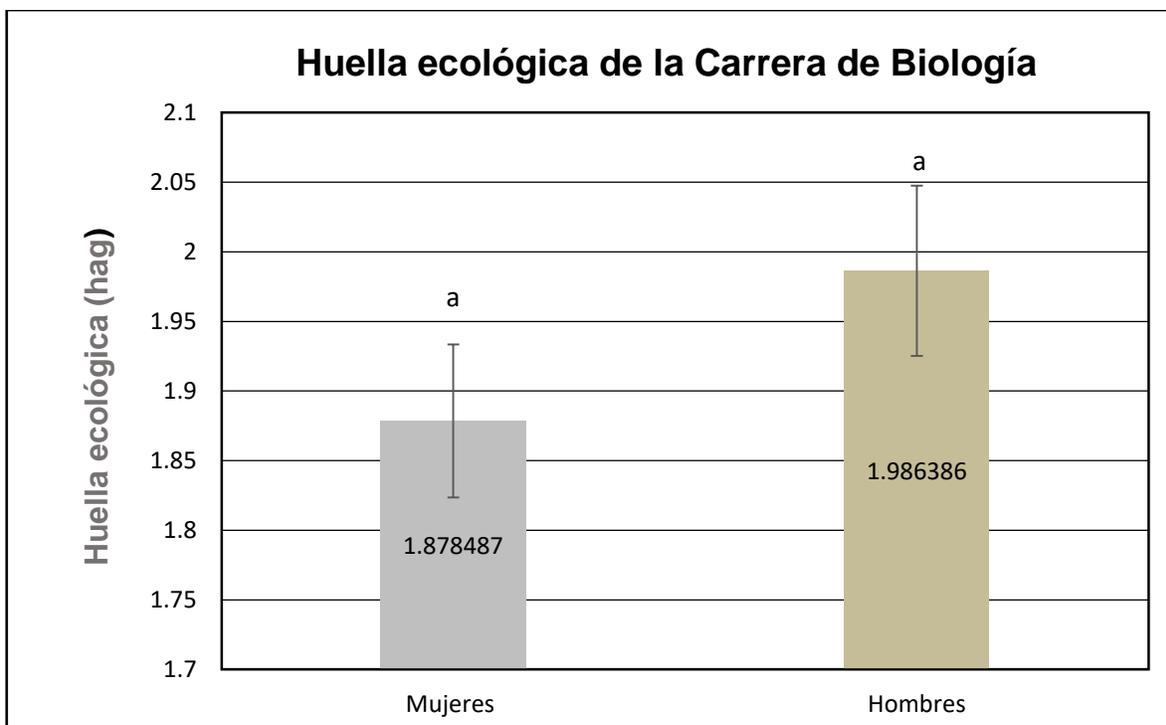


Figura 3. Comparación de la huella ecológica entre géneros en la Carrera de Biología. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre géneros ( $p < 0.05$ ).

Tabla 5. Prueba Kruskal Wallis de los géneros de la Carrera de Biología.

| Variable | n   | Media (hag) | DE       | EE         | Medianas | p      |
|----------|-----|-------------|----------|------------|----------|--------|
| Mujeres  | 106 | 1.878487    | 0.566359 | 0.05500965 | 1.66175  | 0.1701 |
| Hombres  | 107 | 1.986386    | 0.63227  | 0.06112385 | 1.7104   |        |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag), DE (desviación estándar) y el EE (error estándar).

Para la Carrera de IQ (Ingeniería Química) la distribución de los datos que resultaron del promedio de la HE se analizaron por género igual que en la Carrera de Biología, aplicando la prueba de normalidad Shapiro Wilks (modificado). Y de igual manera los datos no siguieron una distribución normal con una  $p < 0.0001$ .

Las poblaciones de hombres y de mujeres de la Carrera de IQ no siguieron una distribución normal y las diferencias significativas se apreciaron con una prueba de Kruskal-Wallis, como estadística analítica comparativa no paramétrica. Resultando que entre hombres y mujeres tampoco había

diferencias significativas en su estilo de vida no sustentable para el Planeta con una p de 0.6899.

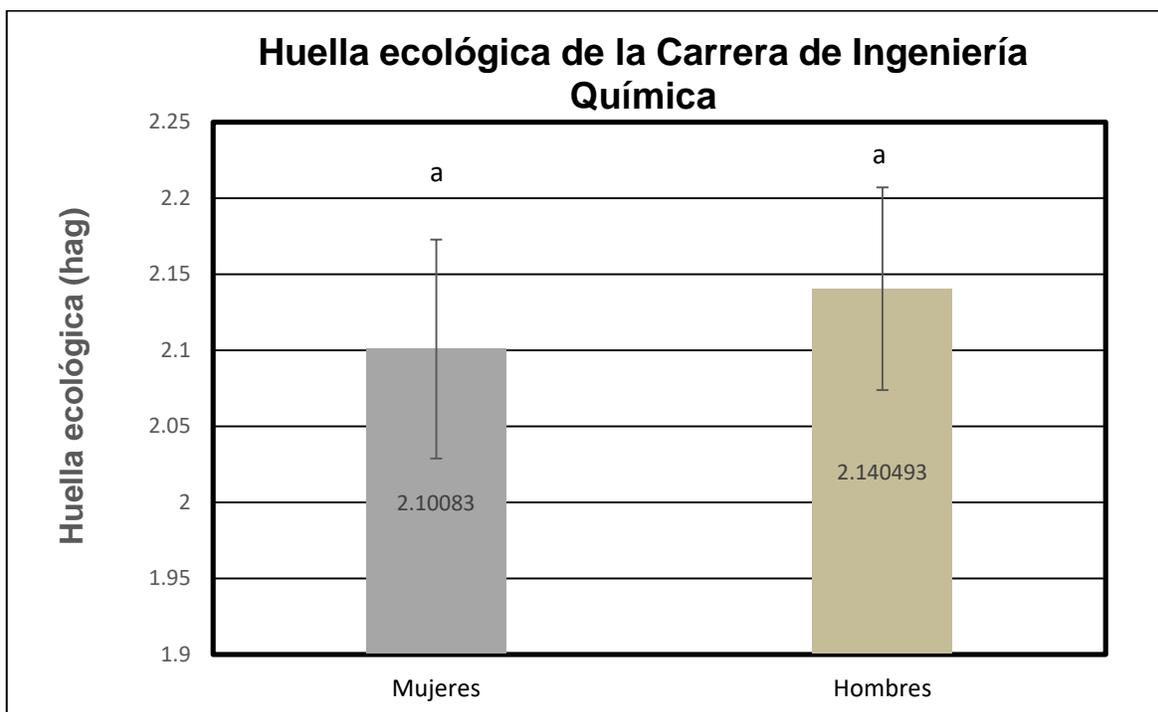


Figura 4. Comparación de la huella ecológica entre géneros en la Carrera de IQ (Ingeniería Química). Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre géneros ( $p < 0.05$ ).

Tabla 6. Prueba Kruskal Wallis de los géneros de la Carrera de IQ (Ingeniería Química).

| Variable | n   | Media (hag) | DE       | EE         | Medianas | p      |
|----------|-----|-------------|----------|------------|----------|--------|
| Mujeres  | 80  | 2.10083     | 0.644169 | 0.07202028 | 1.77375  | 0.6899 |
| Hombres  | 128 | 2.140493    | 0.753894 | 0.06663544 | 1.79105  |        |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag), DE (desviación estándar) y el EE (error estándar).

En la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica) la distribución de los datos que resultaron de la huella ecológica de hombres y mujeres se determinaron mediante la prueba de normalidad Shapiro Wilks (modificado), encontrando que ninguno sigue una distribución normal con una  $p < 0.0001$ .

Y por eso también en el caso de la Carrera de QFB para saber si existían diferencias significativas entre el promedio de la HE de hombres y mujeres

que no siguieron una distribución normal se realizó una prueba de Kruskal-Wallis como estadística analítica comparativa no paramétrica. Mostrando que en realidad no existían diferencias significativas entre hombres y mujeres teniendo también una insostenible HE con una p de 0.9717.

Tabla 7. Prueba Kruskal Wallis de los géneros de la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica).

| Variable | n   | Medias (hag) | DE       | EE         | Medianas | p      |
|----------|-----|--------------|----------|------------|----------|--------|
| Mujeres  | 103 | 1.921703     | 0.760745 | 0.07495843 | 1.6283   | 0.9717 |
| Hombres  | 97  | 1.85866      | 0.624182 | 0.06337608 | 1.5789   |        |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag), DE (desviación estándar) y el EE (error estándar).

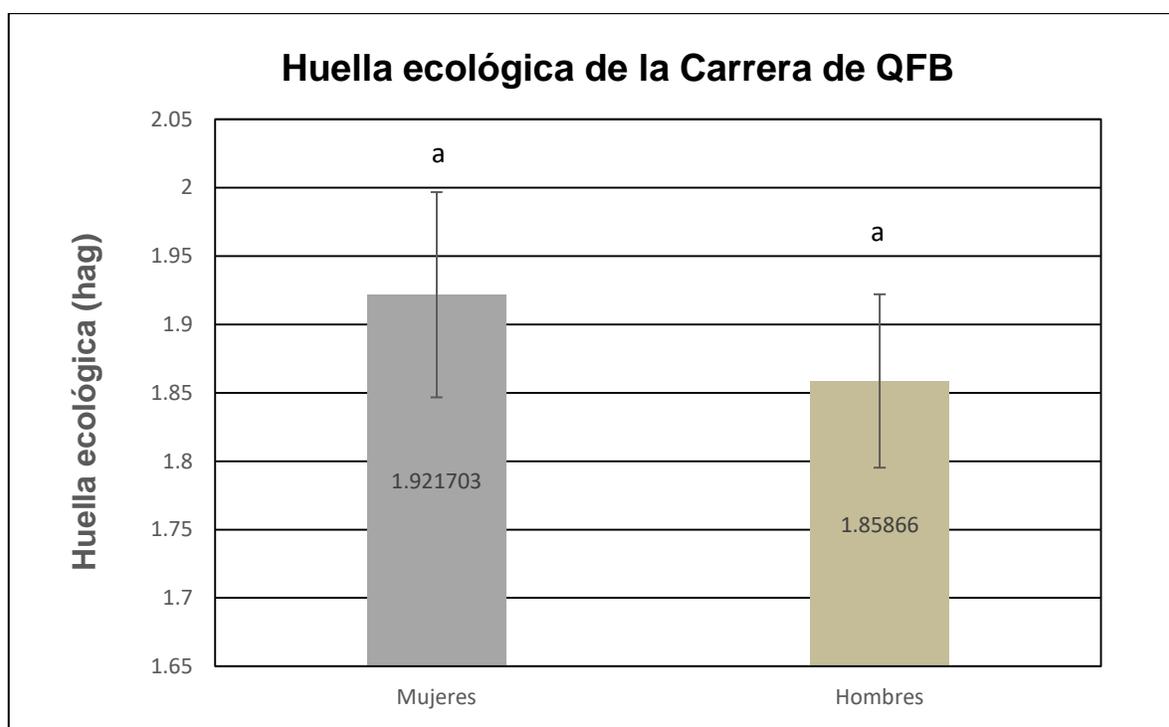


Figura 5. Comparación de la huella ecológica entre géneros en la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica). Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre géneros ( $p < 0.05$ ).

En general, la población de estudiantes universitarios de las Carreras del área Químico-Biológica de la FES Zaragoza *Campus II* (Biología, Ingeniería Química y Química Farmacéutica Biológica) presentan una huella ecológica con

valores altos, por eso es importante analizar cuál es el sector de la HE en donde se presenta el mayor impacto ambiental de los estudiantes por Carrera.

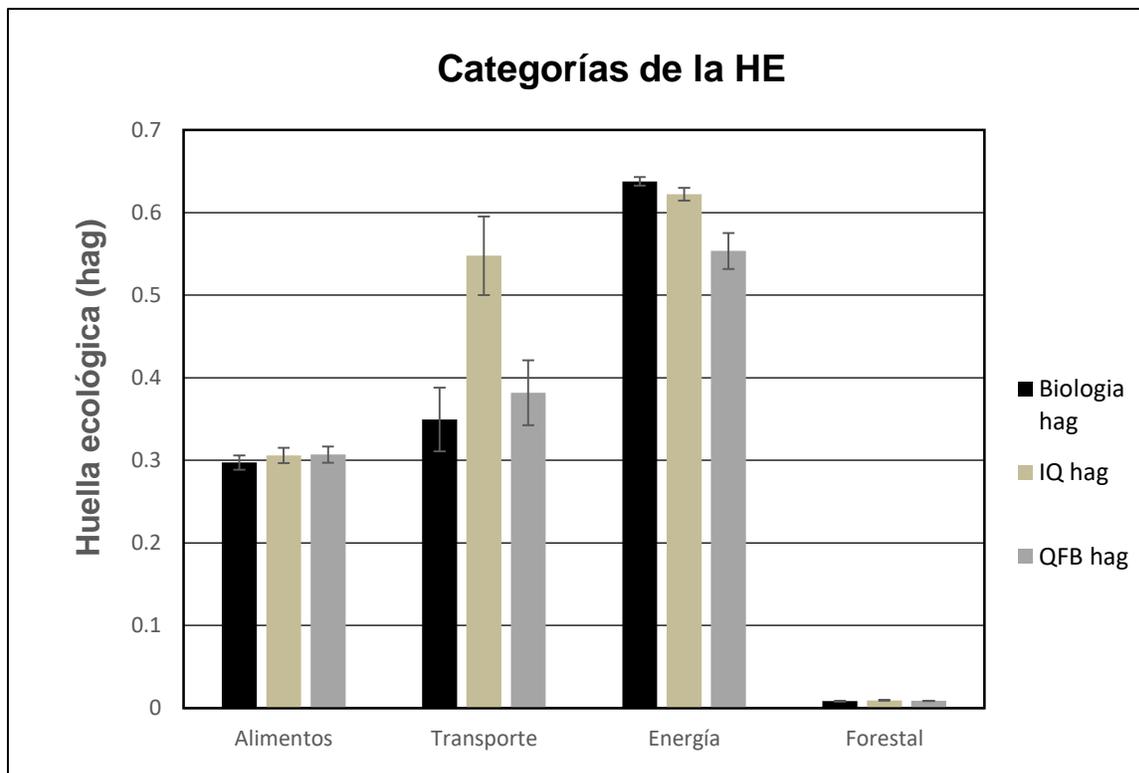


Figura 6. Comparación de la huella ecológica por categorías entre las Carreras de Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica).

En la figura 6, se puede apreciar que las diferencias son mínimas entre las categorías del cuestionario de la HE entre las Carreras de Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica), tomando en cuenta el promedio en hectáreas globales (hag), de la categoría de Energía, Transporte, Alimentos y Forestal.

Pero en la Energía se debe poner atención, porque este tiene mayor valor en los resultados del cuestionario de la HE, y para comparar esta categoría entre las Carreras del área Químico-Biológica, se analizó primeramente la distribución de los datos con la prueba de normalidad Shapiro Wilks (modificado), resultando que ninguna de las Carreras seguía una distribución normal en este sector con una  $p < 0.0001$ .

Por eso el segundo análisis que se realizó fue para saber si había diferencias entre las Carreras de Biología, IQ y QFB en cuanto a la Energía con una prueba de Kruskal-Wallis como estadística analítica comparativa no paramétrica. Encontrando diferencias significativas con una p de 0.0001, siendo la Carrera de QFB la población de estudiantes que difería de las otras Carreras con un menor valor en esta categoría de Energía en el cuestionario de la HE.

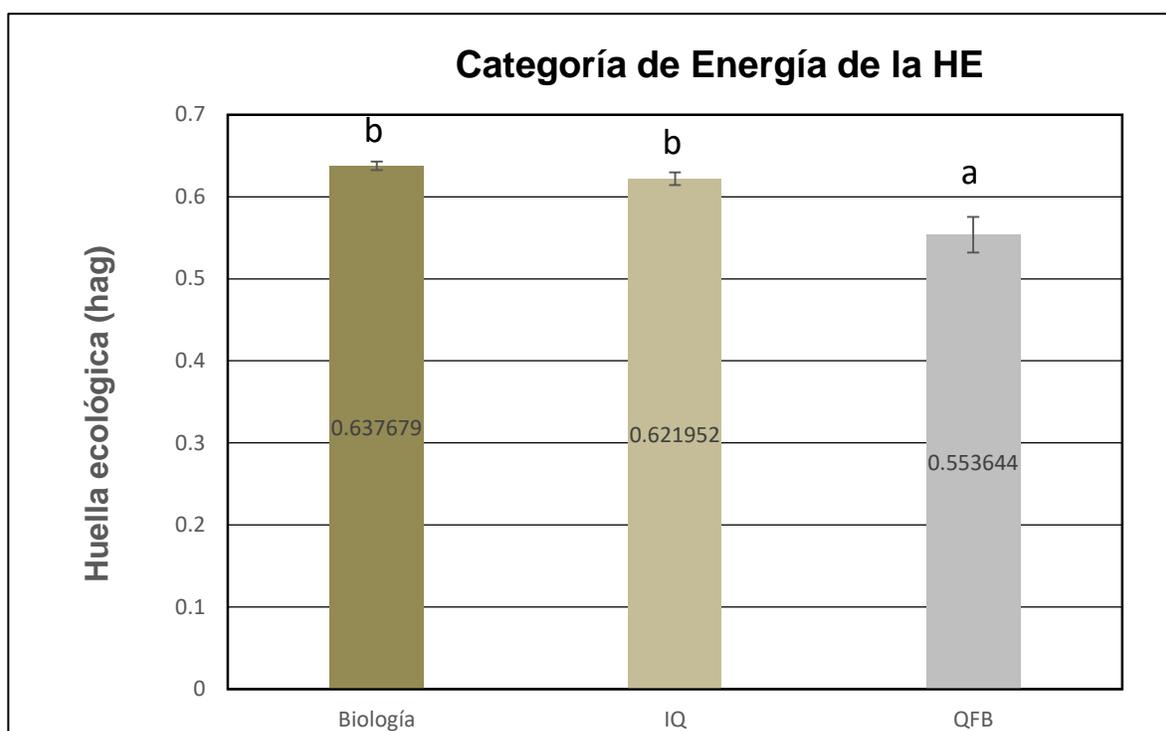


Figura 7. Comparación de la categoría de energía de la huella ecológica entre las Carreras de Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica). Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre Carreras ( $p < 0.05$ ).

Tabla 8. Prueba Kruskal-Wallis de la categoría de energía por Carreras (Biología, Ingeniería Química y Química Farmacéutica Biológica).

| Variable | n   | Media (hag) | DE       | EE         | Medianas | p       |
|----------|-----|-------------|----------|------------|----------|---------|
| Biología | 213 | 0.637679    | 0.076819 | 0.00526355 | 6378     | <0.0001 |
| IQ       | 209 | 0.621952    | 0.110677 | 0.00765569 | 6371     |         |
| QFB      | 200 | 0.553644    | 0.307406 | 0.02173689 | 4754.9   |         |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag), DE (desviación estándar) y el EE (error estándar).

Tabla 9. Contrastes entre medias de los rangos de tratamientos.

| Carrera  | Rango  |   |   |
|----------|--------|---|---|
| QFB      | 176.42 | a |   |
| IQ       | 369.5  |   | b |
| Biología | 381.42 |   | b |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Otro componente o categoría que también se tomó en cuenta porque tenía un alto valor en los resultados del cuestionario de la HE es el Transporte, y para comparar esta categoría entre las distintas Carreras se analizaron los datos para ver su distribución aplicando la prueba de normalidad Shapiro Wilks (modificado). Resultando que ninguna población de las distintas Carreras seguía una distribución normal con una  $p < 0.0001$ .

También se realizó el análisis para saber si existían diferencias entre las Carreras (Biología, IQ y QFB) con una prueba de Kruskal-Wallis como estadística analítica comparativa no paramétrica. Observando diferencias significativas con una  $p$  de 0.0012, siendo la Carrera de IQ el grupo que difería pero ahora con un mayor valor en esta categoría del Transporte que las Carreras de Biología y QFB en la HE.

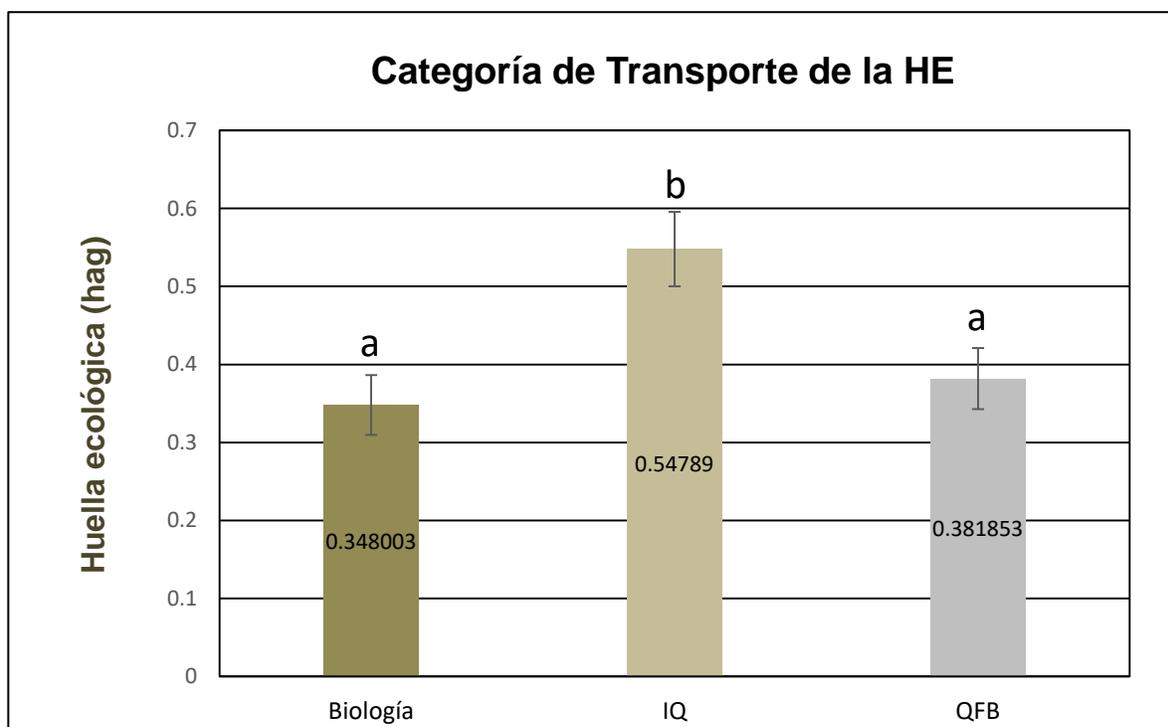


Figura 8. Comparación de la categoría de transporte de la huella ecológica entre las Carreras de Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica). Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre Carreras ( $p < 0.05$ ).

Tabla 10. Prueba Kruskal Wallis de la categoría de transporte por Carreras Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica).

| Variable | n   | Medias (hag) | DE       | EE         | Medianas | p      |
|----------|-----|--------------|----------|------------|----------|--------|
| Biología | 214 | 0.348003     | 0.562255 | 0.03843496 | 843      | 0.0012 |
| IQ       | 208 | 0.54789      | 0.685936 | 0.0475611  | 1250     |        |
| QFB      | 200 | 0.381853     | 0.555342 | 0.03926861 | 954      |        |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag), DE (desviación estándar) y el EE (error estándar).

Tabla 11. Contrastes entre medias de los rangos de tratamientos.

| Carrera  | Rango  |   |   |
|----------|--------|---|---|
| Biología | 282.64 | a |   |
| QFB      | 306.22 | a |   |
| IQ       | 346.27 |   | b |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

En cuanto a los Alimentos se analizaron las preguntas del cuestionario de la huella ecológica sobre el consumo de cigarrillos y cervezas de cada una de las

tres Carreras Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica) por género para poder observar si había diferencias en el consumo de hombres y mujeres. Posteriormente se comparó el número de cigarros y cervezas que se consumen entre Carreras para saber en cuál de ellas se tiene el mayor consumo.

En la Carrera de Biología los datos de hombres y mujeres que consumen cerveza y cigarro se compararon aplicando una prueba de Kruskal-Wallis como estadística analítica comparativa no paramétrica porque la distribución de los datos no era normal y se encontró que no había diferencias significativas entre el consumo de mujeres y hombres, siendo los dos géneros parecidos en el consumo de cervezas con una p de 0.8362 y de cigarros con una p de 0.5617.

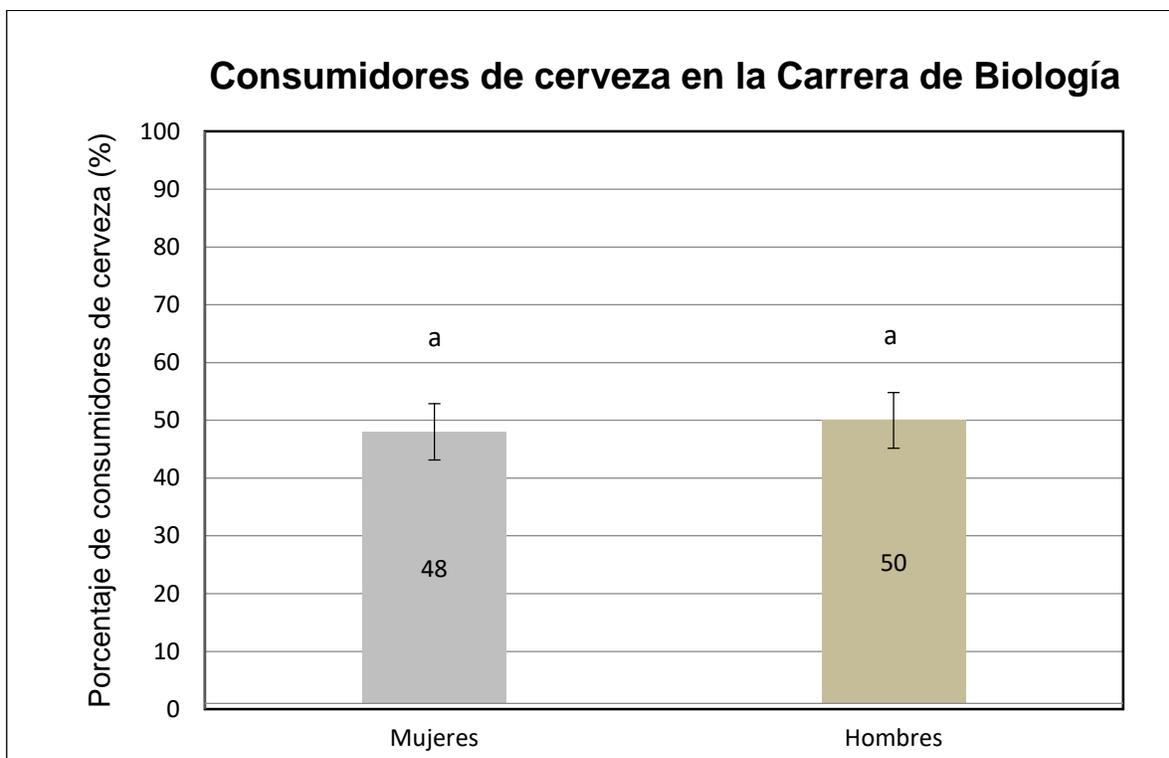


Figura 9. Porcentaje de consumidores y consumidoras de cerveza en la Carrera de Biología, respecto al total de estudiantes encuestados. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre géneros ( $p < 0.05$ ).

Tabla 12. Prueba Kruskal Wallis de los consumidores y consumidoras de cerveza en la Carrera de Biología.

| Variable | Criterio | N   | Medias | DE | EE          | p      |
|----------|----------|-----|--------|----|-------------|--------|
| Mujeres  | 1        | 106 | 48     | 50 | 4.856429312 | 0.8362 |
| Hombres  | 2        | 107 | 50     | 50 | 4.833682445 |        |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag), DE (desviación estándar) y el EE (error estándar).

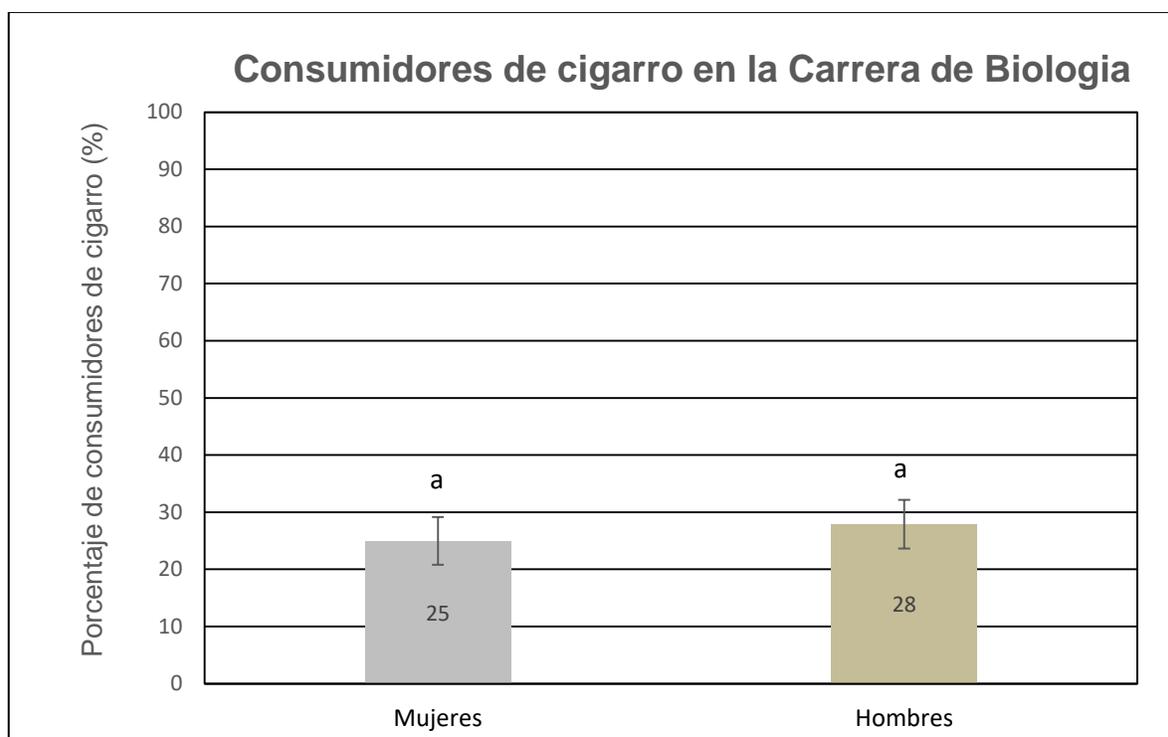


Figura 10. Porcentaje de consumidores y consumidoras de cigarro en la Carrera de Biología, respecto al total de estudiantes encuestados. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre géneros ( $p < 0.05$ ).

Tabla 13. Prueba de Kruskal Wallis de los consumidores y consumidoras de cigarro de la Carrera de Biología.

| Variable | Criterio | n   | Medias | DE | EE          | p      |
|----------|----------|-----|--------|----|-------------|--------|
| Mujeres  | 1        | 106 | 25     | 43 | 4.176529208 | 0.5617 |
| Hombres  | 2        | 107 | 28     | 45 | 4.350314201 |        |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag), DE (desviación estándar) y el EE (error estándar).

Para la Carrera de IQ (Ingeniería Química) los datos de hombres y mujeres que consumen cerveza y cigarro se compararon aplicando una prueba de Kruskal-Wallis como estadística analítica comparativa no paramétrica,

resultando que no había diferencias significativas entre el consumo de mujeres y hombres, siendo los dos géneros parecidos en el consumo de cervezas con una p de 0.0963 y de cigarros con una p de 0.5935.

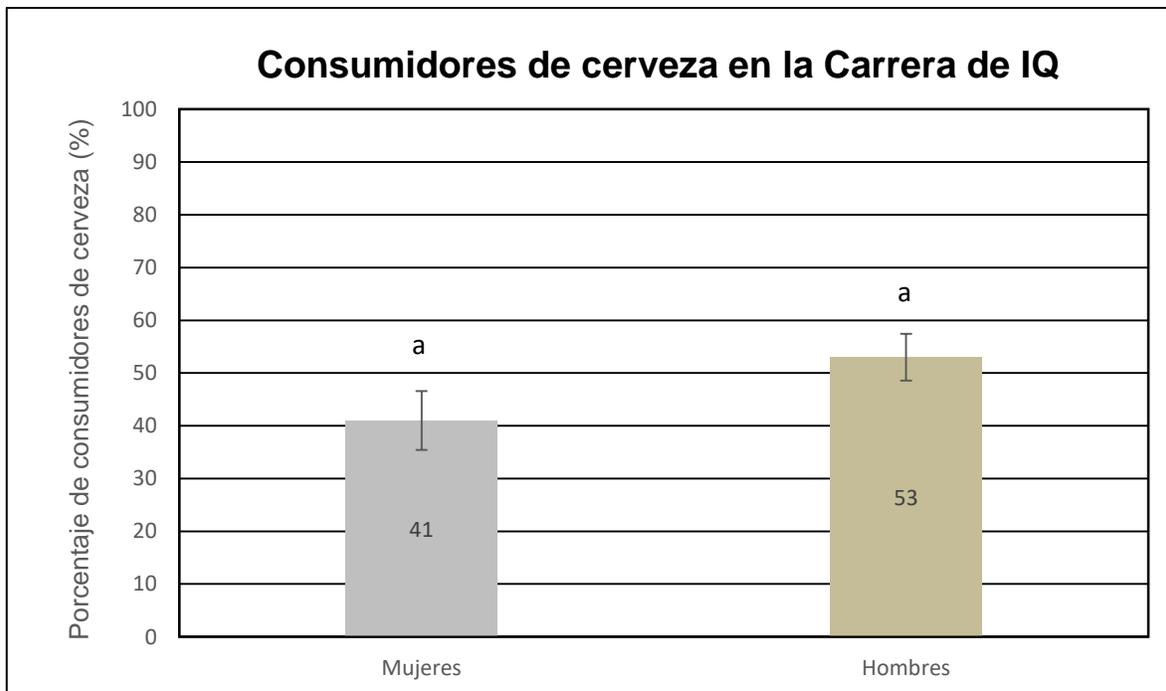


Figura 11. Porcentaje de consumidores y consumidoras de cerveza en la Carrera de IQ (Ingeniería Química), respecto al total de estudiantes encuestados. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre géneros ( $p < 0.05$ ).

Tabla 14. Prueba Kruskal-Wallis de los consumidores y consumidoras de cerveza en la Carrera de IQ (Ingeniería Química).

| Variable | Criterio | N   | Medias | DE | EE          | p      |
|----------|----------|-----|--------|----|-------------|--------|
| Mujeres  | 1        | 80  | 41     | 50 | 5.590169944 | 0.0963 |
| Hombres  | 2        | 128 | 53     | 50 | 4.419417382 |        |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag), DE (desviación estándar) y el EE (error estándar).

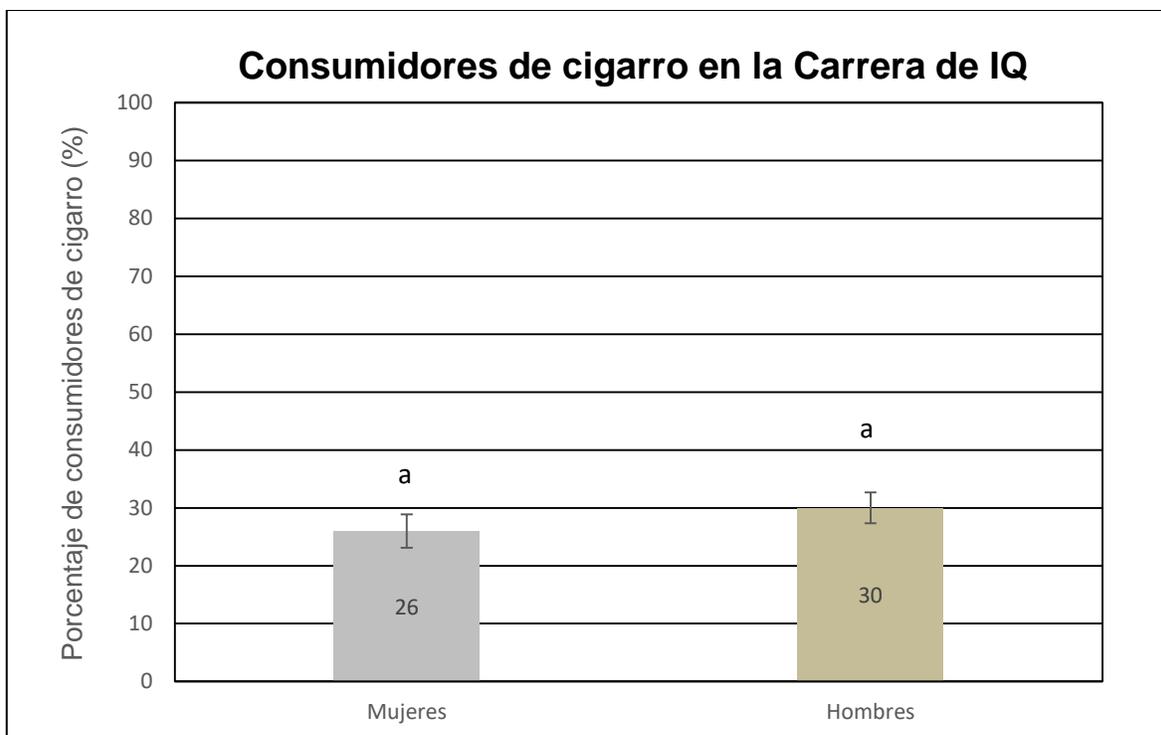


Figura 12. Porcentaje de consumidores y consumidoras de cigarro en la Carrera de IQ (Ingeniería Química), respecto al total de estudiantes encuestados. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre géneros ( $p < 0.05$ ).

Tabla 15. Prueba Kruskal-Wallis de los consumidores y consumidoras de cigarro en la Carrera de IQ (Ingeniería Química).

| Variable | Criterio | n   | Medias | DE | EE          | p      |
|----------|----------|-----|--------|----|-------------|--------|
| Mujeres  | 1        | 80  | 26     | 44 | 2.906888371 | 0.5935 |
| Varones  | 2        | 128 | 30     | 46 | 2.651650429 |        |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag), DE (desviación estándar) y el EE (error estándar).

En cuanto a la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica) los datos de hombres y mujeres que consumen cerveza también se compararon aplicando una prueba de Kruskal-Wallis como estadística analítica comparativa no paramétrica para el consumo de cigarrillos, resultando que si hay diferencias significativas en el consumo de cervezas entre mujeres y hombres con una p de 0.0251. Pero con la prueba de Kruskal Wallis los distintos géneros no quedan bien diferenciados.

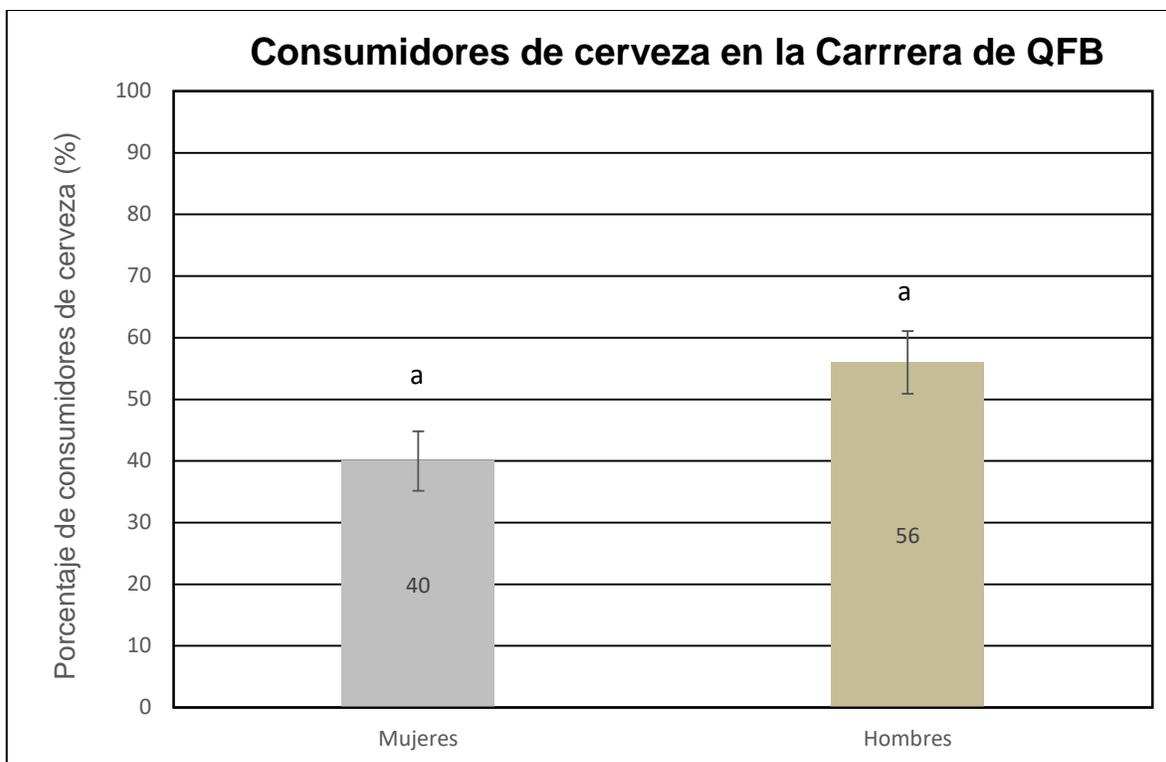


Figura 13. Porcentaje de consumidores y consumidoras de cerveza en la Carrera de QFB (química farmacéutica biológica), respecto al total de estudiantes encuestados. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre géneros ( $p < 0.05$ ).

Tabla 16. Prueba Kruskal-Wallis de los consumidores y consumidoras de cerveza en la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica).

| Variable | Criterio | n   | Medias | DE | EE          | p      |
|----------|----------|-----|--------|----|-------------|--------|
| Mujeres  | 1        | 103 | 40     | 49 | 4.828113463 | 0.0251 |
| Hombres  | 2        | 97  | 56     | 50 | 5.076730826 |        |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag), DE (desviación estándar) y el EE (error estándar).

Tabla 17. Contrastes entre medias de los rangos de tratamientos.

| Géneros | Rango  |   |
|---------|--------|---|
| Mujeres | 92.81  | a |
| Hombres | 108.67 | a |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Debido a que las diferencias notables no quedan bien definidas entre las medias pero las varianzas son similares y los tamaños de muestra son grandes, también se realizó la prueba t de Student para muestras

independientes, que se basa en contrastar si las medias de cada grupo son similares, y para corroborar las diferencias encontradas con la prueba de Kruskal Wallis como estadística analítica comparativa no paramétrica debido a que la distribución de los datos no es Normal. Realizada la prueba se encontró y confirmó que si hay diferencias significativas en el consumo de cervezas entre mujeres y hombres de la Carrera de QFB con una p de 0.0247.

Tabla 18. Prueba t de Student para muestras independientes de los consumidores y consumidoras de cerveza en la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica).

| Variable | n   | Media | Varianza | p-valor |
|----------|-----|-------|----------|---------|
| Mujeres  | 103 | 40    | 24       | 0.0247  |
| Hombres  | 97  | 56    | 25       |         |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag) y la Varianza.

Para los hombres y mujeres que consumen cigarro en la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica) los diferentes géneros también se compararon aplicando una prueba de Kruskal-Wallis como estadística analítica comparativa no paramétrica, mostrando que no había diferencias significativas entre las poblaciones de mujeres y hombres con una p de 0.6941.

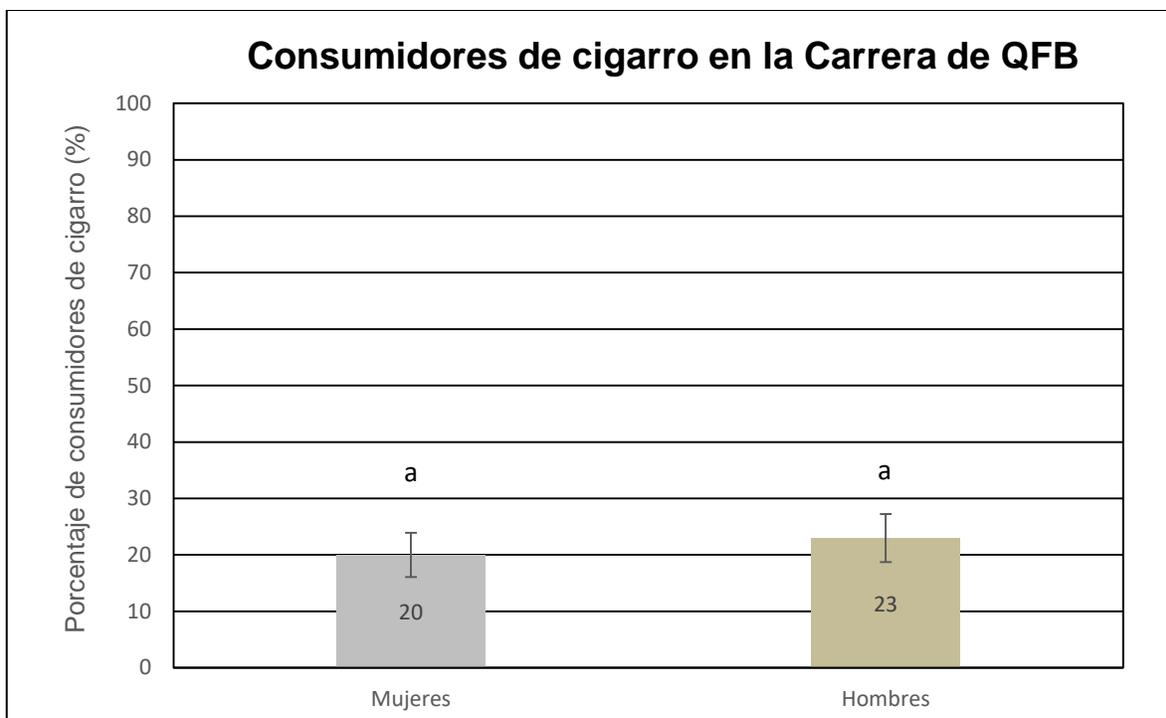


Figura 14. Porcentaje de consumidores y consumidoras de cigarro en la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica), respecto al total de estudiantes encuestados. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre géneros ( $p < 0.05$ ).

Tabla 19. Prueba Kruskal-Wallis de los consumidores y consumidoras de cigarro en la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica).

| Variable | Criterio | n   | Medias | DE | EE          | p      |
|----------|----------|-----|--------|----|-------------|--------|
| Mujeres  | 1        | 103 | 20     | 40 | 3.941317113 | 0.6941 |
| Hombres  | 2        | 97  | 23     | 42 | 4.264453894 |        |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag), DE (desviación estándar) y el EE (error estándar).

El número de cigarrillos y cervezas que consumen a la semana los estudiantes de cada una de las tres Carreras Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica) se analizaron a partir de los datos que derivan de la aplicación del cuestionario de la HE con una estadística descriptiva, y se compararon para saber cuál sería la Carrera que tiene el mayor número de cervezas y cigarrillos consumidos dentro del porcentaje de los estudiantes consumidores.

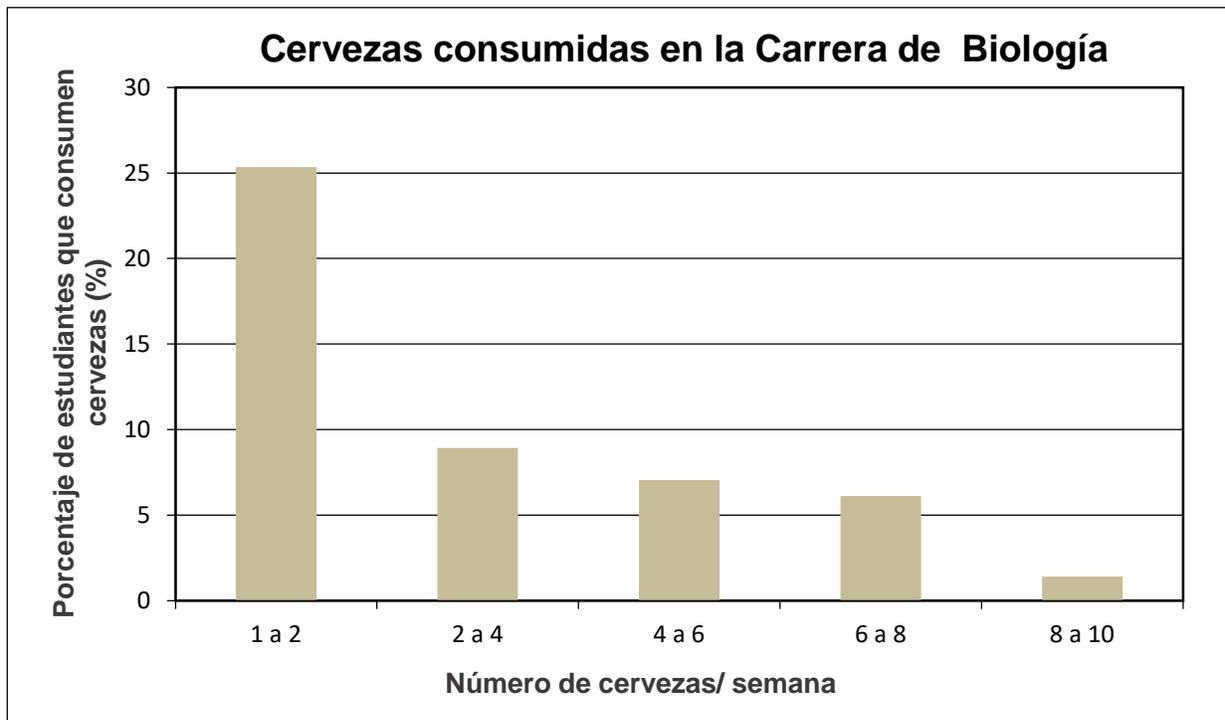


Figura 15. Porcentaje de estudiantes que consumen cervezas por semana (hombres y mujeres) de la Carrera de Biología, respecto al total de estudiantes consumidores encuestados.

Tabla 20. Frecuencia y Frecuencia relativa de cervezas consumidas a la semana por los estudiantes de la Carrera de Biología respecto al total de estudiantes consumidores encuestados.

| cerveza/ semana | Frecuencia | Frecuencia relativa (%) | Frecuencia relativa (%) acumulada | Frecuencia acumulada |
|-----------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| 1 a 2           | 54         | 25.3521127              | 25.3521127                        | 54                   |
| 2 a 4           | 19         | 8.92018779              | 34.2723005                        | 73                   |
| 4 a 6           | 15         | 7.04225352              | 41.314554                         | 88                   |
| 6 a 8           | 13         | 6.10328638              | 47.4178404                        | 101                  |
| 8 a 10          | 3          | 1.4084507               | 48.8262911                        | 104                  |

Se evaluó la Frecuencia y Frecuencia relativa (%) del Número de cervezas que se consumen a la semana y la Frecuencia relativa acumulada (%) y Frecuencia acumulada de los estudiantes consumidores encuestados.

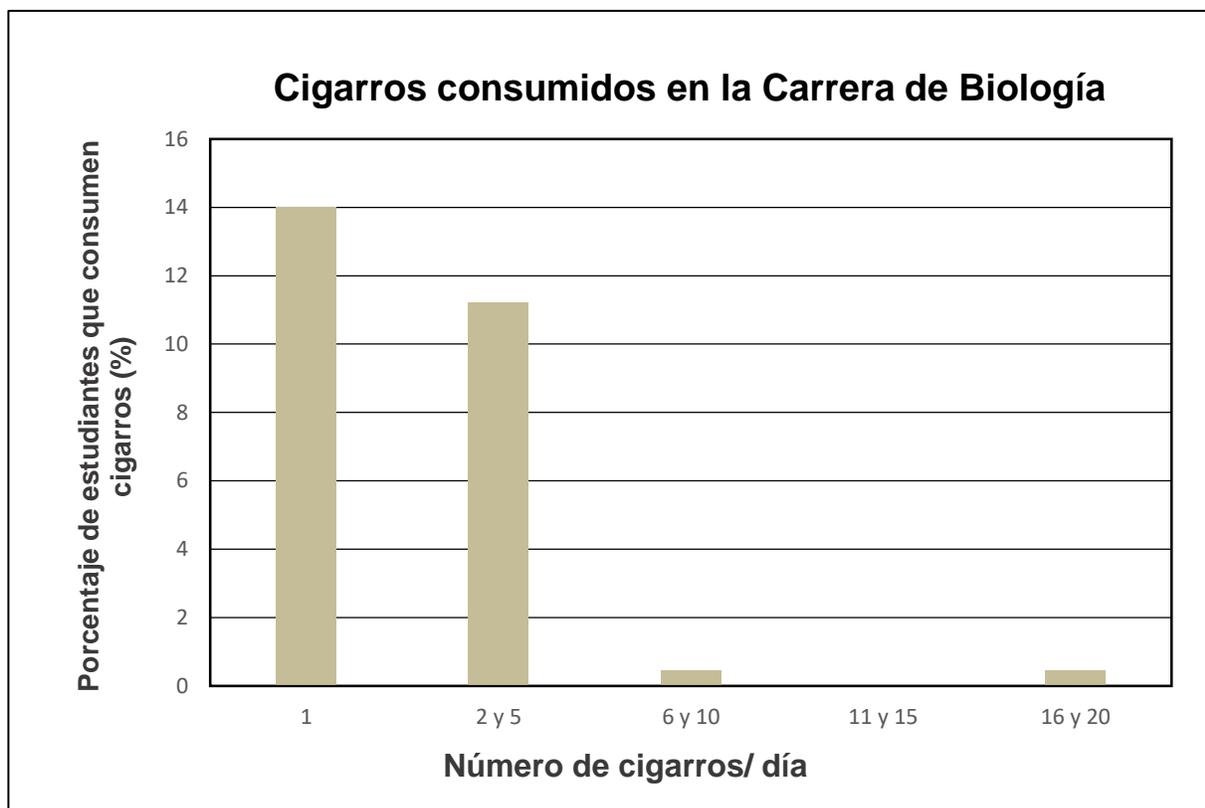


Figura 16. Porcentaje de estudiantes que consumen cigarros por día (hombres y mujeres) de la Carrera de Biología, respecto al total de estudiantes consumidores encuestados.

Tabla 21. Frecuencia y Frecuencia relativa de cigarros consumidos al día por estudiantes de la Carrera de Biología, respecto al total de estudiantes consumidores encuestados.

| cigarro/<br>día | Frecuencia | Frecuencia<br>relativa (%) | Frecuencia<br>relativa (%)<br>acumulada | Frecuencia<br>acumulada |
|-----------------|------------|----------------------------|---|-------------------------|
| 1               | 30         | 14.0186916                 | 14.0186916                              | 30                      |
| 2 y 5           | 24         | 11.2149533                 | 25.2336449                              | 54                      |
| 6 y 10          | 1          | 0.46728972                 | 25.7009346                              | 55                      |
| 11 y 15         | 0          | 0                          | 25.7009346                              | 55                      |
| 16 y 20         | 1          | 0.46728972                 | 26.1682243                              | 56                      |

Se evaluó la Frecuencia y Frecuencia relativa (%) del Número de cigarros que se consumen al día y la Frecuencia relativa acumulada (%) y Frecuencia acumulada de los estudiantes consumidores encuestados.

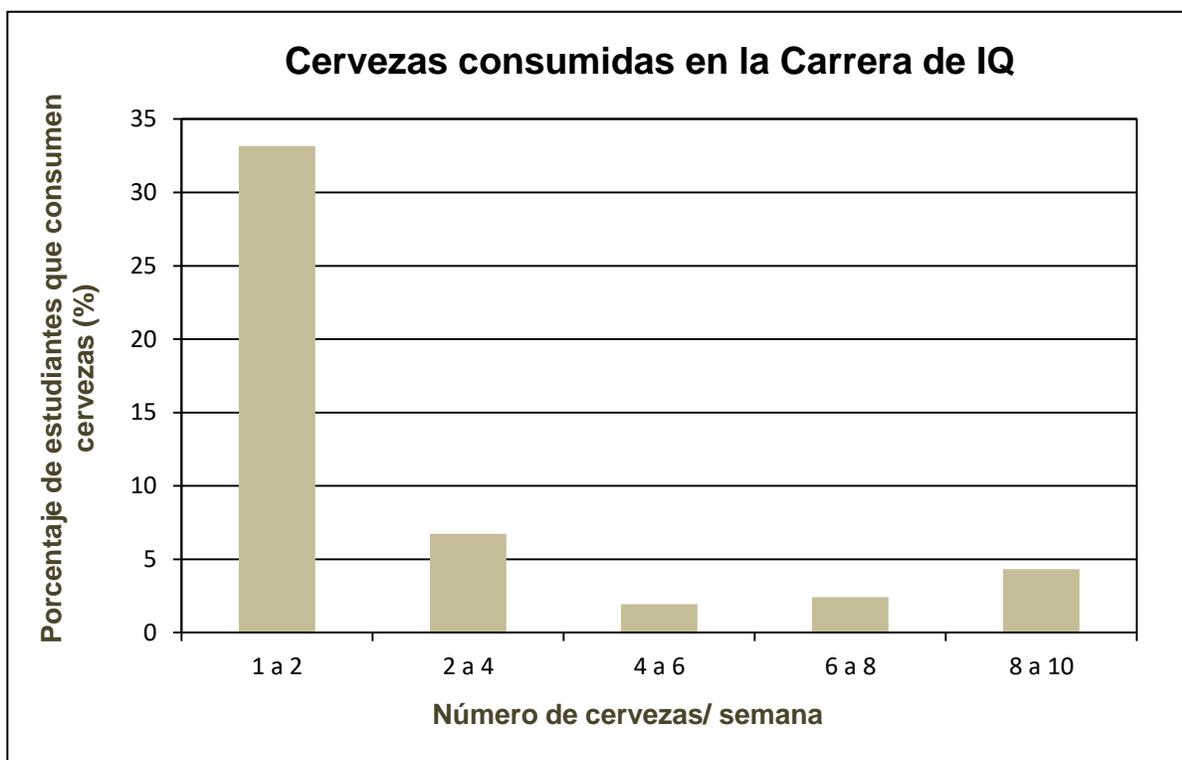


Figura 17. Porcentaje de estudiantes que consumen cervezas por semana (hombres y mujeres) de la Carrera de IQ (Ingeniería Química), respecto al total de estudiantes consumidores encuestados.

Tabla 22. Frecuencia y Frecuencia relativa de cervezas consumidas a la semana por los estudiantes de la Carrera de IQ (Ingeniería Química), respecto al total de estudiantes consumidores encuestados.

| cerveza/<br>semana | Frecuencia | Frecuencia<br>relativa (%) | Frecuencia<br>relativa (%)<br>acumulada | Frecuencia<br>acumulada |
|--------------------|------------|----------------------------|---|-------------------------|
| 1 a 2              | 69         | 33.1730769                 | 33.1730769                              | 69                      |
| 2 a 4              | 14         | 6.73076923                 | 39.9038462                              | 83                      |
| 4 a 6              | 4          | 1.92307692                 | 41.8269231                              | 87                      |
| 6 a 8              | 5          | 2.40384615                 | 44.2307692                              | 92                      |
| 8 a 10             | 9          | 4.32692308                 | 48.5576923                              | 101                     |

Se evaluó la Frecuencia y Frecuencia relativa (%) del Número de cervezas que se consumen a la semana y la Frecuencia relativa acumulada (%) y Frecuencia acumulada de los estudiantes consumidores encuestados.

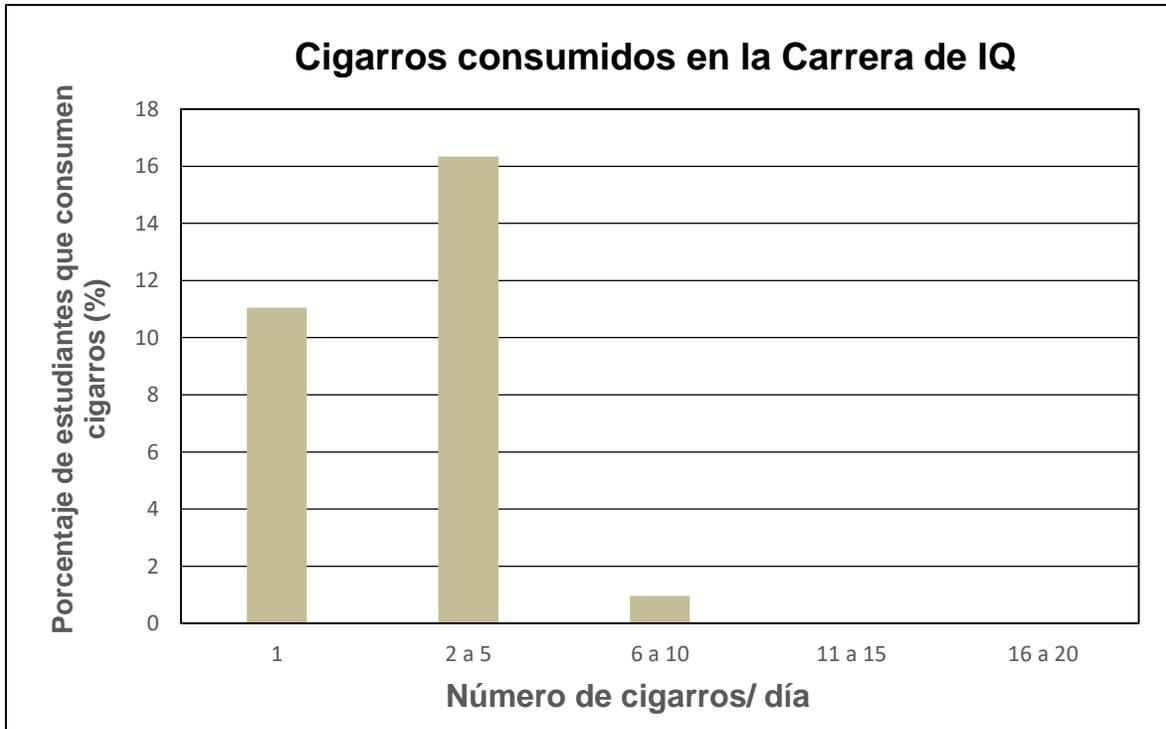


Figura 18. Porcentaje de estudiantes que consumen cigarros por día (hombres y mujeres) de la Carrera de IQ (Ingeniería Química), respecto al total de estudiantes consumidores encuestados.

Tabla 23. Frecuencia y Frecuencia relativa de cigarros consumidos al día por estudiantes de la Carrera de IQ (Ingeniería Química), respecto al total de estudiantes consumidores encuestados.

| cigarro/<br>día | Frecuencia | Frecuencia<br>relativa (%) | Frecuencia<br>relativa (%)<br>acumulada | Frecuencia<br>acumulada |
|-----------------|------------|----------------------------|---|-------------------------|
| 1               | 23         | 11.0576923                 | 11.0576923                              | 23                      |
| 2 a 5           | 34         | 16.3461538                 | 27.4038462                              | 57                      |
| 6 a 10          | 2          | 0.96153846                 | 28.3653846                              | 59                      |
| 11 a 15         | 0          | 0                          | 28.3653846                              | 59                      |
| 16 a 20         | 0          | 0                          | 28.3653846                              | 59                      |

Se evaluó la Frecuencia y Frecuencia relativa (%) del Número de cigarros que se consumen al día y la Frecuencia relativa acumulada (%) y Frecuencia acumulada de los estudiantes consumidores encuestados.

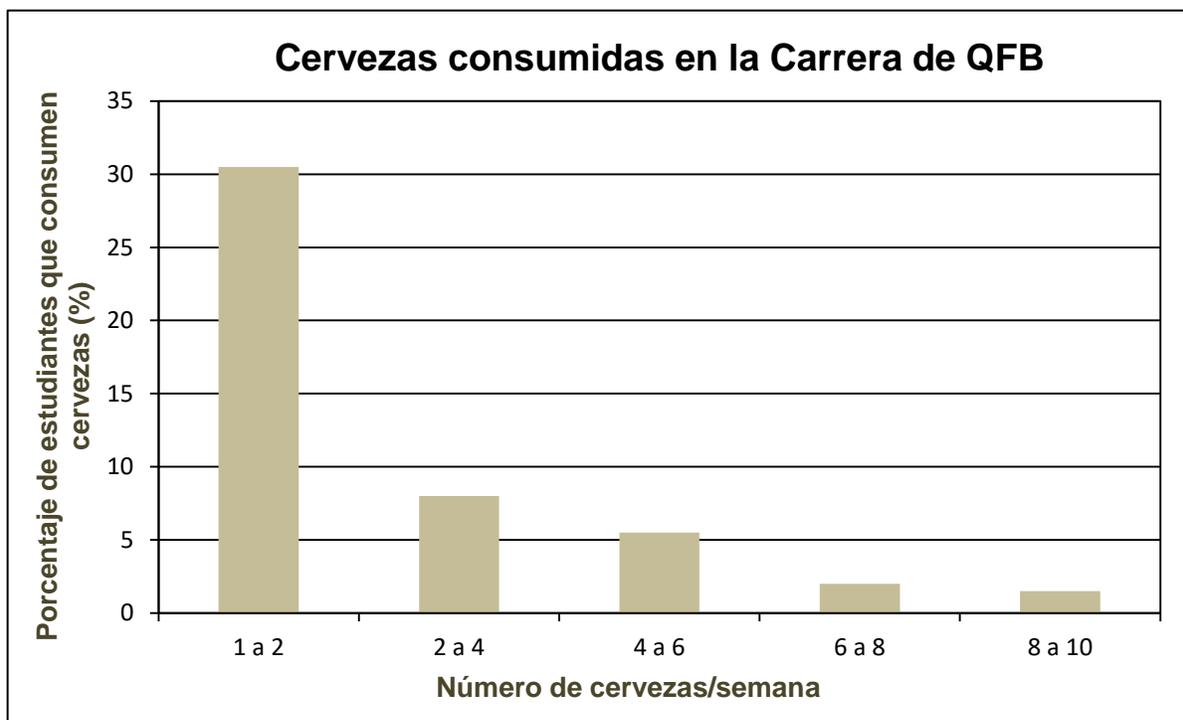


Figura 19. Porcentaje de estudiantes que consumen cervezas por semana (hombres y mujeres) de la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica), respecto al total de estudiantes consumidores encuestados.

Tabla 24. Frecuencia y Frecuencia relativa de cervezas consumidas a la semana por los estudiantes de la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica), respecto al total de estudiantes consumidores encuestados.

| cerveza/semana | Frecuencia | Frecuencia relativa (%) | Frecuencia relativa (%) acumulada | Frecuencia acumulada |
|----------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| 1 a 2          | 61         | 30.5                    | 30.5                              | 61                   |
| 2 a 4          | 16         | 8                       | 38.5                              | 77                   |
| 4 a 6          | 11         | 5.5                     | 44                                | 88                   |
| 6 a 8          | 4          | 2                       | 46                                | 92                   |
| 8 a 10         | 3          | 1.5                     | 47.5                              | 95                   |

Se evaluó la Frecuencia y Frecuencia relativa (%) del Número de cervezas que se consumen a la semana y la Frecuencia relativa acumulada (%) y Frecuencia acumulada de los estudiantes consumidores encuestados.

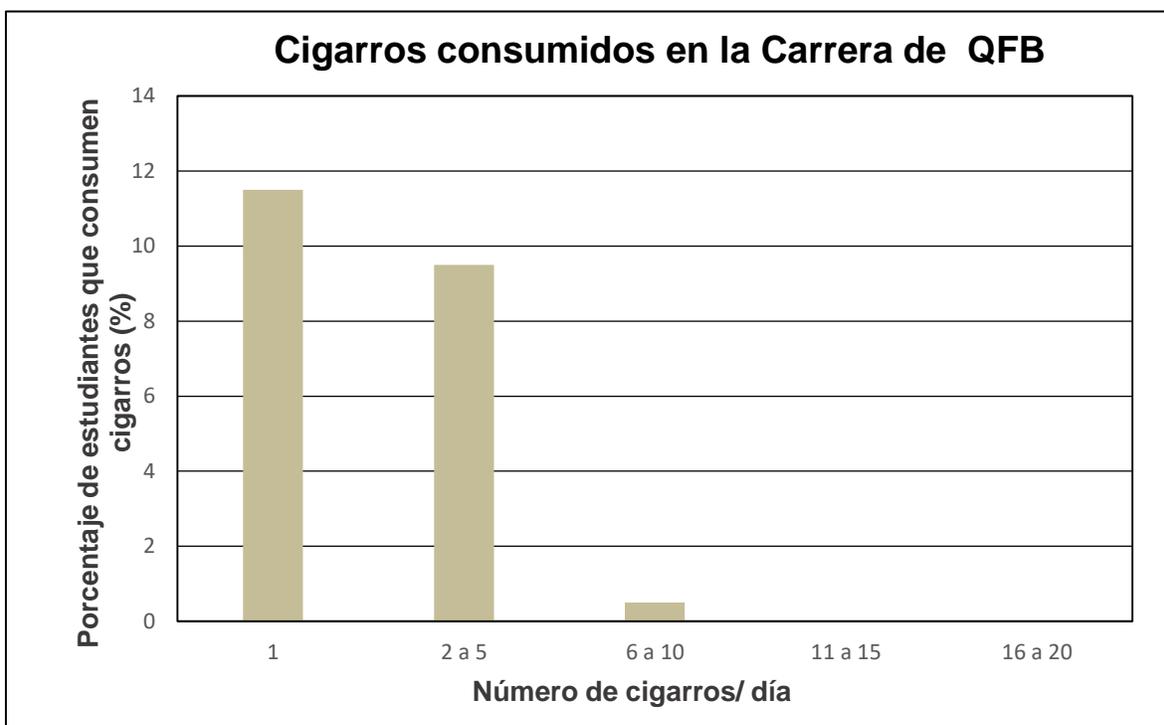


Figura 20. Porcentaje de estudiantes que consumen cigarros por día (hombres y mujeres) de la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica), respecto al total de estudiantes consumidores encuestados.

Tabla 25. Frecuencia y Frecuencia relativa de cigarros consumidos al día por estudiantes de la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica), respecto al total de estudiantes consumidores encuestados.

| cigarros/<br>día | Frecuencia | Frecuencia<br>relativa (%) | Frecuencia<br>relativa (%)<br>acumulada | Frecuencia<br>acumulada |
|------------------|------------|----------------------------|---|-------------------------|
| 1                | 23         | 11.5                       | 11.5                                    | 23                      |
| 2 a 5            | 19         | 9.5                        | 21                                      | 42                      |
| 6 a 10           | 1          | 0.5                        | 21.5                                    | 43                      |
| 11 a 15          | 0          | 0                          | 21.5                                    | 43                      |
| 16 a 20          | 0          | 0                          | 21.5                                    | 43                      |

Se evaluó la Frecuencia y Frecuencia relativa (%) del Número de cigarros que se consumen al día y la Frecuencia relativa acumulada (%) y Frecuencia acumulada de los estudiantes consumidores encuestados.

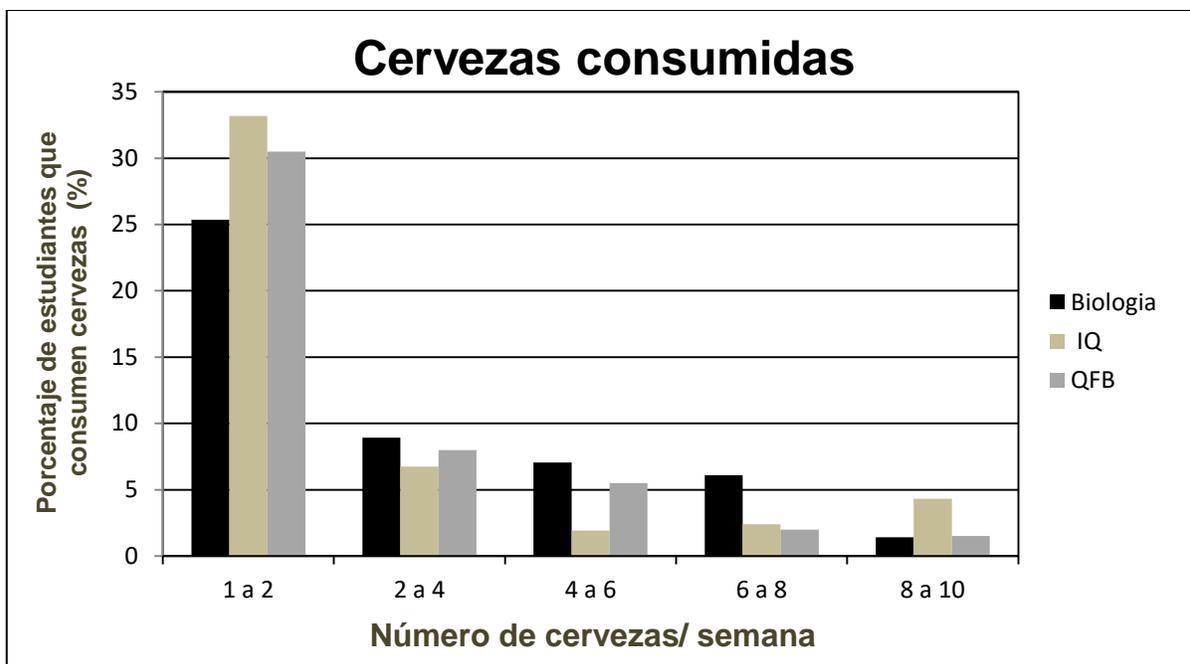


Figura 21. Comparación del porcentaje de estudiantes que consumen cerveza por semana (hombres y mujeres) de las Carreras de Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica), respecto al total de estudiantes consumidores encuestados.

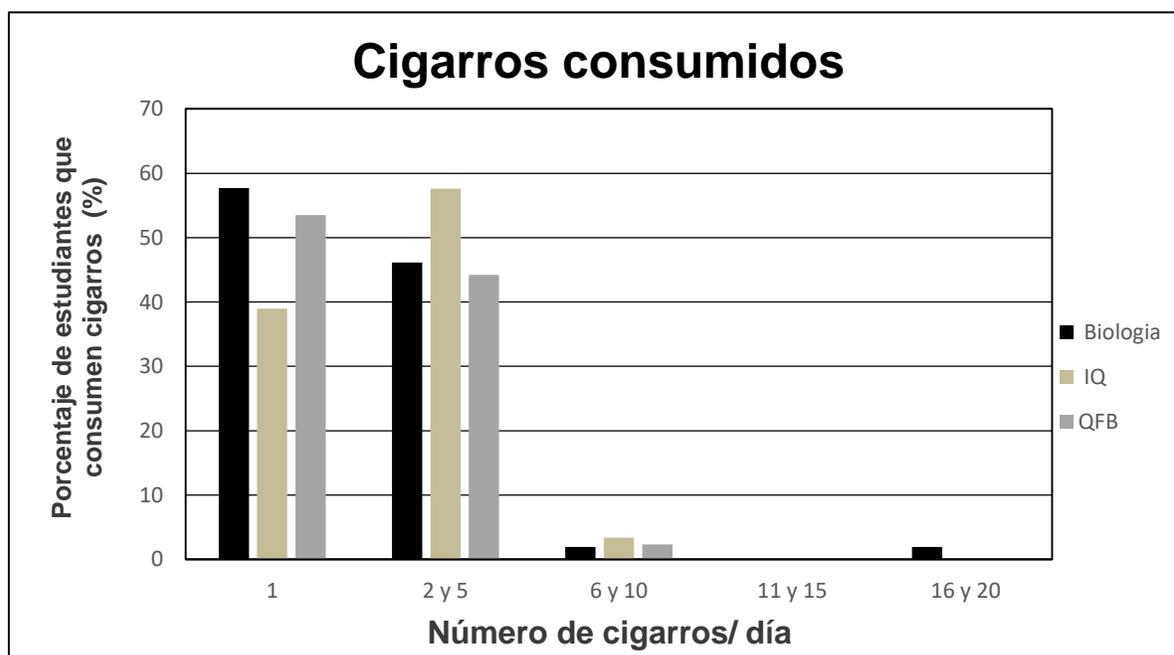


Figura 22. Comparación del porcentaje de estudiantes que consumen cigarros por día (hombres y mujeres) de las Carreras de Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica), respecto al total de estudiantes consumidores encuestados.

Los datos que resultan del número de cervezas que consumen a la semana los bebedores de cada una de las tres Carreras no siguen una distribución normal con una p de 0.0001 y el análisis para saber si existían diferencias entre las Carreras de Biología, IQ y QFB se utilizó una Prueba de Kruskal Wallis como estadística analítica comparativa no paramétrica. Mostrando que sí hay diferencias significativas en el consumo de cervezas, siendo la Carrera de Biología la que tiene el mayor número de cervezas consumidas que los estudiantes consumidores de las Carreras de QFB (Química Farmacéutica Biológica) y de IQ (Ingeniería Química) con una p de 0.0498.

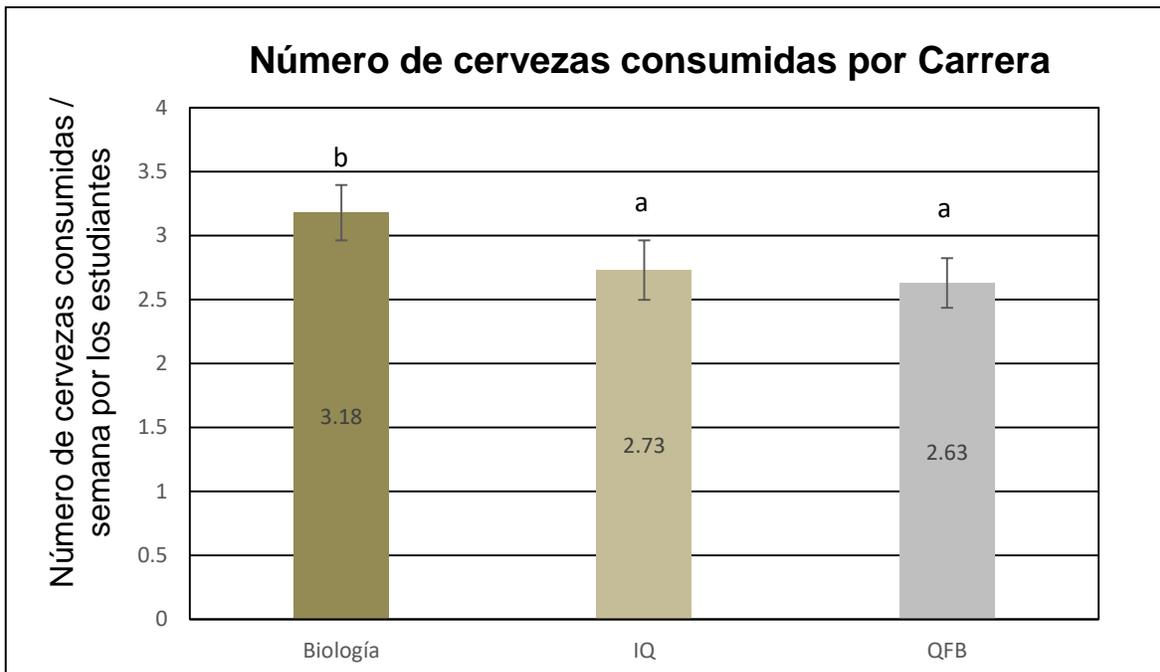


Figura 23. Comparación del número de cervezas que en promedio consumen a la semana los estudiantes (hombres y mujeres) de las Carreras de Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica), respecto al total de estudiantes consumidores encuestados. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre Carreras ( $p < 0.05$ ).

Tabla 26. Prueba Kruskal Wallis del número de cervezas que consumen a la semana los estudiantes (hombres y mujeres) de las Carreras de Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica).

| Variable | n   | Medias | DE   | EE          | p      |
|----------|-----|--------|------|-------------|--------|
| Biología | 103 | 3.18   | 2.2  | 0.216772441 | 0.0498 |
| IQ       | 100 | 2.73   | 2.32 | 0.232       |        |
| QFB      | 95  | 2.63   | 1.9  | 0.194935887 |        |

Se evaluó el número de individuos (n), Media, DE (desviación estándar) y el EE (error estándar).

Tabla 27. Contrastes entre medias de los rangos de tratamientos.

| Carrera  | Rango  |   |   |
|----------|--------|---|---|
| IQ       | 139.91 | a |   |
| QFB      | 143.89 | a | b |
| Biología | 163.99 |   | b |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Asimismo, se analizaron los datos que resultan del número de cigarrillos que consumen al día los estudiantes de cada una de las tres Carreras, los cuales no siguen una distribución normal con una  $p$  de 0.0001 y por eso el análisis para saber si existían diferencias significativas entre las Carreras de Biología, IQ y QFB se realizó con una Prueba de Kruskal Wallis como estadística analítica comparativa no paramétrica y resultó que no existen diferencias significativas entre el número de cigarrillos de ninguno de los estudiantes de las tres Carreras que consumen cigarrillos con una  $p$  de 0.2651.

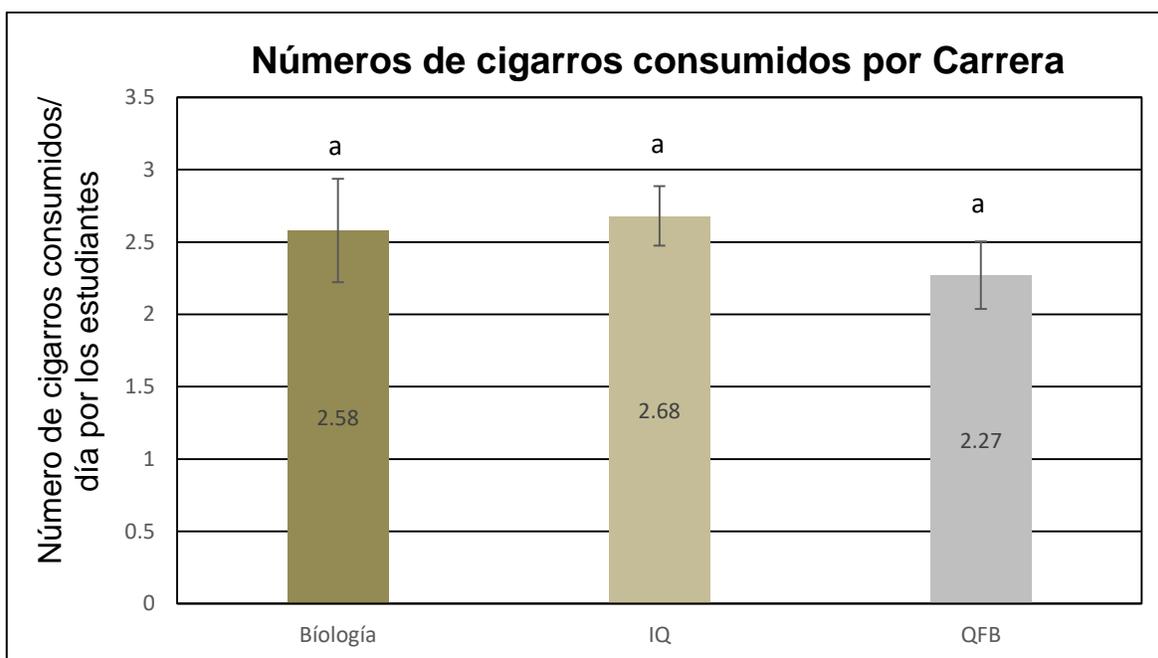


Figura 24. Comparación del número de cigarrillos que en promedio consumen al día los estudiantes (hombres y mujeres) de las Carreras de Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica), respecto al total de estudiantes consumidores encuestados. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre Carreras ( $p < 0.05$ ).

Tabla 28. Prueba de Kruskal Wallis del número de cigarrillos que consumen al día los estudiantes de las Carreras de Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica).

| Carrera  | n  | Medias | DE   | EE         | p      |
|----------|----|--------|------|------------|--------|
| Biología | 56 | 2.58   | 2.67 | 0.35679376 | 0.2651 |
| IQ       | 59 | 2.68   | 1.58 | 0.20569848 |        |
| QFB      | 43 | 2.27   | 1.53 | 0.23332281 |        |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag), DE (desviación estándar) y el EE (error estándar).

## 8.2 Componentes principales de la huella ecológica

En el análisis de componentes principales se puede reconocer la categoría con el mayor impacto sobre el total de la HE y los hábitos de mayor consumo que tienen los estudiantes de las Carreras de Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica).

La categoría de Energía contribuye en mayor medida al primer componente (CP1), porque recibió el valor negativo más alto (Tabla 30) y los Alimentos con el valor positivo más alto, estas categorías no se correlacionan. Esto quiere decir, que el mayor consumo de los estudiantes se encuentra en los sectores de Energía y Alimentos.

Tabla 29. Autovalores huella ecológica

| Lambda | Valor | %   | % Acum. |
|--------|-------|-----|---------|
| 1      | 1.81  | 0.6 | 0.6     |
| 2      | 1.19  | 0.4 | 1       |
| 3      | 0     | 0   | 1       |

Tabla 30. Autovectores huella ecológica

| Variables  | e1           | e2          |
|------------|--------------|-------------|
| Alimentos  | <b>0.74</b>  | 0.07        |
| Transporte | 0.35         | <b>0.81</b> |
| Energía    | <b>-0.57</b> | 0.58        |

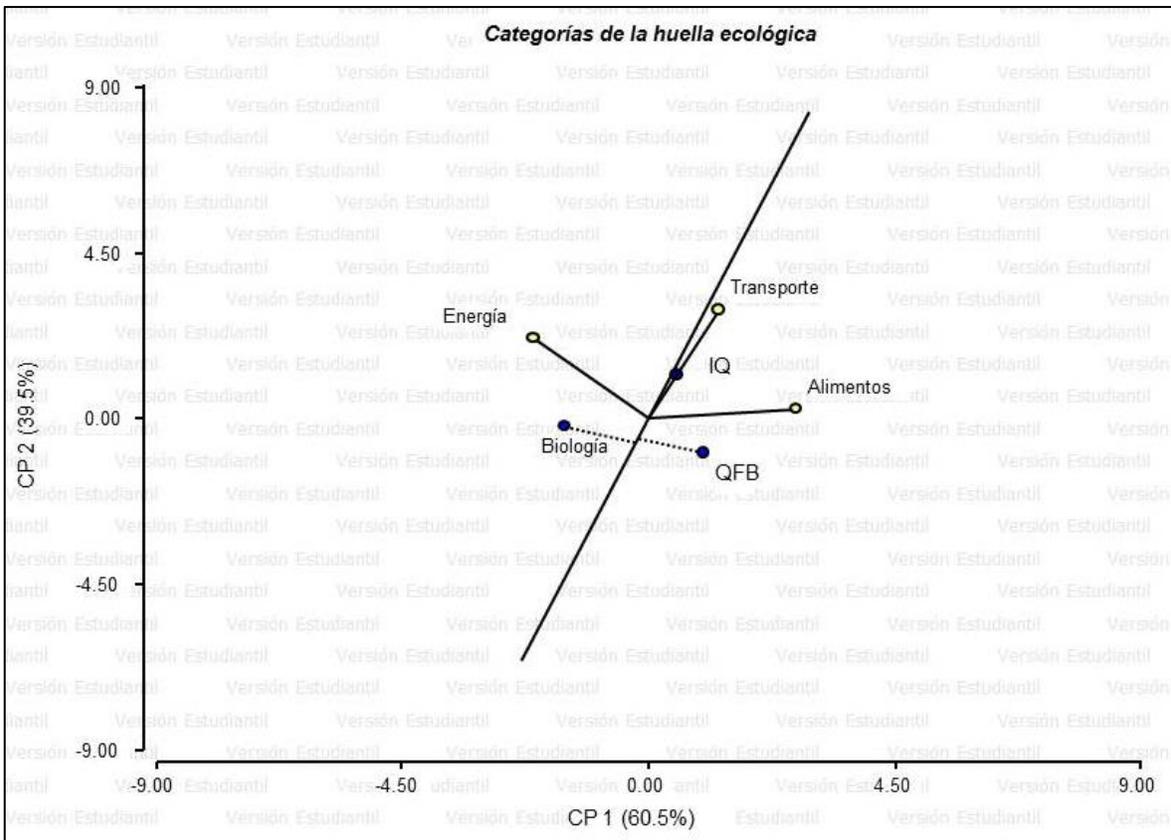


Figura 25. Componentes principales de la huella ecológica en las Carreras de Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica). La recta mayor representa la correlación lineal de las categorías de la huella ecológica.

Por el contrario la categoría de Transporte contribuye al segundo componente (CP2) con el valor positivo más alto (Tabla 22).

La HE en la Carrera de Biología está más asociada al consumo de Energía, en la Carrera de IQ (Ingeniería Química) se encuentre más asociada al Transporte y para la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica) son los Alimentos. Con estos dos ejes se explicó el 60.5% de la variabilidad total (figura 25).

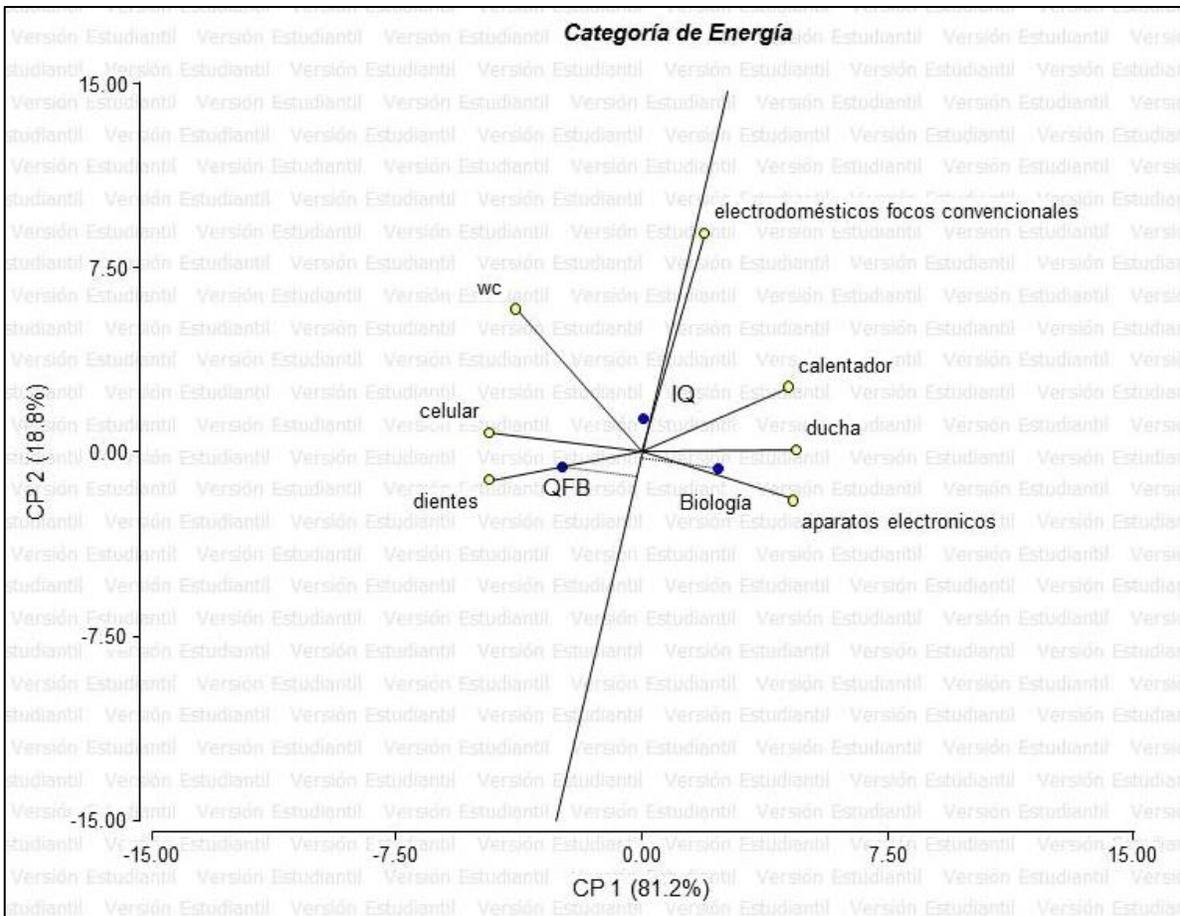


Figura 26. Componentes principales de la categoría de Energía de la huella ecológica de la Carrera de Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica). La recta mayor representa la correlación lineal de los componentes de la categoría de Energía.

Tabla 31. Autovalores de la categoría de Energía

| Lambda   | Valor       | %           | % Acumulado |
|----------|-------------|-------------|-------------|
| <b>1</b> | <b>5.69</b> | <b>0.81</b> | <b>0.81</b> |
| 2        | 1.31        | 19          | 1           |
| 3        | 0           | 0           | 1           |
| 4        | 0           | 0           | 1           |
| 5        | 0           | 0           | 1           |
| 6        | 0           | 0           | 1           |
| 7        | 0           | 0           | 1           |

Tabla 32. Autovectores de la categoría de Energía

| Variables             | e1           | e2          |
|-----------------------|--------------|-------------|
| electrodomésticos     | 0.17         | <b>0.79</b> |
| celular               | <b>-0.42</b> | 0.07        |
| aparatos electrónicos | 0.41         | -0.18       |
| calentador            | 0.4          | 0.24        |
| ducha                 | <b>0.42</b>  | 0.01        |
| dientes               | -0.42        | -0.1        |
| wc                    | -0.34        | 0.52        |

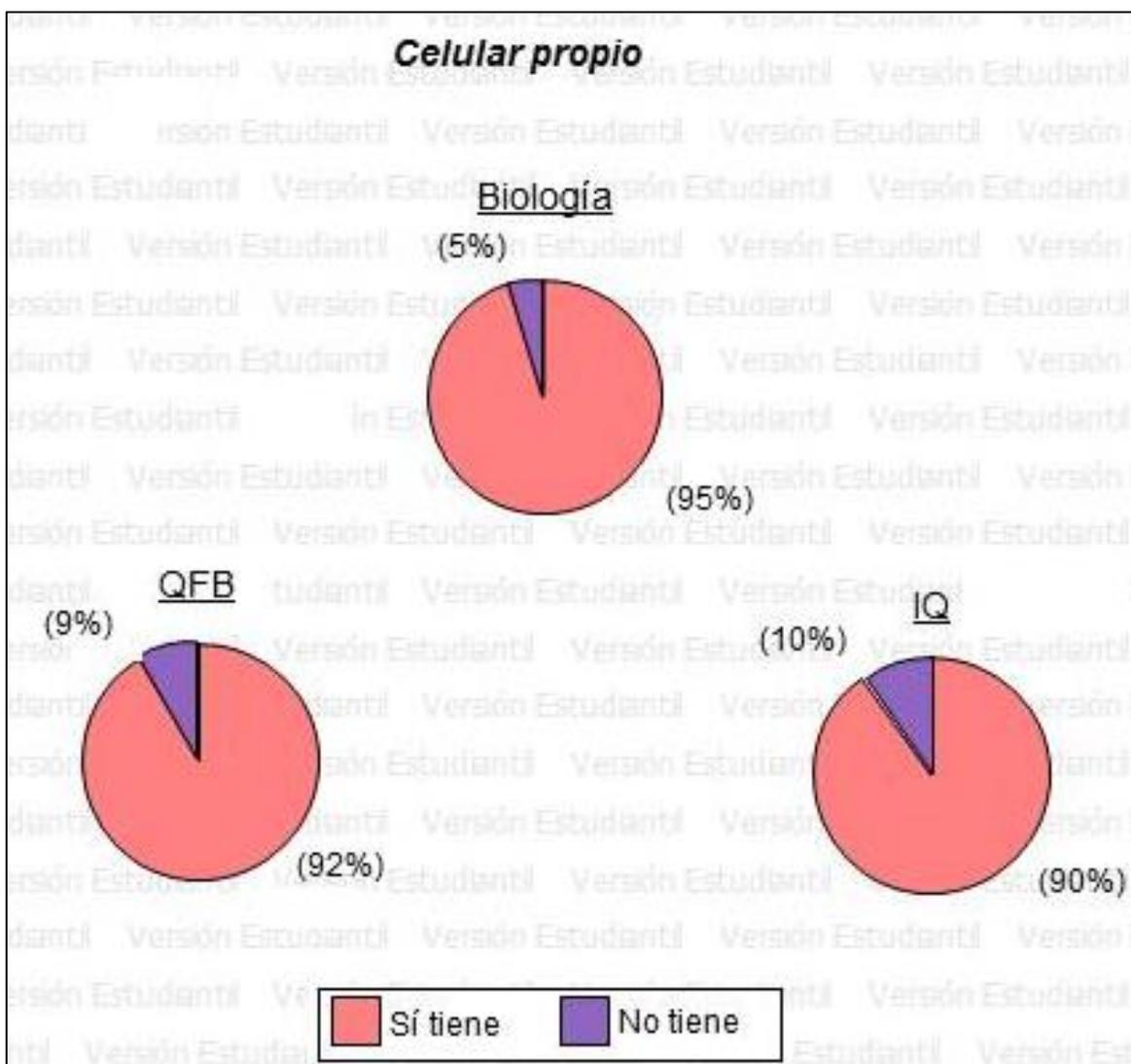


Figura 27. Porcentaje de estudiantes de la Carrera de Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica) que cuentan con celular propio, respecto al total de estudiantes encuestados.

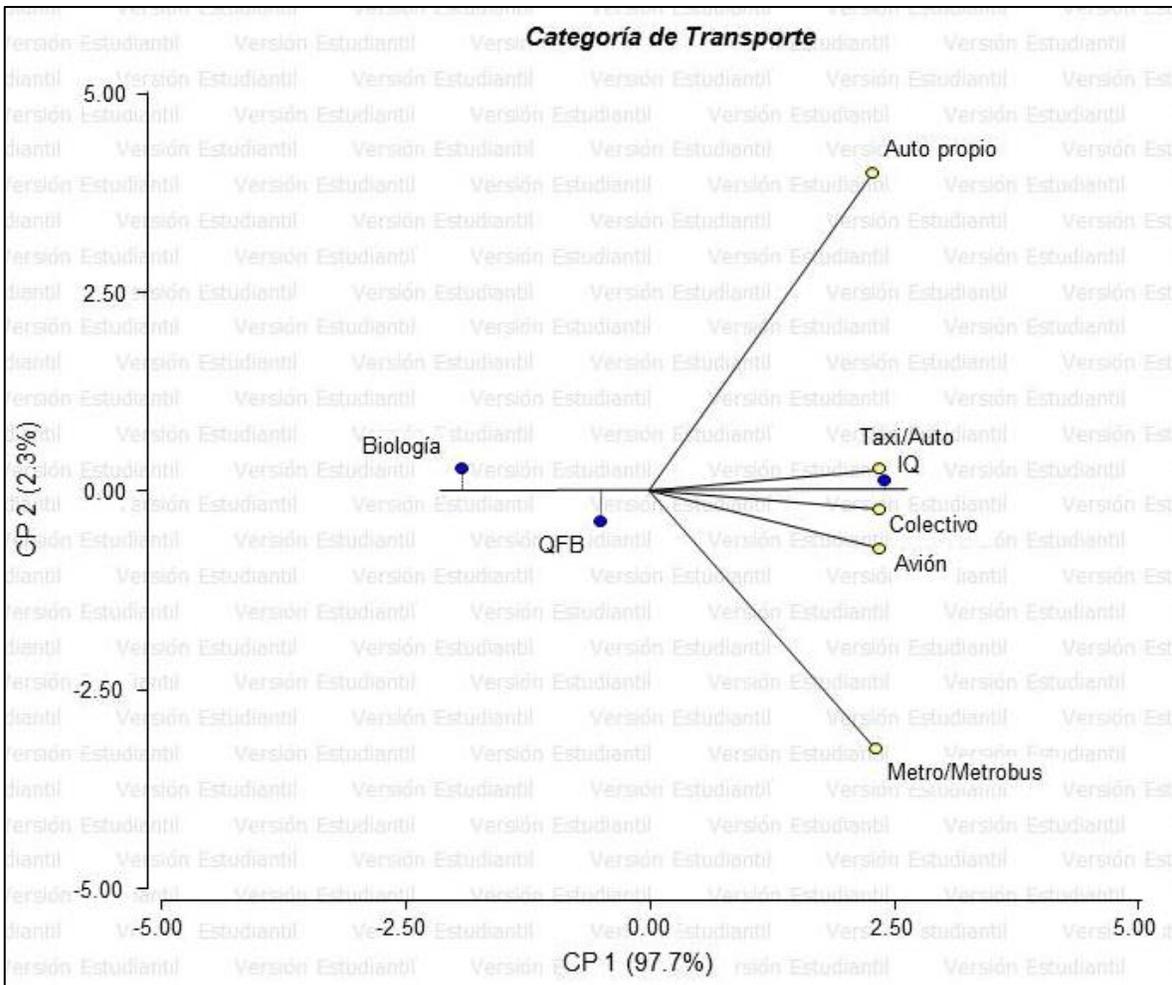


Figura 28. Componentes principales de la categoría de Transporte de la huella ecológica de la Carrera de Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica). La recta mayor representa la correlación lineal de los componentes de la categoría de Transporte.

Tabla 33. Autovalores de la categoría de Transporte

| Lambda   | Valor       | %           | % Acumulado |
|----------|-------------|-------------|-------------|
| <b>1</b> | <b>4.89</b> | <b>0.98</b> | <b>0.98</b> |
| 2        | 0.11        | 0.02        | 1           |
| 3        | 0           | 0           | 1           |
| 4        | 0           | 0           | 1           |
| 5        | 0           | 0           | 1           |

Tabla 34. Autovectores de la categoría de Transporte

| Variables      | e1          | e2           |
|----------------|-------------|--------------|
| Metro/Metrobús | 0.44        | <b>-0.62</b> |
| Colectivo      | <b>0.45</b> | -0.04        |
| Avión          | <b>0.45</b> | -0.14        |
| Auto propio    | 0.44        | <b>0.77</b>  |
| Taxi/Auto      | <b>0.45</b> | 0.05         |

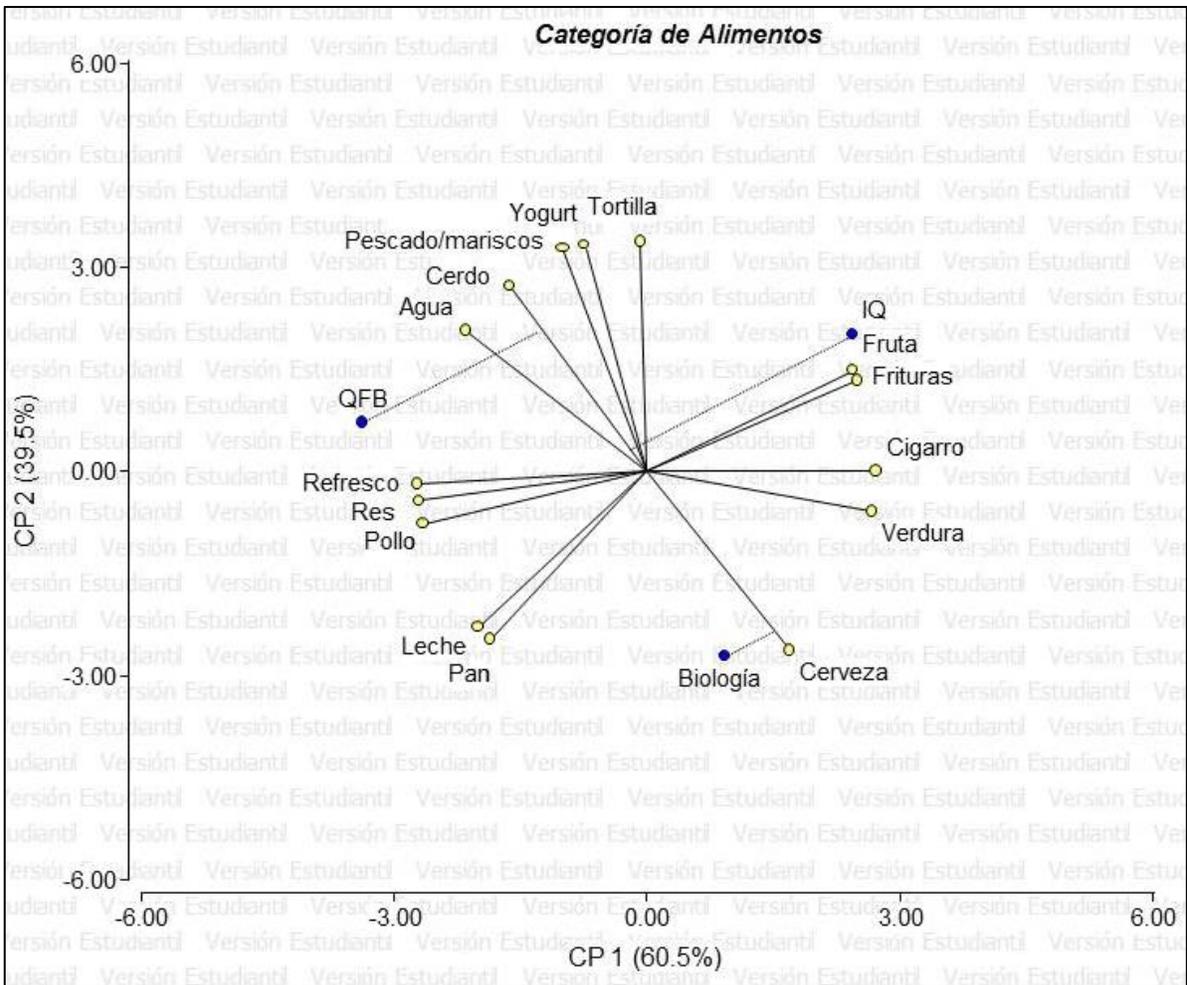


Figura 29. Componentes principales de la categoría de Alimentos en la huella ecológica de la Carrera de Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica). La recta mayor representa la correlación lineal de los componentes de la categoría de Alimentos.

Tabla 35. Autovalores de la categoría de Alimentos

| Lambda | Valor | Proporción | %Acumulado |
|--------|-------|------------|------------|
| 1      | 9.07  | 0.60       | 0.60       |
| 2      | 5.93  | 0.40       | 1          |
| 3      | 0     | 0          | 1          |
| 4      | 0     | 0          | 1          |
| 5      | 0     | 0          | 1          |
| 6      | 0     | 0          | 1          |
| 7      | 0     | 0          | 1          |
| 8      | 0     | 0          | 1          |
| 9      | 0     | 0          | 1          |
| 10     | 0     | 0          | 1          |
| 11     | 0     | 0          | 1          |
| 12     | 0     | 0          | 1          |
| 13     | 0     | 0          | 1          |
| 14     | 0     | 0          | 1          |
| 15     | 0     | 0          | 1          |

Tabla 36. Autovectores de la categoría de Alimentos

| Variables        | e1          | e2            |
|------------------|-------------|---------------|
| Fruta            | 0.3         | 0.18          |
| Verdura          | 0.33        | -0.07         |
| Pan              | -0.23       | -0.3          |
| Tortilla         | -0.01       | 0.41          |
| Res              | -0.33       | -0.05         |
| Pollo            | -0.32       | -0.09         |
| Cerdo            | -0.2        | 0.33          |
| Pescado/mariscos | -0.09       | 0.4           |
| Yogurt           | -0.09       | 0.39          |
| Leche            | -0.24       | -0.28         |
| Frituras         | 0.3         | 0.16          |
| Refresco         | -0.33       | -0.02         |
| Cigarro          | <b>0.33</b> | <b>0.0017</b> |
| Cerveza          | <b>0.21</b> | <b>-0.32</b>  |
| Agua             | -0.26       | 0.25          |

## 9. Discusión

Las Carreras de Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica) de la comunidad universitaria de la FES Zaragoza *Campus* II tienen un patrón de sobreconsumo porque la HE de las tres Carreras no son sustentables para el planeta y mostraron diferencias significativas entre sí, siendo la Carrera de IQ (Ingeniería Química) la que tiene un mayor consumo de los recursos con una HE de 2.12 hag, la Carrera de Biología 1.93 hag y la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica) 1.89 hag, exigiendo más hectáreas per cápita de las disponibles por cada habitante del planeta (1.6 hag). Pero en ninguna de las tres Carreras se encontraron diferencias significativas de la huella ecológica entre géneros.

Al analizar por separado los sectores que componen de la HE, se pudo observar cuál de ellos tenía un mayor impacto. En la categoría de energía se presentó el mayor impacto en los resultados del cuestionario de la HE con el valor más alto, encontrando diferencias significativas entre la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica) con 0.553644 hag y las Carreras de Biología e IQ (Ingeniería Química) con 0.637679 hag y 0.621952 hag respectivamente. Los componentes que tienen mayor peso en la categoría de energía son el celular y la ducha.

Otra categoría de la HE que presenta valores altos y un considerable impacto en el ambiente, es la del transporte, con diferencias significativas entre la Carrera de IQ (Ingeniería Química) con 0.54789 hag y las Carreras de QFB (Química Farmacéutica Biológica) y Biología con 0.381853 hag y 0.348003 hag respectivamente. En esta categoría los componentes que tienen el mayor peso son el colectivo, avión, taxi o auto.

En cuanto a los alimentos los componentes que presentaron mayor peso fueron el consumo de cervezas y cigarrillos, siendo la Carrera de Biología la que tiene el mayor consumo de cervezas con un número de tres cervezas a la semana y los estudiantes consumidores de las Carreras de QFB (Química Farmacéutica Biológica) y de IQ (Ingeniería Química) presentaron un consumo de 2 cervezas a la semana. En el consumo de cigarrillos no hubo

diferencias significativas ya que el consumo de las tres Carreras Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica) es de 2 cigarros al día.

Por lo anterior se recomienda a la comunidad universitaria de la FES Zaragoza *Campus II* las siguientes medidas de mitigación para reducir el uso de los recursos y disminuir su huella ecológica.

Considerando estos resultados, se propone la siguiente lista para mitigar los impactos ambientales individuales de los estudiantes universitarios de las Carreras del área Químico-Biológicas del *Campus II* de la FES Zaragoza.

**Medidas de mitigación para disminuir el impacto en el sector de energía:**

- a) Utilizar aparatos eléctricos con tecnología ahorradora o desconectarlos si no están siendo utilizados.
- b) Utilizar focos ahorradores.
- c) Apagar las luces antes de salir de alguna habitación u oficina.
- d) Utilizar al máximo la luz natural.
- e) Usa accesorios ahorradores de agua en el sanitario, lavabo y ducha

**Medidas de mitigación para disminuir el impacto en el sector de transporte:**

- a) Usar bicicleta o colectivo.
- b) Compartir el automóvil.
- c) Caminar un par de días a la semana en lugar de usar el autobús.
- d) Usar el metro de manera preferente.

**Medidas de mitigación para disminuir el impacto en el sector de alimentos:**

- a) Consumir alimentos nutritivos de origen vegetal, de preferencia orgánicos

b) Cerciorarse acerca de dónde y cómo se producen los alimentos que consume, para buscar productos de origen local (menos de 100 millas del lugar de producción al sitio de consumo).

c) Disminuir el consumo de carne roja y de algunas sustancias (alcohol y tabaco).

d) Preferir el consumo local, de productos nacionales

Tabla 37. Cuadro de síntesis de los análisis de resultados de la HE de las Carreras de Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica).

| Carrera<br>Parámetro                          | Biología                 | I.Q.                    | Q.F.B.                   |
|---|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| HE (hag)                                      | 1.930434 b               | 2.125238 c              | 1.891127 a               |
| Categoría de la HE (hag) con mayor impacto    | Energía b<br>0.637679    | Energía b<br>0.621952   | Energía a<br>0.553644    |
| Categoría de la HE (hag) con 2° mayor impacto | Transporte a<br>0.348003 | Transporte b<br>0.54789 | Transporte a<br>0.381853 |
| Consumidores de cigarro (%)                   | M (25) a                 | M (26) a                | M (20) a                 |
|   | H (28) a                 | H (30) a                | H (23) a                 |
| Número de cigarros/día ( $\bar{x}$ )          | 2.38 a                   | 2.68 a                  | 2.27 a                   |
| Consumidores de cerveza (%)                   | M (48) a                 | M (41) a                | M (40) a                 |
|   | H (50) a                 | H (53) a                | H (56) a                 |
| Número de cervezas/ semana ( $\bar{x}$ )      | 3.18 b                   | 2.73 a                  | 2.63 a                   |

M: mujeres. H: hombres, letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

## 10. Conclusiones

En este estudio se pudo identificar que en la comunidad universitaria de la FES Zaragoza *Campus* II del área Químico-Biológica la Carrera de IQ (Ingeniería Química) presenta una mayor huella ecológica, seguida por la Carrera de Biología y después por la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica), en las tres Carreras no hubo diferencias significativas entre la HE de hombres y mujeres siendo estos también de distintos semestres y por lo tanto de distintas edades.

Al comparar la HE por sectores entre las Carreras se pudo encontrar que el consumo más frecuente de los estudiantes universitarios mexicanos se inclina hacia la categoría de Energía, especialmente por el uso de aparatos electrónicos como el celular y el uso desmedido de agua principalmente en el baño. Otro de los sectores de mayor impacto en la HE de los estudiantes es el Transporte debido a que no hacen el uso de otros medios que sean menos contaminantes que el auto, colectivo, taxi, etc.

En la categoría de alimentos fue notable que el consumo de cervezas y cigarros contribuía a que hubiera valores más altos en su HE y por lo tanto un uso de los recursos menos sustentable. Asimismo, debido a estos patrones de consumo en los estudiantes de la FES Zaragoza se recomienda que implementen ciertas medidas enlistadas anteriormente para que puedan mitigar y disminuir el impacto ambiental individual.

Es muy importante la difusión del estudio de la HE en la comunidad universitaria, porque al conocer su impacto ambiental y los patrones de consumo que lo ocasionan, ellos puedan actuar individualmente y disminuirlo creándose así una conciencia más ecológica o menos dañina para el planeta.

## 11. Referencias

- Aroonsrimorakot, S., Yuwaree, C., Arunlertaree, C., Huatareorn, R. y Buadit, T. (2013). Carbon Footprint of Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Salaya Campus, Thailand. *APCBEE Procedia*, 5(2013), 175-180.
- Alonso, M., Marimon, F., Casani, F. y Rodríguez, J. (2014). Diffusion of sustainability reporting in universities: current situation and future perspectives. *Journal of Cleaner Production*, pp: 1-11.
- Badii, M. N. (2008). La huella ecológica y sustentabilidad. *International Journal of Good Conscience*, 3(1), 672-678.
- Cerutti, A., Bagliani, M., Beccaro, G. y Bounous, G. (2009). Application of Ecological Footprint Analysis on nectarine production: methodological issues and results from a case study in Italy. *Journal of Cleaner Production*, 18(2010), 771-776.
- Chen, C. y Lin, Z. (2007). Multiple timescale analysis and factor analysis of energy ecological footprint growth in China 1953–2006. *Energy Policy*, 36(2008), 1666-1678.
- Costel, E. (2015). Didactic Options for the Environmental Education. *Procedia-Social and Behavior Sciences*, 180(2015), 1380-1385.
- Duic, N., Urnaniec, K. y Huisingh, D. (2014). Components and structures of the pillars of sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 88(2015), 1-12.
- Duro, J. y Teixido, J. (2013). Ecological footprint inequality across countries: The role of environment intensity, income and interaction effects. *Ecological Economics*, 93(2013), 34-41.
- Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. (2015). Plan de desarrollo institucional 2014-2018. Recuperado de <http://www.zaragoza.unam.mx/>
- Fogarassy, Cs., Neubauer, É., Böröcz, M., Zsarnóczai, J.S. y Molnár, S. (2014). Water footprint based water allowance coefficient. *Water Resources and Industry*, 7-8(2014), 1-8.
- Fu, W. (2014). Ecological footprint (EF): An expanded role in calculating resource productivity (RP) using China and the G20 member countries as examples. *Ecological Indicators*, 48(2015), 464-471.
- Galli, A., Wackernagel, M., Iha, K. y Lazarus, E. (2013). *Ecological Footprint: Implications for biodiversity. Biological Conservation*, 173(2014), 121-132.
- García, A. (2014). Calculadora mexicana para estimar la Huella Ecológica de Alumnos de Educación Básica y propuestas de mitigación (Tesis para obtener el título de Biólogo). Universidad Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, México D.F.
- Geng, Y., Zhang, L., Chen, X., Xue, B., Fujita, T. y Dong, H. (2014). Urban ecological footprint analysis: a comparative study between Shenyang in China and Kawasaki in Japan. *Journal of Cleaner Production*, 75(2014), 130-142.
- Gottlieb, D., Vigoda, G. E., Haim, A. y Kissinger, M. (2011). 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(2012), 193-200.
- Güereca, L., Torres, N. y Noyola, A. (2013). Carbon Footprint as a basis for cleaner research institute in Mexico. *Journal of Cleaner Production*, 47(2013), 396-403.

- Hoekstra, A. (2008). Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis. *ECOLOGICAL ECONOMICS*, 68(2009), 1963-1974.
- Holland, L. (2002). Can the principle of the ecological footprint be applied to measure the environmental sustainability of business? *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 10(2003), 224-232.
- Huiquin, L. y Linchun, H. (2010). Evaluation on sustainable development of scenic zone base don tourism ecological footprint: case study of Yellow Crane Tower in Hubei Province, China. *Energy Procedia*, 5(2011), 145-151.
- Ibarra, J. y Monroy, A. (2014). Cuestionario para calcular la Huella Ecológica de Estudiantes Universitarios Mexicanos y su aplicación en el Campus Zaragoza de la Universidad Nacional. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico Biológicas*, 17(2), 147-154.
- Jia, J., Deng, H., Jing, D. y Zhao, J. (2008). Analysis of the major drivers of the ecological footprint using the STIRPAT model and the PLS method—A case study in Henan Province, China. *Ecological Economics*, 68(2009), 2818-2824.
- Khan, S. y Hanjra, M. (2008). Footprints of wáter and energy inputs in food production-Global perspectives. *Food Policy*, 34(2009), 130-140.
- Klein, C. y Theis, T. (2010). An urban university's ecological footprint and the effect of climate change. *Ecological Indicators*, 11(2011), 857-860.
- Li, G., Wang, Q., Gu, X., Liu, J., Ding, Y. y Liang, G. (2007). Application of the componential method for ecological footprint calculation of a Chinese university campus. *ECOLOGICAL INDICATORS*, 8(2008), 75-78.
- Lyon, A. (2011). Achievements and gaps in indicators for sustainability. *Ecological Indicators*, 17(2012), 14-19.
- Martinez, L., Gerritsen, P., Cuevas, R. y Rosales, J. (2006). Incorporating principles of sustainable development in research and education in western México. *Journal of Cleaner Production*, 14(2006), 1003-1009.
- McPherson, C. y Mayer, F. (2013). The importance of connection to nature in assessing environmental education programs. *Studies in Educational Evaluation*, 41(2014), 85-89.
- Mingazova, N. (2014). Modification of the Active Learning Methods In Environmental Education In Russian Universities. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 131(2014), 85-89.
- Monfreda, C., Wackernagel M. y Deumling, D. (2003). Establishing national natural capital accounts based on detailed Ecological Footprint and biological capacity assessments. *Land Use Policy*, 21(2004), 231-246.
- Mostafa, M. (2009). Clustering the ecological footprint of nations using Kohonen's self-organizing maps. *Expert Systems with Applications*, 37(2010), 2747-2755.
- Niccolucci, V., Tiezzi, E., Pulselli, F. M. y Capineri, C. (2011). Biocapacity vs. Ecological Footprint of world regions: A geopolitical interpretation. *Ecological Indicators*, 16(2012), 23-30.
- Nunes, L., Catarino, A., Ribau, M. y Cuesta, E. (2013). Framework for the inter-comparison of ecological footprint of universities. *Ecological Indicators*, 32(2013), 276-284.

- Oel, P., Mekonnen, M. y Hoekstra, A. (2009). The external water footprint of the Netherlands: Geographically-explicit quantification and impact assessment. *Ecological Economics*, 69(2009), 82-92.
- Pacheco, P., Motloch, J. y Vann, J. (2006). Second Chance Game: local (university-community) partnerships for global awareness and responsibility. *Journal of Cleaner Production*, 14(2006), 848-854.
- Rees, W. y Wackernagel, M. (1996). Urban Ecological Footprints: why they are a key to sustainability. *Environmental Impact Assessment Review.*, 16(1996). 223-248.
- Ribas, S. (2013). The environmental education as a path for global sustainability. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 106(2013), 2769-2774.
- Sendel, M., McDaniels, T. y Dowlatabadi, H. (2003). The ecological footprint: a non-monetary metric of human consumption applied to North America. *Global Environmental Change*, 13(2003), 83-100.
- Siche, J. R., Agostinho, F., Ortega, E. y Romeiro, A. (2007). Sustainability of nations by índices: comparative study between environmental sustainability index, ecological footprint and the emergy performance indices. *Ecological Economics*, 66(2008), 628-637.
- Scotti, M., Bondavalli, C. y Bodini, A. (2007). Ecological Footprint as a tool for local sustainability: The municipality of Piacenza (Italy) as a case study. *Environmental Impact Assessment Review*, 29(2009), 39-50.
- Steiner, G. y Alfred, P. (2006). Higher education for sustainability by means of transdisciplinary case studies: an innovative approach for solving complex, real-world problems. *Journal of Cleaner Production*, 14(2006), 877-890.
- Stoeglehner, G. y Narodoslawsky, M. (2008). How sustainable are biofuels? Answers and further questions arising from an ecological footprint perspective. *Bioresource Technology*, 100(2009), 3825-3830.
- Sudas, H. y Ozelturkay, E. (2015). Analyzing the Thoughts of Ecological Footprints of University Studentes: A Preliminary Research on Turkish Students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 175(2015), 176-184.
- Sutton, P., Anderson, S., Tuttle, T. y Morse, L. (2011). The real wealth of nations: Mapping and monetizing the human ecological footprint. *Ecological Indicators*, 16(2012), 11-12.
- Teixidò, J. y Duro, J. (2014). Spatial Polarization of the Ecological Footprint Distribution. *Ecological Economics*, 104(2014). 93-106.
- Vasan, A., Sood, B. y Pecht, M. (2014). Carbon footprinting of electronic products. *Applied Energy*, 136(2014), 636-648.
- Vázquez, J. (2009). La Huella Ecológica de la Comunidad de la Universidad Veracruzana (UV), Campus Xalapa (Tesis de trabajo de experiencia recepcional). Universidad Veracruzana. Facultad de Biología, Xalapa, Ver.
- Vega, R., Glaus, M., Hausler, R., Oropeza, N. y Romero, L. (2013). As emergy analysis for urban environmental sustainability assessment, the Island of Montreal, Canada. (2013). *Landscape and Urban Planning*, 118(2013), 18-28.
- Venetoulis, J. y Talberth, J. (2010). Refining the Ecological Footprint. En Ukaga, O., Maser, C. y Reichenbach, M.(2010). Sustainable Development (Principles, Frameworks, and Case Studies (pp.57-94). United States of America: CRC Press
- Vojnovic, I. (2014). Urban sustainability: Research, politics, policy and practice. *Cities*, 41(2014), 30-40.

- Vuuren, D. y Bouwman, L. (2004). Explorating past and future changes in the ecological footprint for world regions. *Ecological Economics*, 52(2005), 43-62.
- Wackernagel, M., Monfreda, C., Schulz, N., Erb, K., Haberl, H. y Krausmann, F. (2003). Calculating national and global ecological footprint time series: resolving conceptual challenges. *Land Use Policy*, 21(2004), 271-278.
- Wackernagel, M., Onisto, L., Bello, P., Callejas, A., López, I., Méndez, J., Suárez, A. y Suárez, M. (1999). National natural capital accounting with the ecological footprint concept. *Ecological Economics*, 29(1999), 375-390.
- Wackernagel, M. y Rees, W. (1996). *Our Ecological Footprint. Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island, B. C. Canada. The new catalyst bioregional series.
- World Wide Fund for Nature México. (2016). Informe planeta vivo 2016. Recuperado de [http://www.wwf.org.mx/quienes\\_somos/informe\\_planeta\\_vivo/](http://www.wwf.org.mx/quienes_somos/informe_planeta_vivo/)
- Zhiying, G. y Cuiyan, L. (2010). Empirical analysis on ecological footprint of Household consumption in China. *Energy Procedia*, 5(2011), 2387-2391.
- Zurong, D. y Jing, L. (2010). Ecological footprint and reflections on green development of Hangzhou. *Energy Procedia*, 5(2011), 118-124.

## 12. Anexo

Tabla 1. Prueba de normalidad de las Carreras del área Químico-Biológica.

| Variable | n   | Media (hag) | DE       | p (Unilateral) |
|----------|-----|-------------|----------|----------------|
| Biología | 214 | 1.930434    | 0.600888 | <0.0001        |
| QFB      | 200 | 1.891127    | 0.696839 | <0.0001        |
| IQ       | 208 | 2.125238    | 0.712348 | <0.0001        |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag) y la DE (desviación estándar).

Tabla 2. Prueba de normalidad de los géneros de la Carrera de Biología.

| Variable | n   | Media (hag) | DE       | p (unilateral) |
|----------|-----|-------------|----------|----------------|
| Mujeres  | 106 | 1.878487    | 0.566359 | <0.0001        |
| Hombres  | 107 | 1.986386    | 0.63227  | <0.0001        |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag) y la DE (desviación estándar).

Tabla 3. Prueba de normalidad de los géneros de la Carrera de IQ (Ingeniería Química).

| Variable | n   | Media (hag) | DE       | p (Unilateral) |
|----------|-----|-------------|----------|----------------|
| F        | 80  | 2.10083     | 0.644169 | <0.0001        |
| M        | 128 | 2.140493    | 0.753894 | <0.0001        |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag) y la DE (desviación estándar).

Tabla 4. Prueba de normalidad de los géneros de la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica).

| Variable | n   | Media (hag) | DE       | p (Unilateral) |
|----------|-----|-------------|----------|----------------|
| F        | 103 | 1.921703    | 0.760745 | <0.0001        |
| M        | 97  | 1.85866     | 0.624182 | <0.0001        |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag) y la DE (desviación estándar).

Tabla 5. Prueba de normalidad del sector de energía por Carreras (Biología, Ingeniería Química y Química Farmacéutica Biológica).

| Variable | n   | Media (hag) | DE       | p (Unilateral) |
|----------|-----|-------------|----------|----------------|
| Biología | 213 | 0.637679    | 0.076819 | <0.0001        |
| IQ       | 209 | 0.621952    | 0.110677 | <0.0001        |
| QFB      | 200 | 0.553644    | 0.307406 | <0.0001        |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag) y la DE (desviación estándar).

Tabla 6. Prueba de normalidad del sector transporte de las Carreras Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica).

| Variable | n   | Media (hag) | DE       | p (Unilateral) |
|----------|-----|-------------|----------|----------------|
| Biología | 214 | 0.348003    | 0.562255 | <0.0001        |
| IQ       | 208 | 0.54789     | 0.685936 | <0.0001        |
| QFB      | 200 | 0.381853    | 0.555342 | <0.0001        |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag) y la DE (desviación estándar).

Tabla 7. Prueba de normalidad de los estudiantes consumidores de cerveza (hombres y mujeres) de la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica).

| Variable | n   | Media | D.E. | p(Unilateral) |
|----------|-----|-------|------|---------------|
| F bebe   | 103 | 0.4   | 0.49 | <0.0001       |
| M bebe   | 97  | 0.56  | 0.5  | <0.0001       |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag) y DE (desviación estándar).

Tabla 8. Prueba de normalidad de los estudiantes consumidores de cigarro (hombres y mujeres) de la Carrera de QFB (Química Farmacéutica Biológica).

| Variable | n   | Media | D.E. | p(Unilateral) |
|----------|-----|-------|------|---------------|
| F fuma   | 103 | 0.2   | 0.4  | <0.0001       |
| M fuma   | 97  | 0.23  | 0.42 | <0.0001       |

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la HE en hectáreas globales (hag) y DE (desviación estándar).

Tabla 9. Prueba de normalidad para el número de cervezas que consumen los estudiantes de las tres Carreras Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica).

| Variable | n   | Medias | DE   | p       |
|----------|-----|--------|------|---------|
| Biología | 103 | 3.18   | 2.2  | <0.0001 |
| IQ       | 100 | 2.73   | 2.32 | <0.0001 |
| QFB      | 95  | 2.63   | 1.9  | <0.0001 |

Se evaluó el número de individuos (n), Media y la DE (desviación estándar).

Tabla 10. Prueba de normalidad para el número de cigarros que consumen los estudiantes de las tres Carreras Biología, IQ (Ingeniería Química) y QFB (Química Farmacéutica Biológica).

| Variable | n  | Media | DE   | p       |
|----------|----|-------|------|---------|
| Biología | 56 | 2.58  | 2.67 | <0.0001 |
| IQ       | 59 | 2.68  | 1.58 | <0.0001 |
| QFB      | 43 | 2.27  | 1.53 | <0.0001 |

Se evaluó el número de individuos (n), Media y la DE (desviación estándar).