



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL CON MENCIÓN EN DESARROLLO SOSTENIBLE

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

Análisis de la huella ecológica personal de la estratificación de la población del campus La Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magister en Gestión Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible.

Autor:

Jerez Venegas Carmen Cecilia

Tutor:

Ilbay Yupa Mercy Lucila Ph.D.

**LATACUNGA –ECUADOR
2023**


APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación: “Análisis de la huella ecológica personal de la estratificación de la población del campus La Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi” presentado por Jerez Venegas Carmen Cecilia, para optar por el título Magíster en Gestión Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

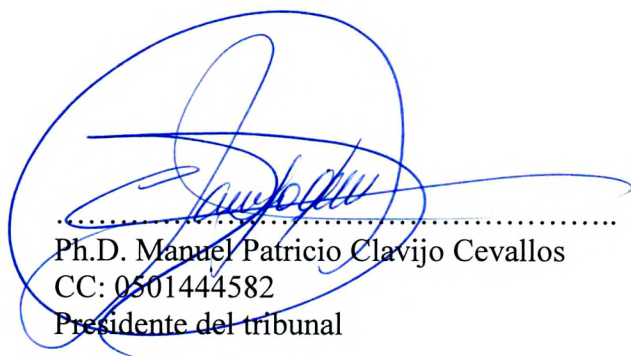
Latacunga, mayo, 11, 2023


.....
Ph.D. Mercy Lucila Ilbay Yupa
CC: 0604147900

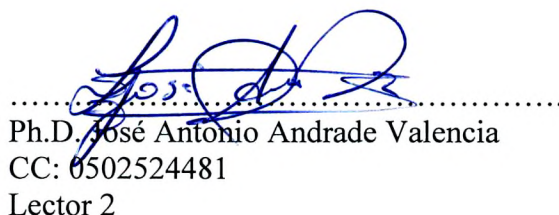
APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: “Análisis de la huella ecológica personal de la estratificación de la población del campus La Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi”, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Gestión Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

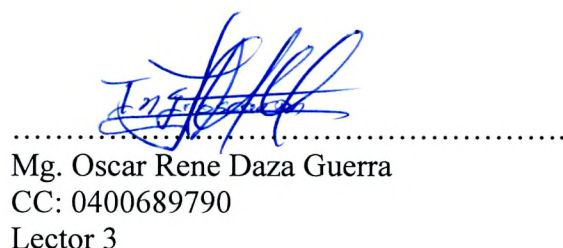
Latacunga, junio, 13, 2023



.....
Ph.D. Manuel Patricio Clavijo Cevallos
CC: 0501444582
Presidente del tribunal



.....
Ph.D. José Antonio Andrade Valencia
CC: 0502524481
Lector 2



.....
Mg. Oscar Rene Daza Guerra
CC: 0400689790
Lector 3

DEDICATORIA

A mi esposo Jairo, a mis hijos Benjamín, Atenea y Nahlita (+) por ser mi fuente de inspiración, amor, dedicación y superación.

A mis padres por brindarme su apoyo todos los días, por fomentar valores de lucha y perseverancia.

A mi hermana Victoria, por ser mi apoyo, mi fuente de inspiración.

Cecilia Jerez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por un nuevo comienzo cada día, tener a mi familia junto a mí y por ponerme personas maravillosas en mi camino.

A mi familia a quienes les debo su amor, apoyo incondicional y comprensión a lo largo de este trayecto de estudio.


A mi tutora de tesis, Ph.D. Mercy Ilbay, quien, con su profesionalismo, conocimientos y su motivación ha permitido que mi estudio culmine con satisfacción.

Cecilia Jerez

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación.

Latacunga, junio, 13, 2023

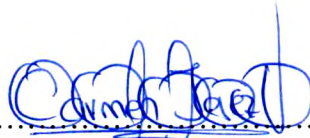


.....
Ing. Carmen Cecilia Jerez Venegas
CC: 1750221655

RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, junio, 13, 2023

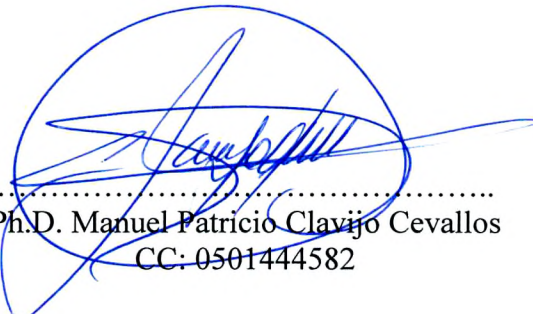


.....
Ing. Carmen Cecilia Jerez Venegas
CC: 1750221655

AVAL DEL PRESIDENTE

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: “Análisis de la huella ecológica personal de la estratificación de la población del campus La Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi”, contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los miembros del tribunal en la predefensa.

Latacunga, junio, 13, 2023



.....
Ph.D. Manuel Patricio Clavijo Cevallos
CC: 0501444582

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL CON MENCIÓN EN
DESARROLLO SOSTENIBLE**

Título: Análisis de la huella ecológica personal de la estratificación de la población del campus La Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Autor: Jerez Venegas Carmen Cecilia
Tutor: Mercy Lucila Ilbay Yupa Ph.D.

RESUMEN

La Huella Ecológica es un indicador ambiental, que permite revelar las hectáreas globales que una persona o población necesita para satisfacer las necesidades diarias en consumo de recursos naturales y asimilación de residuos que se generan en las actividades cotidianas. El estudio de este indicador ambiental permite reconocer el índice de afectación que se provoca al entorno natural y optar por un estilo de vida sostenible, y de esta manera exteriorizar un menor impacto negativo hacia los recursos del planeta. El objetivo general de esta investigación se basó en el análisis de la huella ecológica personal de la estratificación de la población del campus La Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi agrupada en cuatro estratos como son: auxiliares, alumnos, administrativos y docentes. Para lo cual, se formuló un cuestionario con preguntas de la calculadora de huella ecológica del Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, encuestas que se realizaron a una muestra de 231 personas. Se clasificó de acuerdo a la analogía de ingresos económicos y nivel de estudios mediante dendogramas para su análisis. En conclusión, se determinó la media de la huella ecológica personal de cada estrato, reflejando resultados en auxiliares de 2,03 hag, alumnos una media de 3,16 hag, administrativos con una media de 3,39 hag y docentes una media de 3,65 hag, estas medias de hag son mayores a la huella ecológica de Ecuador (1,86 hag), por lo tanto, se puede deducir que mientras más alto es el nivel económico, más alta es la huella ecológica.

Palabras Clave: Ambiente, biocapacidad, hábitos, socioeconómico.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL CON MENCIÓN EN
DESARROLLO SOSTENIBLE**

Theme: Personal ecological trace analysis of people stratification in La Matriz campus at Technical University of Cotopaxi.

Author: Jerez Venegas Carmen Cecilia

Tutor: Ilbay Yupa Mercy Lucila Ph.D..

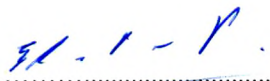
ABSTRACT

The Ecological trace is an environmental indicator that reveals global hectares that a person or population needs to satisfy in terms of consumption of natural resources and waste assimilation generated in daily activities. The study of this environmental indicator allows to recognize affectation rate that is caused to natural environment and to opt for a sustainable lifestyle, and thus externalize a lesser negative impact on planet resources. The general objective of this research was based on personal ecological analysis trace of people stratification in La Matriz campus at Technical University of Cotopaxi grouped into four strata such as: assistants, students, administrative and teachers. For this purpose, a questionnaire was formulated with questions from Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica ecological trace calculator, surveys were conducted to a sample of 231 people. They were classified according the analogy of economic income and level of studies by means dendograms for their analysis. In conclusion, personal average ecological trace of each stratum was determined, reflecting results in auxiliaries of 2.03 gha, students with an average of 3.16 gha, administrative staff with an average of 3.39 gha and teachers with an average of 3.65 gha, these gha averages are higher than Ecological trace of Ecuador (1.86 gha), therefore, it can be deduced; even higher economic level, higher ecological trace.

Key words: environment, biocapacity, habits, socioeconomic.

Yo, Edison Marcelo Pacheco Pruna con cédula de identidad número: 0502617350 Licenciado en: Ciencias de la Educación con mención en el Idioma Inglés con número de registro de la SENESCYT:1020-12-1169234; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: Análisis de la huella ecológica personal de la estratificación de la población del campus La Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi de Carmen Cecilia Jerez Venegas, aspirante a magister en Gestión Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible.

Latacunga, junio, 13, 2023


.....
Mg. Edison Marcelo Pacheco Pruna
CC: 0502617350

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
Pregunta de investigación	6
Objetivos de la Investigación	6
Objetivo General	6
Objetivos Específicos	6
CAPÍTULO I.....	7
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
1.1. Antecedentes	7
1.2. Situación Actual	8
1.3. Desarrollo Sostenible	9
1.4. Huella Ecológica	9
1.4.1. Componentes de la Huella Ecológica	13
1.4.2. Hectárea Global.....	14
1.5. Huella de Carbono	15
1.6. Calculadora de la Huella Ecológica	15
1.6.1. Agua	16
1.6.2. Energía	17
1.6.3. Alimentación	19
1.6.4. Vehículos	20
1.7. Huella Ecológica en Ecuador	21
1.8. Marco Legal	22
1.8.1. Legislación Nacional.....	22
1.8.2. Legislación Internacional	24
1.9. Características del sitio del proyecto	25
CAPÍTULO II.....	26
2. MATERIALES Y MÉTODOS	26
2.1. Modalidad o enfoque de la investigación:.....	26
2.2. Métodos teóricos y empíricos a emplear	26
2.2.1. Métodos.....	26
2.3. Técnicas e instrumentos:	27
2.3.1. Técnicas.....	27

CAPÍTULO III.....	32
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
3.1. Huella Ecológica para los diferentes estratos	32
3.2. Planetas Requeridos por estratos.....	33
3.3. Grupos de huella ecológica por estratos.....	35
3.3.1. Estrato Auxiliares.....	35
3.3.2. Estrato Administrativos.....	37
3.3.3. Estrato Docentes.....	39
3.3.4. Estrato Alumnos.....	41
CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cargos por consumo según la Empresa Eléctrica de Quito.	19
Tabla 2. Tamaño de la muestra por estratificación	30
Tabla 3. Estadística descriptiva de los resultados de huella ecológica (calculadora MAATE) por estratos.....	32
Tabla 4. Estadística descriptiva de los resultados de planetas requeridos para satisfacer las necesidades (calculadora MAATE) por estratos.	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dendrograma	29
Figura 2. Dendrograma del estrato: Auxiliares.	37
Figura 3. Dendrograma del estrato: Administrativos.	39
Figura 4. Dendrograma del estrato: Docentes.	41
Figura 5. Dendrograma del estrato: Alumnos.	43

INFORMACIÓN GENERAL:

Título del Proyecto: Análisis de la huella ecológica personal de la estratificación de la población del campus La Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Línea de investigación: Energías alternativas y renovables eficiencia energética y protección ambiental.

Proyecto de investigación asociado: Desarrollo de la conservación de los recursos naturales y la sostenibilidad ambiental en comunidades de la Región 3 del Ecuador.

Grupo de Investigación: Sostenibilidad Ambiental.

INTRODUCCIÓN

La actividad humana tiene una responsabilidad indiscutible ante el cambio climático, porque limita los recursos, las oportunidades y empuja a la naturaleza al extremo, convirtiéndola en un problema global. El clima ha cambiado a lo largo del tiempo, por eso los seres vivos del planeta han tenido que adaptarse o evolucionando para lograr sobrevivir. Los gases de efecto invernadero (GEI) han ido aumentando en la atmósfera, los cuales son principalmente de origen natural y antrópico (Alvear et al., 2020). Las actividades antropogénicas recientes son las que más emiten gases de efecto invernadero (GEI), los cambios climáticos últimamente han tenido impactos generalizados sobre los humanos y naturales, además los GEI han ido aumentando desde el comienzo de la era industrial, esto se debe al crecimiento económico y demográfico, por lo tanto, se han alcanzado concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono CO₂, metano CH₄ y óxido nitroso NO_x, los efectos de estas emisiones, así como de otros elementos derivado de las actividades antropogénicas, se han detectado en todo el sistema climático y lo más seguro es que estos hayan sido la causa principal del calentamiento global, observado a partir de la mitad del siglo XX (IPCC, 2014). Hoy en día el cambio climático se ha establecido como un problema global, teniendo en cuenta que el CO₂ es el principal precursor de los gases de efecto invernadero, por eso se deberían reformar leyes de estrategias para reducir las emisiones.

Por esto se han creado herramientas como la Huella de Carbono para lograr medir el impacto de los principales gases de efecto invernadero que afectan al ambiente, esta herramienta es considerada como método cuantitativo de las emisiones de C. Además, es usada como instrumento para la mitigación del cambio climático, ya que ayuda a analizar nuestra realidad y a la toma de decisiones de políticas de intervención (CEPAL, 2010).

El desarrollo económico y el rápido crecimiento de la población ha mejorado los estándares de consumo de recursos globales; al mismo tiempo, los problemas ambientales han ido multiplicándose en todo el mundo. Para conservar el equilibrio entre el ser humano y la naturaleza, la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo propuso el concepto de desarrollo sostenible en 1987. Por lo tanto,

la medición científica de la relación entre las actividades humanas y los recursos-medio ambiente es de gran importancia para la realización del desarrollo sostenible regional (Wei et al., 2019). Existen numerosos métodos para correlacionar los impactos de la actividad humana sobre los recursos ambientales, entre los cuales, el modelo de huella ecológica (HE) ha demostrado ser una herramienta poderosa (Wang et al., 2018). La huella ecológica, es un indicador o una medida del impacto de la actividad antropogénicas sobre la naturaleza, el cual está representado por el área que se requiere para producir recursos y absorber los efectos de esta actividad. Grooten y Petersen (2020), mencionan que el 51,2% de la pérdida de biodiversidad en América Latina y el Caribe, se relaciona al cambio de uso del suelo, además la pérdida del hábitat (terreno) y la degradación del suelo, incluido el cambio en la forma de vida de ciertas especies y la degradación o destrucción total de hábitats importantes. Estos cambios mencionados son causados por la agricultura, ganadería, expansión urbana e industrial insostenibles, entre otras. El uso del suelo ha ido cambiando progresivamente, ahora se destina más para el desarrollo de agricultura y ganadería (Duarte et al., 2006). La ganadería acarrea el mayor impacto sobre el cambio climático antropogénico, ya que la mayoría de estudios indica que la emisión de CH₄ por la fermentación de la celulosa con la cual se alientan los animales es el mayor problema, el gas más contaminante de la ganadería es el metano (49%), mientras que los otros gases de efecto invernadero son: N₂O (24%) y CO₂ (27%), además en la ganadería también se consideran las emisiones de producción, transporte y procesamiento con un 43% (Prado y Manzano, 2020)

Ministerio de Ambiente del Ecuador (2017), menciona que el Ecuador está ubicado en el escalafón 45 de una muestra de 51 países, en donde la huella ecológica se encuentra por debajo de la biocapacidad. La biocapacidad ha demostrado una propensión baja a lo largo de los años, esto se debe a la disminución en la biocapacidad de los bosques nacionales, el cual se estrechó en un 76.4% durante el periodo 1961-2012, seguida de la capacidad biológica de la pesca, ya que disminuyó en un 49.4%, pastos 35.2% y tierras cultivables en un 24%. En Ecuador el combustible fósil es el más utilizado para transporte, energía y de la industria, es la principal causa de contaminación del aire en las ciudades. Las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) procedentes de los combustibles fósiles y los carbonatos

representan la mayor parte del total de las emisiones de gases de efecto invernadero originarios del cambio de uso de la tierra (65%) y, por tanto, del engrandecimiento de las emisiones de GEI (Naciones Unidas, 2020)

Cotopaxi es una de las provincias con más recursos naturales, distribuidos por sus 7 cantones, de donde se originan sus respectivas comunidades urbanas y rurales, además gracias a su diversidad climática, ofrece una gran variedad de productos alimenticios, ornamentales, suelos, fauna y flora. Cotopaxi al ser una provincia montañosa con amplios terrenos, los cuales son indispensables para la agricultura y ganadería. De acuerdo al Banco Central del Ecuador (2019), los datos de valor agregado bruto cantonal, resultan que para el cantón Latacunga las principales actividades socio-económicas, son: agricultura (brocoleras, rosas, papas, chochos, productos destinados a la exportación), ganadería (vacas, cerdos, destinos para la producción de carne, leche y pieles) y pesca (tilapia en La Maná y truchas en la Sierra) con un 22.7% de aporte al VAB cantonal, seguido del sector de construcción, transporte, comunicación – información y manufactura con un 8% de aporte VAB cantonal.

El desarrollo sostenible, exige la protección de los recursos naturales, con el fin de precautelar la disposición de las mismas a futuras generaciones. Es así como surge el concepto de la huella ecológica (indicador de sostenibilidad). La presente investigación tiene por finalidad estudiar y determinar la Huella ecológica mediante datos estadísticos en el campus La Matriz de la Universidad Técnica Cotopaxi, en el Ecuador para el periodo 2022-2023. Mediante el cálculo de la huella ecológica se puede determinar el espacio necesario para producir recursos naturales en comparación con la capacidad de degradar desechos generados en hectáreas globales. La metodología destinada a utilizar está estandarizada por Global Footprint Network, pero se optó por la metodología modificada de Doménech, la cual puede ser relacionada y modificada según las necesidades de Ecuador y fuentes de impacto ambiental. Se determinó la utilización del cuestionario en línea del MAATE para determinar la huella ecológica individual, ya que el usuario no está asociado con la forma de trabajo de este sistema, como son: ponderaciones o ecuaciones que se utilizan en la página para hallar el cálculo dado que ya que el real

interés es el resultado final y las recomendaciones generales porque éstas pueden incentivar los pequeños cambios hacia una vida más sostenible.

JUSTIFICACIÓN

Khan Academy (2015), indica lo mencionado por Gandhi, que la Tierra proporciona lo suficiente para cubrir las necesidades del hombre, pero no para satisfacer su codicia. Con el paso de los años el ser humano se ha olvidado de todo lo que la naturaleza proporciona desinteresadamente a la humanidad y comenzó a despuntar una economía en bases a los recursos naturales, además el aumento y extensión de la población, llevó a nuevos y diferentes sistemas de agricultura y agropecuaria. Todo esto ha impulsado a las organizaciones e instituciones a profundizar y desarrollar indicadores, como la Huella de Carbono, la cual es reconocida por ayudar a comprender la dinámica de los gases de efecto invernadero.

Es importante generar estilos de vida sostenibles en las personas que conforman el campus de La Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi, puesto a que, si todos los integrantes desarrollaran responsabilidad ética en favor del ambiente, serán actores colectivos capaces de educarse, comprometerse, inspirar a otros y conducir la acción en el nivel local, regional, nacional y mundial como agentes promotores del cambio y cuidado ambiental.

El estudio es importante ya que permitirá determinar la influencia que tiene el conocimiento sobre huella ecológica, de las modificaciones de los patrones de consumo sostenible en los estudiantes, educadores y trabajadores de la Matriz y su efecto multiplicador en la sociedad, pues ayudará a que estos individuos se empoderen en la elección correcta y hábitos responsables para afrontar con éxito las consecuencias del cambio climático.

Por otro lado, al realizar el estudio mediante estratificación, el hecho de estratificar a la población de la universidad es para determinar si hay alguna diferencia de decisiones generacional, por educación, por ingresos, etc. De todas formas, el fin es el mismo, cuestionar el estilo de vida de la gente, ¿por qué llevamos una vida tan acelerada? Es tiempo de parar, pensar antes de actuar y tomar responsabilidad sobre nuestras decisiones. Por otro lado, esta investigación informa a la población sobre el concepto de huella ecológica y la aplicación en sus vidas. Sobre todo, lo más

importante, es que el resultado se despliegue inmediatamente y muestre la cantidad de hectáreas globales que el individuo necesita en un año y determinar el grado de sostenibilidad ambiental en nuestra Universidad Técnica de Cotopaxi. Toda la población corresponde al campus La Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el periodo agosto 2022 - noviembre 2023.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cambio climático es un fenómeno que se ha desarrollado desde la era pre industrial hasta ahora, la cual afecta de forma directa o indirecta a cada ser que habita en el planeta, el cambio climático se define como: "un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que perturba la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables". En las últimas décadas las actividades antropogénicas han ido aumentando el uso de combustibles fósiles, lo cual implica un acrecentamiento en la emisión de gases de efecto invernadero a la atmosfera, los cuales afectan al clima global. Tenemos entre los contaminantes más importantes presentes en el aire al CO₂, el cual ha ido aumentando constantemente (Geographic, 2013). La concentración de CO₂ en la atmósfera, actualmente es del 40%, la cual supera a los niveles de la era pre industrial (Piña, 2019).

Existe dos enfoques para estimar las emisiones generadas de CO₂ por habitante de un país, el primero es Top Down, en este se consideran las emisiones nacionales y se dividen según su población, el segundo es Bottom up, aquí se calculan las emisiones vinculadas a las acciones ejercidas por cada individuo, a eso es lo que se denomina como Huella de Carbono (Carmona et al., 2016)

Global Footprint Network (2016), menciona que se necesitaría de un planeta y medio para proporcionar los recursos requeridos por él hombre y también para la absorción de los residuos forjados por el mismo. Según las interpretaciones de las Naciones Unidas, se estima que para el 2030 se necesitarán el equivalente a dos planetas Tierra para sostener nuestra existencia. El carbono ha sido el componente

más característico de la Huella Ecológica. La Huella Ecológica per cápita aumento de 2.28 ha a 2.84 ha per cápita.

Según el Ministerio del Ambiente (2018), el Ecuador emite 1.9 toneladas métricas de CO₂ por habitante. Lo que representa un 0.1% de emisiones a nivel mundial. Desde 1990 al 2006, el país ha experimentado un aumento del 78.7% de emisiones de CO₂ generadas por el sector del transporte.

El presente trabajo busca determinar la Huella Ecológica mediante estratificación de los individuos que forman parte del campus La Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para establecer la analogía entre el consumo de los recursos naturales y la capacidad de la tierra para absorber los desechos generados por esta población.

Pregunta de investigación

¿Es posible agrupar la huella ecológica por estratos?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Analizar la huella ecológica personal de la estratificación de la población del campus La Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Objetivos Específicos

- Determinar la huella ecológica por estratos.
- Establecer la diferencia entre la Huella ecológica por estratos.
- Zonificar la huella ecológica por estratos.

CAPÍTULO I.

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Antecedentes

Con el pasar del tiempo, la población humana ha ido creciendo y por ende sus demandas y necesidades igual, por lo tanto, existe un gran impacto que genera el cambio climático, el cual ha sido tema de preocupación de gobiernos de todo el mundo, por esto, ha surgido la creación de políticas públicas, organizaciones, para lograr mitigar el cambio climático (Mejillón-López y Ortiz-Medina, 2022). En 1972 se dio la conformación de la Cumbre internacional de Estocolmo, pero en 1979 en Ginebra, se dio la primera conferencia en la cual se habló netamente sobre el clima y sobre las alteraciones climáticas causadas por los humanos. Después de esto, se aprobó la asamblea general de las Naciones Unidas para el medio ambiente (PNUMA) y la protección climática para generaciones actuales sin comprometer a generaciones futuras.

En Ecuador, en la constitución se incluyeron apartados relacionados al ambiente, siendo los precursores de desarrollo sostenible. La Constitución Ecuatoriana en el 2008 propone el *Sumak Kawsay* o Buen Vivir, en donde explica la relación entre la naturaleza y los seres humano. Además, el Buen Vivir tiene como punto principal, crear parámetros para que las presentes y futuras generaciones consigan disfrutar y aprovechar de los mismos recursos. Por otro lado, el MAATE, ha proporcionado medidas, como: Socio Bosque y Socio Páramo, y ha promovido el uso de energía hidroeléctrica, solar y eólica, para dejar atrás a los combustibles fósiles.

Según el MAATE (2015), los tres países más contaminantes, son: China, el cual genera 9.8 millones de toneladas, después le sigue los Estados Unidos, con 4.9 millones de toneladas de CO₂ y la India, ya que genera 2.4 millones de toneladas emitidas en CO₂. El ¼ de las emisiones de CO₂ que genera toda la Unión Europea, le pertenecen a Alemania, ya que es un país que aun depende del carbón.

La generación de emisiones de CO₂, conjuntamente con otros gases de efecto invernadero, han acelerado el cambio climático, siendo los principales emisores los países industrializados, por lo cual se ha decidido la generación de impuestos y la iniciativa de pago por servicio, en donde Ecuador estuvo inmerso con su proyecto Yasuní ITT, además se han desarrollado y forjado iniciativas para disminuir las emisiones de CO₂, como: normativas para el cálculo de la Huella de Carbono.

Según el MAATE (2015), la huella ecológica es: “un indicador de sustentabilidad fuerte que permite analizar el consumo de la humanidad y compararlo con la capacidad de la naturaleza para producir recursos renovables y absorber desechos. Este indicador se expresa en términos de área (hectáreas globales – Hag) necesarios para producir los materiales consumidos y absorber los residuos generados”.

1.2. Situación Actual

En la actualidad, el cambio climático es uno de los principales problemas ambientales, la principal causa se debe al aumento de los gases de efecto invernadero (GEI), los cuales son origen natural y antrópicos. La emisión de estos gases causa incremento en la temperatura media global y puede tener consecuencias sobre los fenómenos del clima (Tigamasa Paredes, 2022)

Por otro lado, el crecimiento poblacional para el año 2050 se estima de 10000 millones de habitantes, este aumento influye en la demanda de recursos (Oña-Serrano et al., 2022). Los recursos cada vez se agotan, la tala indiscriminada de bosques, la pesca y caza de animales hasta el punto de su extinción y el consumo de energía a través de fuentes fósiles. La población ha tenido un crecimiento exponencial y por ende aumentan las necesidades y a la vez las emisiones de CO₂ (Gore, 2006)

El informe de las Naciones Unidas en el 2014, menciona que tuvieron que pasar 123 años para que la población humana pase de 1000 millones a 2000 millones.

Según el INEC (2012), para Ecuador se determinó un incremento de 15.5 millones de habitantes en el 2012 a 23.4 millones de habitantes para el 2050. Según el INEC (2021), la población de Latacunga del 2010 al 2020 ha tenido un incremento de 28782 habitantes.

Según la WWF (2022), menciona que las emisiones de gases de efecto invernadero entre el 2010 al 2019 fueron las más altas en la historia de la humanidad. El aumento de emisiones se debe principalmente al uso de combustibles fósiles, los cuales aún son la fuente de los sistemas energéticos del mundo y por el carbono (C) que emanan cuando se destruyen los ecosistemas. Los países con huellas ecológicas más altas, son los que están vinculados más a la producción, industrias y desarrollo social. La población de Ecuador ha aumentado, por eso el aumento en la demanda de sus recursos naturales y explotación de los mismos. A pesar de generar y desarrollar ideas ambientales de sostenibilidad, no han disminuido y tampoco han sido resueltos los problemas ambientales, por eso debería buscar soluciones a la causa del problema.

1.3. Desarrollo Sostenible

El cambio Según la Comisión de Brundtland (1987), desarrollo sostenible se define como el “desarrollo que satisface las necesidades del presente sin complicar la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. En base a este concepto, la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU, 2015) aprobó la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, con el fin de desarrollar un plan de acción para el desarrollo mundial, en beneficio de las personas y del planeta. Se establecieron 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas, las cuales deben ser alcanzadas en el periodo 2015-2030, en donde los beneficiarios son comunidades, pequeñas empresas y grandes empresas (Arteaga-Alcívar et al., 2022).

1.4. Huella Ecológica

El concepto huella ecológica (HE) fue desarrollado por Wackernagel y Rees (1996), la cual se basa en que un individuo hasta un país genera un impacto sobre el planeta ya que todos consumen y aprovechan los recursos y servicios de la naturaleza (Wackernagel y Rees, 1997). Posteriormente, Wackernagel fundó el Global

Footprint Network, la red de huella ecológica global, la cual ha servido a nivel global para desarrollar indicadores de HE en cada territorio (Reyes, 2012)

Según Wackernagel y Rees 2001, el cálculo de la huella ecológica (HE) tiene muchas ventajas, ya que se puede tener un estimado del impacto humano a nivel mundial, en un país, institución o individualmente, gracias a este enfoque, hoy en día es posible usar la HE como parte del estudio de desarrollo sostenible.

La huella ecológica (HE) es el área total de tierra naturalmente productiva, expresada en hectáreas y el agua que es utilizada exclusivamente para producir: alimentos, vestimenta, combustibles y todos los recursos consumidos y para asimilar los desechos generados, es decir que la HE es un instrumento que ayuda a contabilizar y estimar los requerimientos de consumo y los de asimilación de desechos de la población y/o del país, algunos países tienen un patrón de consumo superior a la capacidad biológica para producir los bienes que consumen, mientras que otros tienen una capacidad de producción biológica que supera su consumo real. Los países desarrollados generalmente están en la primera categoría, lo que resulta en una mayor huella ecológica. Sus tierras no son solo utilizadas para la producción, sino que también dependen de la tierra de terceros países (países subdesarrollados) para producir y adquirir los bienes que solicitan.

Según Dembińska, et al (2022), la Huella Ecológica (HE), es una medida casi nueva, la cual permite evaluar la presión humana sobre el ambiente, por el consumo de bienes y servicios. El valor de la huella ecológica es necesario para determinar el área biológicamente productiva para satisfacer las necesidades de la población humana, además el estilo de vida, es decir que la Huella Ecológica (HE), es una herramienta necesaria para estudiar y evaluar el grado de equilibrio del consumo de los recursos naturales del planeta Tierra con el ritmo de su renovación (biocapacidad). La huella ecológica no solo es útil para estudiar comportamientos ecológicos, sino también sirve de instrumento para crear conceptos analíticos.

La huella ecológica ayuda a las poblaciones a mantener el presupuesto ecológico. Mientras que la biocapacidad expresa la destreza de los ecosistemas para abastecer de servicios ambientales y los recursos naturales necesarios para la población. La

Huella Ecológica Nacional del Ecuador, analiza la demanda y la necesidad de los habitantes sobre los recursos naturales renovables y la coteja con la disponibilidad de recursos a nivel nacional. Por otro lado, la HE ha presentado picos altos en los últimos años y la biocapacidad ha ido decreciendo drásticamente (Ministerio del Ambiente, 2017).

Desde el año 1961 al año 2012, la capacidad biológica per cápita decreció un 68.1%, es decir pasó de 7.21 a 2.30 hag/por persona, esto revela que la disponibilidad de recursos por cada habitante ha ido empequeñeciendo. Mientras que la Huella Ecológica ha crecido, ya que el valor per cápita incrementó el 41.9%, pasando de 1.19 a 1.69 hag. En el 2009 la Huella Ecológica per cápita de un ecuatoriano promedio fue 1.6 veces menor que la Huella Ecológica per cápita mundial, mientras que la biocapacidad del Ecuador en el mismo año fue de 2.35hag per cápita, es decir 33% mayor a la media mundial disponible, esto se debe al aumento de tierras de cultivo, pastizales e infraestructuras (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013). Además en el año 2012 la HE per cápita de un ecuatoriano promedio fue de 1.7 veces menor en comparación con otros países, manteniéndose por debajo de la biocapacidad promedio mundial (1.73 hag per cápita) (Ministerio del Ambiente, 2017). La Huella ecológica de un ecuatoriano promedio es baja, pero esto no simboliza que la biocapacidad del país no se vea afectada, ya que el Ecuador al ser un país exportador de materias prima (rosas, banana, plátano verde, café, cacao, camarón, atún, pitahaya, aguacate, entre otros), a su vez está utilizando su biocapacidad para satisfacer y abastecer las necesidades de su población y de otros países con problemas de productividad (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

Según Domenech (2009), la huella ecológica de un individuo u organización, comienza con la cantidad de suelo que se utiliza para infraestructura y construcción del área para vivienda e industria de la población, la cantidad de terreno dedicados a la producción de alimentos y madera. Además, todo lo que se procesa puede tener agregados en el proceso de fabricación, conversión y transporte. Todas las emisiones emitidas solo pueden ser absorbidas por los bosques que interfieren con la formación de CO₂. Todo esto se puede representar con un solo número, esta es la huella ecológica total. Según Wackernagel y Rees (2001), todo se puede convertir

a las hectáreas globales. El consumo total de materiales y energía tiene un factor de equivalencia según el tipo de tierra productiva, como cultivos, pastos, bosques, mares y tierras de cultivo. A todo esto, se suma la capacidad de la Tierra para generar y descomponer residuos, por lo que se considera la siguiente equivalencia: El coeficiente de absorción del bosque es de 1,8 toneladas por ha/ año, y el período de madurez del bosque es de 50 a 80 años.

La huella ecológica usa como unidad de medida el área productiva, lo cual es fija con las leyes elementales de la física (balance de materia y termodinámica). El área de tierra productiva es la medida adecuada para medir la economía, ya que refleja la cantidad y calidad de energética y materia disponible. Por esto, el análisis de la huella ecológica ayuda a observar el verdadero costo de la ampliación social, ya que se hacen visibles los impactos, los cuales para el análisis monetario no son de importancia. La huella ecológica nos ayuda a una mejor prospección de las implicaciones de equidad social y de cómo se relacionan las condiciones monetarias y la capacidad ecológica que son necesarias para un buen vivir (Gullón Muñoz-Repiso, 2008).

Gullón Muñoz-Repiso (2008), menciona que Rees y Wackernagel (1996), desarrollaron una metodología para el cálculo de huella ecológica, la cual se basa en dos fundamentos: 1) Contabilización en toneladas de los recursos que consume cierta población, y 2) Los recursos consumidos pueden traducirse en área biológicamente productivas (ha). Para el cálculo de la huella ecológica de una población, se requiere de varias etapas, primero se debe aproximar el consumo per cápita anual de un producto específico, a partir de datos estadísticos nacionales y se divide el total del consumo para el tamaño de la población. Algunas categorías de productos se basan en las estadísticas nacionales y además se considera la producción nacional como las importaciones y exportaciones, por lo tanto, se aplica un factor de corrección comercial, el cual nos ayuda a obtener el consumo real de la población local, entonces el consumo corregido se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Consumo aparente} \rightarrow \text{producción} + \text{importaciones} - \text{exportaciones} = \text{kg per cápita}$$

este resultado se divide para el total de población. Segundo, se debe tomar el área de tierra productiva per cápita apropiada (aa) (ha/cap) que corresponde para la producción de cada elemento de consumo (i). Entonces se divide el promedio anual de consumo de cada elemento calculado en el primer paso (c) (kg/cap), para la productividad anual promedio de cada elemento (p) (kg/ha), por lo tanto, el resultado de esta división es el número de ha apropiadas por cada habitante para lograr compensar y satisfacer las necesidades básicas de consumo:

$$aai = ci/pi$$

La huella ecológica per cápita de la región, se calcula a través de la anexión de todas y cada una de las áreas de ecosistemas apropiadas (aa_i) por el consumo de los diferentes elementos (n), lo que se denomina como “el cesto de consumo de bienes y servicios anuales”

$$ef = \sum_{i=1}^n aai$$

Por último, se calcula la huella ecológica de la población (EFp), mediante la multiplicación de la huella ecológica per cápita por el total de la población objeto de estudio (N).

$$EFp = N(ef)$$

Es importante señalar que esta metodología se ha aplicado para el cálculo de huella ecológica nacional, ya que se logra identificar todos los recursos que una población consume al igual que los desechos que se han generado. Por otra parte, también se ha aplicado para el cálculo de HE individual, local o regional.

1.4.1. Componentes de la Huella Ecológica

La huella ecológica está desarrollada por seis superficies productivas (Ministerio del Ambiente, 2017):

1. Bosques para absorción de Carbono: A este también se le denomina como Huella de Carbono, ya que la superficie de los bosques ayuda a absorber las emisiones antropogénicas de carbón (CO_2). Las emisiones generadas por el

uso de combustibles fósiles siempre constituyen más del 95% del total de la huella de carbono.

2. Tierras de cultivo: es el área destinada para la producción de alimentos (frutas, vegetales, hortalizas y más), fibra para el consumo de los humanos, animales y caucho. La huella ecológica de esta superficie, ha ido incrementando, ya que la huella de las importaciones agrícolas igual ha crecido, por la gran demanda de productos agrícolas (maíz, soja, arroz, algodón), de igual manera sucede con las exportaciones, el 86% de la huella se basa en la exportación del cacao, banano y aceite de palma.
3. Pastizales: esta superficie está destinada para alimentar al ganado, el cual nos provee de carne y otros productos y subproductos pecuarios. La huella ecológica de los pastizales ha superado la biocapacidad local, ya que el país maneja la producción nacional para satisfacer las necesidades de consumo.
4. Bosques: esta área también es utilizada para la explotación y obtención de recursos, como madera y pulpa. La huella de importaciones, exportaciones y producción forestal ha incrementado en estos últimos años, el mayor porcentaje se basa en la transformación del papel para diferentes destinos de uso.
5. Zonas de pesca: la superficie de agua interiores y marinas, son utilizadas para la obtención de peces y otros productos marinos. La huella ecológica pesquera tiene un alto porcentaje, debido a la captura de atún, camarones y langostinos.
6. Tierra urbanizada: es el área biológicamente, la cual es usada por los seres humanos para infraestructura (viviendas, parques, entre otras), para transporte y estructuras para la industria y desarrollo.

1.4.2. Hectárea Global

Según el MAATE (2016), diferentes superficies bioproductivas tienen diferentes rendimientos inherentes, pueden variar dependiendo de su ubicación. Para ajustar estas diferencias y lograr calcular la huella ecológica y la biodisponibilidad o biocapacidad, se usa una unidad específica llamada hectárea global (hag). Una hectárea global es una unidad que incluye el rendimiento promedio de todas las áreas biológicamente productivas terrestres y marinas del mundo, en un tiempo

determinado, dado que la producción mundial total varía con el tiempo, la cantidad de materia física producida por una hectárea del global también cambia. El uso de hag identifica que cada suelo tiene capacidades para producir bienes y servicios útiles para los seres humanos. Por ejemplo, una hectárea de tierra agrícola puede producir una mayor suma de productos alimenticios rentables, útiles y valiosos que una hectárea de pasto. Al transformar, las tierras de cultivo y los pastizales en hectáreas globales, se pueden comparar de manera justa. Las seis superficies productivas antes mencionadas en el párrafo 3 del apartado 1.4, son transformadas en hectáreas globales al utilizar factores de equivalencia y factores de productividad. Los factores de equivalencia son según las diferencias inherentes entre las productividades de las superficies bioproductivas, sin importar el lugar donde estén geográficamente.

1.5. Huella de Carbono

La Huella de Carbono, es la cantidad de gases de efecto invernadero emitidas y carbono capturado emitidos en la elaboración de un producto o servicio, en términos equivalentes de CO₂ (Aguilera et al., 2020)

La huella ecológica es el área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos) ineludible para producir los recursos y para asimilar los residuos. Por otro lado, la huella de carbono se refiere al total de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos de manera directa e indirecta, es decir, introduce el impacto de la contaminación atmosférica, mientras que la huella ecológica no lo tiene en cuenta.

1.6. Calculadora de la Huella Ecológica

La calculadora de la Huella Ecológica contabiliza el consumo personal de:

- 1) Productos lácteos.
- 2) Huevos, carnes y pescados.
- 3) Frutas, legumbres y hortalizas.
- 4) Aceites y grasas.

Cada producto de alimentación diaria, tiene su impacto al medio ambiente, costo de producción, cantidad de agua utilizada, uso de energía, químicos o agrotóxicos para

el desarrollo, emisión de GEI (en la ganadería, las vacas generan grandes cantidades de CH₄), uso de combustibles fósiles para la producción, transporte.

Además, la calculadora de Huella Ecológica del MAATE, también contabiliza el combustible, energía, GLP, alimentos, madera, papel, entre otros.

1.6.1. Agua

La FAO (2018) advierte que el agua es uno de los mayores desafíos del siglo XXI, por lo que es esencial para la producción agrícola, ganadera y además es el elemento vital de todo ecosistema. Si seguimos con los hábitos actuales, se estima que para el 2030 podría aumentar un 50%.

Los efectos de la crisis del agua están relacionados con los tres ejes del desarrollo sostenible. En el ámbito económico, las crisis del agua es una amenaza para las empresas que necesitan grandes cantidades de agua en sus procesos industriales y comerciales. En lo social genera disrupciones sociales, problemas de salud, migraciones forzadas y hasta conflictos entre comunidades, en parte porque no existe una concepción sistemática en la planificación de la ciudad y el territorio. Se propone una herramienta para evaluar la sostenibilidad de los recursos hídricos, utilizada para cuantificar la cantidad total de agua utilizada en todas las actividades por los habitantes de un área determinada, es decir, huella de agua o huella hídrica. (Bueno et al., 2019)

Según Castillo-Rodríguez et al. (2018), la huella hídrica es el volumen del agua total que se ha utilizado de manera directa o indirecta, para la producción de cualquier bien o servicio, es decir que ayuda a medir o calcular el Volumen Total (VT) de agua dulce consumida por una unidad específica. Gracias al estudio de la huella hídrica, se puede apreciar la presión ejercida por las actividades domésticas, industriales y agropecuarias. La huella hídrica tiene tres componentes: agua azul, la que proviene de fuentes superficiales o subterráneas, el agua verde, la que proviene de la lluvia y el agua gris, volumen de agua necesario para diluir la carga contaminante, en base a las normas de calidad ambiental.

La huella hídrica debe ser analizada con la disponibilidad de agua y con la capacidad para la asimilación de residuos. Mas de la mitad de las cuencas del planeta, la huella hídrica sobrepasa la disponibilidad de agua durante una parte del

año. El estudio de la huella hídrica per cápita del Ecuador entre el año 1996 y el año 2005, fue de 2000m³, esta cifra es alta en comparación con el promedio mundial que es de 1400m³ por año per cápita. Además, la ONU, recomienda gastar 100 L diarios de agua, pero según la EPMAPS (2016), menciona que Quito pasa de los 200 L de agua por persona, y en otras ciudades como en Cuenca utilizan 180 L por persona, también indica que en otros países si hay menos gasto de este recurso hídrico, por ejemplo: en La Paz 120 L por persona y en Medellín 150 L por persona. Además, existen 2 formas de reducir la huella de agua, la primera se basa en usar productos que no contaminen el agua y segundo, se puede reducir el consumo de materias primas que requieren mucha agua para su manufactura, como la carne (15400 L/Kg) y algodón (10.000 L/Kg)

Por otro lado, el MAATE (2021), oficializó el Área de Protección Hídrica (APH) Santa Elena con la finalidad de abastecer agua segura en calidad y cantidad a la población de Latacunga, gracias a esto se accederá a proteger 166,49 hectáreas, beneficiando a 52 000 habitantes aproximadamente. Durante la emergencia sanitaria se ha incrementado un 30% el consumo de agua potable en Latacunga.

1.6.2. Energía

El uso de energía en Ecuador se da por 4 grandes sectores: transporte, industria, residencia, comercial y servicios públicos.

Según el Instituto de Investigación Geológico y Energético (2019), menciona que el Balance Energético Nacional (BEN) que se realizó en El 2019, muestra que el consumo de energía eléctrica por persona entre el año 2009 y el año 2019 reveló un acrecentamiento del 39,4%, pasando de 1.088 kWh por habitante a 1.517 kWh por habitante. Entre el 2018 y 2019, el incremento del consumo eléctrico paso de 1.488kWh por habitante a 1.517kWh, es decir incrementó un 2%. Además, según el BEN en el 2019, indica que la fuente energética primaria de mayor producción entre 2009 al año 2019, fue el petróleo, por lo tanto, en 2019 se produjeron 223 millones de Barriles Equivalentes de petróleo. Del total producido, el 86,9% pertenece al petróleo, 4,4% a gas natural y 8,7% a energía de origen renovable (hidroenergía, leña, productos de caña, energía eólica, fotovoltaica y biogás). El 98,3% de la energía consumida por el sector transporte provino de diésel y

gasolinas. La electricidad fue la fuente de mayor uso en el sector industrial, con 48.6%, seguido por el diésel con 17.2% del total. La electricidad y el diésel se usaron de forma pareja en el sector comercial y servicio público en 2019, con una participación del 60.2% y 31.3% correspondientemente. En lo que respecta al sector residencial, el mayor consumo energético, tiende al uso del Gas Licuado de Petróleo (GLP) con 52.1% del total, seguido por la electricidad con 37.4%.

Según el Ministerio de Energía y Minas (2020), menciona que los datos recopilados por el Operador Nacional de Electricidad (CENACE) en el 2019, muestra que mayo del 2019 fue el mes con mayor consumo de energía, ya que se utilizaron 2203 GWh. La energía eléctrica proveída por el país, fue producida en un 90% con fuentes renovables, con esto se logró disminuir un 30% el uso de combustibles fósiles. Gracias al aumento del 19% de la generación renovable, se incrementó la exportación de electricidad hacia otros países, como a Colombia y Perú, ventas de 1765 GWh y 60 GWh, respectivamente, forjando un ingreso económico de USD 66.8 millones para las arcas del Estado.

En abril del 2020 la demanda de energía eléctrica alcanzó los 1777 GWh, se redujo un 18% en comparación con la de febrero del 2020 que fue de 2099.3 GWh, esto se debe que el sector industrial y las actividades comerciales no trabajaron plenamente, ya que en estas fechas se efectuaron medidas de distanciamiento social por la declaratoria de Emergencia Sanitaria del COVID-19. Por otro lado, en este mes la demanda de energía eléctrica del país se distribuyó geográficamente de la siguiente manera: 66% en la región costa, 32% en la región andina (sierra) y 2% en la región amazónica; misma que fue proporcionada en un 93% con generación renovable, como: hidráulica, eólica, fotovoltaica (Operador Nacional de Electricidad (CENACE, 2020).

En el Ecuador el kW/h tiene un valor de 0,01 para el uso residencial (CONELEC, 2014). Este es un valor variable ya que se diferencia la tarifa según el sector que este ubicado la vivienda, además se cobra según la actividad: comercial, industrial vivienda y como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1. Cargos por consumo según la Empresa Eléctrica de Quito.

Bloque de Consumo (kWh)	Cargos por consumo (USD \$)
0-50	0,00784
51-100	0,0814
101-150	0,0834
151-200	0,0904

Tomado de: EEQ

1.6.3. Alimentación

La industria alimenticia es una de las actividades humanas que generan un mayor impacto ambiental, incluyendo la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) (Aguilera et al., 2020). La huella de carbono de la industria alimenticia, implica contabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero, que son generadas durante toda la cadena agroalimentaria, se incluyen las emisiones generadas en la agricultura y agroindustria, como las derivadas de la producción de insumos que son utilizadas por estas, por ejemplo: elaboración de fertilizantes, fungicidas, herbicidas, entre otros (Piñero et al., 2019)

La alimentación es un elemento primordial en el ciclo de vida del ser humano, ya que está directamente relacionado con su desarrollo integral, calidad de vida y desempeño, además contribuye a la mejora de la salud y la prevención contra las enfermedades. Desde el ámbito laboral, la alimentación inadecuada repercute negativamente en los trabajadores, ya que conduce al cansancio físico y mental, pereza en el trabajo, falta de motivación y otros aspectos. Por otro lado, la alimentación es uno de los componentes que facilitan el desarrollo físico humano, la salud y la productividad, ya que es el medio por el cual el cuerpo humano se abastece de los nutrientes y sustancias necesarios para mantener una vida sana y salud óptima (Camelo-Rojas et al., 2020).

La ganadería es la principal fuente de emisiones de la industria con aproximadamente 4,6 gigatoneladas de CO₂, lo que representa el 65% de las emisiones de las actividades ganaderas. La producción de carne contribuye con 2.9 giga toneladas o el 41% de las emisiones totales de la industria, mientras que las

emisiones de la producción de lácteos contribuyen con 1,4 giga toneladas o 20 % de las emisiones totales de la industria (Lermo, 2022).

Por otro lado, la agricultura y la ganadería han sido actividades precursoras de la deforestación de árboles, ya que se necesitan agrandar las tierras para pastoreo y ganado, además la agricultura también ha generado la tala de árboles y arbustos, para lograr expandir los terrenos de cultivos y que estos no generen sombra a los cultivos, ya que la sombra de estos no ayuda al desarrollo de las plantas (fotosíntesis).

El aceite y las mantecas son esenciales para la elaboración de la comida, pero no hay un correcto procedimiento de cómo se debe desechar, la mayoría de la población en Ecuador vierten el aceite en el sifón o botan en sus jardines, 1L de aceites es capaz de contaminar 1000 L de agua. Por eso es necesario implementar TIC'S, sobre la contaminación, tratando los temas de prevención, restauración, como evitar y mostrar las desventajas de las actividades contaminantes.

1.6.4. Vehículos

Actualmente, la exposición a los contaminantes del aire está fuera del control de las personas y requiere una acción política a nivel nacional, regional e incluso internacional. La Organización Mundial de la Salud menciona que las muertes prematuras de más de dos millones de personas cada año se pueden atribuir a los efectos de la contaminación del aire en las ciudades (Cordova et al., 2018)

Según el Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE), entre el año 1990 al año 2006, el Ecuador ha tenido un acrecentamiento del 78.70% en las emisiones de CO₂ generadas por el transporte, lo que revela que la contaminación atmosférica en el país es principalmente generada por la flota vehicular (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2012).

En 2012, al menos el 20% de la población ecuatoriana tenía automóvil en casa. Casi el 90% de la población posee un automóvil y solo el 9% posee dos automóviles, el 2% de la población posee tres o más automóviles. El combustible preferido por los hogares es el Extra por ser más económico y representa el 65.7% de la población del país. Además, los automóviles cuestan alrededor de \$ 52 por mes en combustible (ENEMDU, 2012). Por otro lado, los transportistas pesados y carros

de trabajo utilizan Diesel, hoy en día el super es la gasolina más cara en nuestro medio.

1.7. Huella Ecológica en Ecuador

A pesar que Ecuador es un país pequeño, es uno de países más ricos en biodiversidad de suelos, flora, fauna, ecosistemas, entre otros recursos.

El término huella ecológica era prácticamente desconocido en Ecuador hasta que en el 2011 el MAE lanzó el proyecto de inversión “Identificación, cálculo y mitigación de la huella ecológica de los sectores público y productivo del Ecuador”, priorizado por la Secretaría de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) con el objetivo de promover el consumo sostenible de los recursos. El Ministerio del Ambiente calcula la huella ecológica del Ecuador, enfocándose en los siguientes ejes estratégicos: huella ecológica nacional, huella ecológica sectorial y huella ecológica institucional. El objetivo básico de los cálculos de la Huella Ecológica nacional y sectorial es calcular el impacto del consumo de recursos y sugerir opciones para mitigar dicho impacto. El MAE calculó la huella ecológica del Ecuador para el período 2008 - 2013, en base a información generada en el país y recopilada por diversos organismos nacionales e internacionales. Por otro lado, la Huella Ecológica por Sector (CLUM) permite estudiar y crear resultados de Huella Ecológica por tipo de consumo en los tres sectores de demanda final: Hogar, Gobierno y Formación Total de Capital Fijo. Este análisis maneja los resultados de la Huella Ecológica Nacional e información adicional proporcionada por fuentes nacionales e internacionales. (MAE, 2016).

Según estudios realizados por el MAE y Global Footprint Network, la huella ecológica se calculó a nivel nacional en 2008 y 2009. En 2008, el consumo global fue de 1.53 hectáreas (hag). En un año aumentó a 1.62. hag, es decir 0.09 hag en un año. El crecimiento de la población se debe en muchos aspectos a problemas ambientales, pero en el Ecuador entre 2008-2009 no hubo grandes cambios demográficos. Actualmente, el MAE proyecta en su calculadora una huella ecológica de 1.94 hag para el Ecuador y 2.65 hectáreas para todo el mundo (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

Según el MAE (2016), los resultados de la HE del 2013, generan una variación de los resultados históricos de la Huella Ecológica Nacional per cápita en un rango de 0.21% a 12.41%. La extracción de recursos naturales predestinados a la exportación, resulta para Ecuador una pérdida acelerada de su biocapacidad, por eso entre 1961 hasta 2013 existe una tendencia marcada en la disminución de su biocapacidad. De 2012 a 2013, la Huella Ecológica total del Ecuador decreció en 5.4%, pasando de 26.16 a 24.74 millones de hectáreas globales. La Huella Ecológica per cápita del país fue 1.57 hag, aproximadamente 1.8 veces menor que el promedio mundial, en el año 2013. En el año 2013, la Huella de Carbono fue de 42% de la Huella Ecológica Total, después viene el consumo de productos ganaderos (18%), luego el consumo de productos agrícolas (17%), consumo de productos forestales (16%), la superficie destinada para infraestructura (5%), y por último el consumo de recursos pesqueros (1%). De 1961 al 2013, la Huella Ecológica per cápita incrementó un 32%, pasando de 1.19 hag a 1.57 hag, principalmente por la ampliación de la Huella de bosques para absorción de CO₂ en 116 veces.

La Biodisponibilidad total del país es 34.8 millones de hectáreas globales, se redujo 2.3% respecto al 2012 y en el año 2013, se ocupó el 71% de la biocapacidad nacional para el propio consumo. La Biocapacidad por habitante es de 2.21 hag per cápita, lo cual es 27.8% mayor que la media mundial y mostrando una deflación del 3.9% respecto al año 2012. Esto indica que la disponibilidad de recursos por habitante está disminuyendo y cada año más personas luchan por menos recursos.

1.8. Marco Legal

1.8.1. Legislación Nacional

En el artículo 14 de la constitución de la República del Ecuador, se reconoce el derecho y el cuidado del medio ambiente, la conservación y la perseverancia de los ecosistemas, además la integridad y biodiversidad de nuestro patrimonio, además se considera que ambiente debe ser sano y equilibrado para alcanzar la sostenibilidad y el buen vivir.

Mediante el artículo 15, el estado promueve la eficiencia energética, usos de tecnologías limpias o renovables, para poder desarrollar y mantener calidad ambiental y poder impulsar proyectos de generación nueva-renovable.

El artículo 71, se le reconoce el derecho pleno a la naturaleza, es decir que el buen vivir no solo limita la protección de la población, sino a todo ser vivo, incluyendo la naturaleza y animales.

El Art. 72, menciona que la naturaleza tiene el derecho a ser restaurada, es decir que el Estado establecerá los mecanismos adecuados y correctos para alcanzar este objetivo, además adoptara de medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales negativas o perjudiciales.

El artículo 275 llama a la formación de la distribución equitativa y la promoción de un orden equilibrado como actividad sociocultural, administrativa y económica dentro del Ecuador. Velar por el medio ambiente y la realización de una buena vida.

El artículo 276, recalca que es importante proteger la naturaleza con el fin de mantener un medio ambiente sano, así las generaciones futuras podrán disfrutar de una mejor calidad de vida, sobre la base del agua, el aire y el suelo para mantener o mejorar los beneficios necesarios y el patrimonio natural.

En el marco del artículo 319, el Estado fomentará y alentará la producción segura, para garantizar la participación del pueblo ecuatoriano para ayudar a proteger el medio ambiente, respetando sus derechos, tal como lo establece la Constitución de la República del Ecuador, al tiempo que asegura el buen vivir.

En el Art 408, menciona que el Estado deberá garantizar beneficios plenos a la población, donde menciona la importancia del cuidado de los ecosistemas, nuestra producción, nuestros recursos naturales y por ende el cuidado de energía y todo aquello que engloba la naturaleza, para lograr llevar una buena calidad de vida.

El artículo 414, establece que, es importante que el país genere iniciativas, ya que seguirán apareciendo las consecuencias del cambio climático. Por lo tanto, ciertas producciones que afectan tanto al suelo como al aire deben ser restringidas, ya que eventualmente contaminarán la atmosfera y serán un daño para toda la población.

1.8.2. Legislación Internacional

El En el Art. 2 del protocolo de Kioto de la Convención del Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático, menciona sobre la importancia de promover políticas y medidas para la elaboración del punto verde, como, impulsar modalidades sostenibles en el sector agrícola, ya que existe cambio climático, lo cual afecta al medio ambiente y por eso se debe impulsar las medidas necesarias y políticas a nivel nacional.

En el Art. 4 de la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, menciona que es el pilar base para formar el marco legal internacional, para la creación de empleos verdes, el cual ayuda en la mitigación de la contaminación, mediante el impulso de estrategias y desarrollo de tecnologías, las cuales ayuden a reducir gases tóxicos, ya que no están controlados y eso provoca desventajas en la agricultura, por lo tanto, es importante promover planes para apoyar las áreas afectadas, especialmente la agricultura, y apuntar a mejorarlas protegiéndolas de sequías e inundaciones.

La Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo es una alianza global y equitativa que busca alcanzar acuerdos de cooperación internacional que permitan a los Estados Miembros alcanzar el desarrollo tecnológico, científico, cultural y social respetando el medio ambiente, a través de los siguientes principios:

- El Principio 5: Erradicar la pobreza para lograr tener un desarrollo sostenible, mediante el reconociendo de las necesidades para mejorar la calidad de vida.
- Principio 10: Transmisión de información necesaria, para lograr captar la atención de la población. Como deber tenemos que cuidar y preservar el medio ambiente, pero no todos lo toan con el mimo nivel de importancia, por lo cual es importante las actividades e información sobre el cuidado del ambiente y además incluir las desventajas que causan en nuestro buen vivir.
- Principio 11: Prolongación de leyes y normativas que ayuden a la sustentabilidad del medio ambiente.

1.9. Características del sitio del proyecto

En la página web del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición (MAATE), se puede encontrar la Calculadora de Huella Ecológica, en donde el usuario se puede retroalimentar sobre su impacto al medio ambiente y mediante estos resultados, analizar las posibles medidas de acción. Al manejar esta calculadora proporcionada por el MAATE, también se incluye el uso de tecnologías de información y comunicación (TIC's), para lograr llamar la atención de más usuarios amantes de la ecología. En la actualidad, todas las personas se alimentan de información y datos obtenidos en la web, ya que hoy en día el acceso al internet es fácil, para estudiantes, profesores, personal administrativo y de limpieza, los cuales pueden ingresar y generar su registro personal sobre la huella ecológica. Los grupos de estudio, se dividen en: estudiantes, profesores, personal administrativo y auxiliares (mantenimiento). Se realizó esta estratificación para desarrollar y analizar las tendencias de consumo según el estrato socio-económico o según el nivel de estudios. Toda la población pertenece al campus La Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el periodo agosto 2022 – noviembre 2023.

CAPÍTULO II.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Modalidad o enfoque de la investigación:

El proyecto de investigación tiene un enfoque de estudio mixto, es decir, es cualitativa y cuantitativa, ya que se compilan datos, los cuales son examinados y se vinculan los dos tipos de resultados para solucionar un problema o evidenciar la hipótesis planteada. Todo esto se basa en la teoría expresada por Hernández et al., (2013), en la cual se menciona que la investigación mixta usa la relación de los datos cualitativos y cuantitativos, ya que permiten al investigador ahondar en el análisis y la construcción del conocimiento. La investigación se plantea como mixta, es decir será cuantitativa en relación al estudio de las variables de Huella Ecológica (HE) y biocapacidad y al mismo tiempo se considera una investigación básica descriptiva, puesto a que los datos obtenidos serán comparados con los datos de otros estudios de Huella ecológica en el Ecuador y además con los resultados se podrán forjar recomendaciones o soluciones para lograr la sostenibilidad de los recursos.

2.2. Métodos teóricos y empíricos a emplear.

2.2.1. Métodos

- 1) Método descriptivo: Este método permitió establecer las diferencias entre cada estrato y llevar a cabo el análisis de los datos obtenidos de las encuestas.
- 2) Método inductivo: Este método condescendió interpretar los datos de las encuestas de los diferentes parámetros de la calculadora de la huella ecológica.

- 3) Método bibliográfico: Al momento de emplear este método se logró acceder a material bibliográfico (revistas científicas, tesis, libros, entre otros) de provecho, para desarrollar el presente trabajo de investigación.
- 4) Método de campo: Este método se aplica ya que se realizó las encuestas en La Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi y se logró tomar datos preliminares para el análisis de la Huella Ecológica de los diferentes estratos.

2.3. Técnicas e instrumentos:

2.3.1. Técnicas

- 1) **Recolección de datos:** Para recolectar datos se realizó encuestas, con el fin de tener datos de la propia fuente, rápidos y eficaz, además Casas et al., “es una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población o universo más amplio” (2016, p 527).

La recolección de datos se realizó en el campus La Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi (Anexo 1), mediante el cuestionario de la calculadora del MAATE (Anexo 2), estas fueron impresas en hojas A4, después con los datos ya obtenidos del tamaño de muestra (Tabla 2.) de cada estrato, se realizó de manera aleatoria la recolección de datos personal. Se realizaron 95 encuestas al estrato de alumnos, 70 encuestas correspondientes al estrato docentes, 51 encuestas de administrativos y 15 encuestas de auxiliares.

- 2) **Procesamiento y análisis de datos:** Se utilizó la Calculadora de Huella Ecológica del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (http://huella_ecologica.ambiente.gob.ec/calculadora_personal.php). El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición del Ecuador, desarrolló una calculadora de la huella ecológica personal basado en el estudio corporativo de Doménech, el cual se enfoca en un individuo. En sí la metodología se fundamenta en un mismo concepto, toda persona es responsable de la huella ecológica que hereda como parte de los productos, servicios y actividades realizadas, además de ser responsable por su huella ecológica actual, al ser

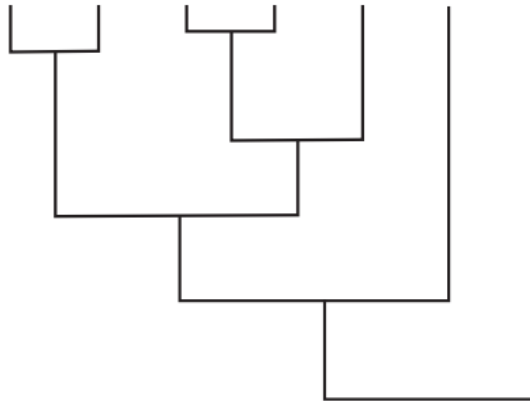
el beneficiario de los productos y servicios que aún no terminan su ciclo de vida. Doménech propone que mediante el uso de una hoja de cálculo se realice la recopilación de datos necesarios para determinar la cantidad de área que se requiere para sustentar el consumo generado anualmente por una corporación.

Se analizaron los resultados mediante tablas en Excel y a través de dendogramas por el Software de RStudio.

El análisis de cluster es un procedimiento que se basa en la clasificación, es un método estadístico multivariante que a un conjunto de datos con información varia las reorganiza en grupos homogéneos a los cuales se les llama clusters, el método se basa en hallar la estructura de cada categoría en la cual se acoplan las observaciones, es decir, ordena las observaciones en grupos a tal grado de realizar una asociación natural en donde el nivel alto sean los miembros del mismo grupo y en el nivel bajo estén los miembros de grupos diferentes (Villardón, 2007)

Según Espinel (2015) y Núñez-Colín & Escobedo-López (2011), los dendogramas son métodos jerárquicos que ayudan a la construcción de árboles para clasificación, con el fin de mostrar en la gráfica que grupos se van uniendo y en qué nivel o distancia lo hacen (Figura 1.). La forma de operar se basa en grupos como en individuos y se selecciona una medida de similitud, formando 2 grupos con mayor similitud y continua así hasta formar un solo grupo o hasta que existan razones estadísticas para no continuar formando clases. En el primer nivel, la distancia entre los individuos se da por la distancia de Ward o por la distancia Euclídea y más adelante se unen grupos en basa a la regla de agregación que se utilizará. El método Ward utiliza la aproximación de la varianza para poder evaluar la distancia entre grupos y así lograr minimizar la suma de los cuadrados de los rechazos de cada dos grupos hipotéticos que podrían ser formados en cada paso (Espinel, 2015).

Figura 1. Estructura del Dendrograma



Fuente: Núñez-Colín & Escobedo-López (2011)

- 3) **Muestreo:** Para la medición de la variable de Huella Ecológica personal se aplicó la encuesta de la calculadora del MAATE, sobre una muestra de la población.

La unidad de análisis fueron personas pertenecientes a la Universidad Técnica de Cotopaxi, La Matriz, de ambos géneros. La población de estudio está conformada, por: estudiantes, docentes, personal administrativo y personal auxiliar (mantenimiento, choferes, guardias), que forman a la UTC, los encuestados fueron de manera aleatoria, es decir fue una muestra probabilística y el tamaño de la muestra se obtuvo a partir de la siguiente ecuación (Bomba, 2018):

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

n= Tamaño de muestra buscado

N= Tamaño de la población o universo

Z= Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza (NC)

e= Error de estimación máximo aceptado

p= Probabilidad de que ocurra el evento estudiado

Al aplicar la anterior fórmula se obtuvo el tamaño de la muestra de cada estrato, como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 2. Tamaño de la muestra por estratificación

Clasificación	Población total	Tamaño de la muestra	Porcentaje
Alumnos	5764	95	93,69
Docentes	260	70	4,23
Administrativos	110	51	1,79
Auxiliares	18	15	0,29
TOTAL	6152	231	100%

Fuente: Talento humano, UTC (2022)

Elaborador por: Jerez, C (2022)

4) Muestra estratificada

Se realizaron 231 encuestas, se clasificó en 4 grupos: estudiantes, docentes, personal administrativo y auxiliares (personal de limpieza, seguridad, mantenimiento y choferes). La principal diferencia entre los 4 grupos se basa en el ámbito económico y nivel de estudios. El escalafón del magisterio nacional se basa en un sistema de categorización de las y los docentes públicos, según sus funciones, títulos, tiempo de servicio, desarrollo profesional y resultados durante los procesos de evaluación, por lo tanto, los sueldos en la Universidad Técnica de Cotopaxi van desde \$901 hasta \$4500, además el nivel de estudios de los docentes va desde títulos de ingenieros, licenciados, másteres y doctores. La remuneración de los administrativos va desde \$450 hasta \$3000, esto es de acuerdo a la formación, experiencia y título obtenido. Los empleados o auxiliares ganan mensualmente desde \$450 hasta \$1200, de igual manera depende del cargo a desarrollar, experiencia, título y formación (Ministerio de Educación, 2022). Es importante resaltar que la diferencia de sueldos de un grupo a otro es alta y todo esto se basa en el nivel de estudios. El grupo de alumnos es mucho más variado, ya que existen estudiantes que aún viven bajo la tutela de sus padres y por lo tanto dependen de ellos, también existen estudiantes que se mantienen por su cuenta y otro porcentaje que dependen de alguien para poder subsistir y el nivel de estudios de todos es: bachiller.

La muestra aleatoria estratificada, se refiere a los estratos que forman parte de la población blanco, para extraer de ellos la muestra de estudio, la estratificación se basa en el nivel de estudios, edad, sexo, nivel socioeconómico, entre otros (Otzen & Manterola, 2017)

CAPÍTULO III.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Huella Ecológica para los diferentes estratos

En la tabla 3 se puede analizar que la media de la huella ecológica para el estrato auxiliares es de $2,03 \pm 1,03$ hag y un coeficiente de variación del 51%, con la distribución de la curva platicúrtica (curtosis < 3) y coeficiente de asimetría positiva (con cola a la derecha). Por otro lado, el estrato administrativo, tiene una media de $3,39 \pm 3,36$ hag y un coeficiente de variación del 99%, con la distribución de la curva leptocúrtica (curtosis > 3) y coeficiente de asimetría positiva (con cola a la derecha).

El estrato de docentes, tiene una media de $3,65 \pm 1,70$ hag y un coeficiente de variación del 46%, con la distribución de la curva leptocúrtica (curtosis > 3) y coeficiente de asimetría positiva (con cola a la derecha). Y, por último, el estrato de alumnos, tiene una media de $3,16 \pm 6,13$ hag y un coeficiente de variación del 194%, con la distribución de la curva leptocúrtica (curtosis > 3) y coeficiente de asimetría positiva (con cola a la derecha).

Tabla 3. Estadística descriptiva de los resultados de huella ecológica (calculadora MAATE) por estratos.

Estratos	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	Varianza de la muestra	Curtosis	Coefficiente de asimetría
Auxiliares	0,78	4,21	2,03	1,68	1,03	1,06	-0,20	0,79
Administrativos	0,32	24,58	3,39	3,05	3,36	11,27	32,79	5,20
Docentes	0,95	9,50	3,65	3,20	1,70	2,88	4,26	1,83
Alumnos	0,11	46,83	3,16	1,65	6,13	37,61	33,70	5,46

Elaborado: Jerez, C (2023)

Al analizar los estratos entre auxiliares y alumnos la media tiende a un valor similar, el causante principal de esta similitud en la media es el nivel de estudio al grado de

bachiller e ingreso económico, cabe recalcar que el 100% de los estudiantes tiene un nivel de estudios de bachiller y el grupo de auxiliares el 93,33% de estudios a nivel de bachillerato. El segundo grupo de estratos corresponde a administrativos y docentes, se observa una media muy similar que presenta una variación de 0,26, donde el nivel de estudios e ingreso económico son muy equitativos y en gran medida mayores al grupo 1 según el escalafón del Ministerio de Educación, 2022, concluyendo de tal manera que mientras más se gana o más ingresos económicos presentan, mayor es el consumo de Huella Ecológica.

En la calculadora de huella ecológica del MAATE nos indica que a nivel del Ecuador la media de huella ecológica es de 1,86 y a nivel mundial la media es de 2,7 hag, en la Tabla 3., podemos observar que los cuatro estratos sobrepasan la media de hag a nivel de Ecuador y a nivel mundial solo el estrato Auxiliar con una media de 2,03 hag está por debajo de la media mundial hag.

Un individuo con ingresos mensuales altos y que se posicione en un nivel socio-económico superior, tiende a consumir mucho más, por lo tanto, las posibilidades de acceso a muchos recursos y servicios es fácil y demandante, esto concuerda con lo que menciona Ramírez & León (2021), en el cual hablan sobre el incremento de salarios y contaminación ambiental, los cuales van ligados. Según Dembińska et al., (2022), menciona que Kuznets (1955), discutió sobre la relación riqueza-desigualdad, esta investigación muestra que a medida que un país crece (económicamente), las desigualdades sociales aumentan, esta relación se puede representar por medio de la curva de campana invertida.

3.2. Planetas Requeridos por estratos

En la tabla 4, se puede observar que la media de planetas requeridos para satisfacer las necesidades para el estrato auxiliares es de $1,18 \pm 0,60$ hag y un coeficiente de variación del 51%, con la distribución de la curva platicúrtica (curtosis < 3) y coeficiente de asimetría positiva (con cola a la derecha). Por otro lado, el estrato administrativo, tiene una media de $1,98 \pm 1,96$ hag y un coeficiente de variación del 99%, con la distribución de la curva leptocúrtica (curtosis > 3) y coeficiente de asimetría positiva (con cola a la derecha).

En la tabla 4, se puede observar que la media de planetas requeridos para satisfacer las necesidades para el estrato auxiliares es de $1,18 \pm 0,60$ hag y un coeficiente de variación del 51%, con la distribución de la curva platicúrtica (curtosis < 3) y coeficiente de asimetría positiva (con cola a la derecha). Por otro lado, el estrato administrativo, tiene una media de $1,98 \pm 1,96$ hag y un coeficiente de variación del 99%, con la distribución de la curva leptocúrtica (curtosis > 3) y coeficiente de asimetría positiva (con cola a la derecha).

Tabla 4. Estadística descriptiva de los resultados de planetas requeridos para satisfacer las necesidades (calculadora MAATE) por estratos.

Estratos	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	Varianza de la muestra	Curtosis	Coefficiente de asimetría
Auxiliares	0,46	2,46	1,18	0,98	0,60	0,36	-0,18	0,80
Administrativos	0,19	14,37	1,98	1,78	1,96	3,85	32,81	5,21
Docentes	0,56	5,54	2,14	1,87	0,99	0,99	4,13	1,79
Alumnos	0,06	27,39	1,85	0,96	3,59	12,87	33,69	5,46

Elaborado: Jerez, C (2023)

Para el análisis de los planetas requeridos para satisfacer las necesidades de los estratos se considera dos grupos particulares con relación a la media, de igual manera que en el análisis de la huella ecológica, el primer grupo hace referencia al estrato auxiliares y estrato alumnos, donde la mediana presenta a un valor similar con una variación de 0,67 y el segundo grupo corresponde al estrato administrativos y estrato docentes, con una mediana muy similar con una variación de 0,16, la causa principal de análisis de la media es el ingreso económico y por ende el estatus socio-económico de los estratos, recalcando que el grupo 2 presenta un mayor ingreso económico que el grupo 1 según el escalafón del Ministerio de Educación, 2022, determinando de tal manera que mientras más ingresos económicos existan, mayor es el consumo de huella ecológica, y por lo tanto, mientras más alta es la huella ecológica, más planetas son requeridos para satisfacer las necesidades de las personas.

El principal problema radica en que todos los estratos necesitan más de un planeta para cubrir todas las necesidades esenciales del humano, esto nos indica que existe una gran demanda de recursos, lo que conlleva a que la biocapacidad disminuya. En los últimos años los límites del planeta Tierra han sobrepasado, debido a que la

mayoría de países tienen un gran déficit que sobrepasa el límite de sustentabilidad. Ecuador es un país biodiverso, pero la falta de concientización, planificación y el desgaste de la mayoría de sus recursos, contribuyen de manera impactante a la producción de GEI, además que es un país exportador de petróleo, por lo tanto, se encuentra dentro de los países con déficit ecológico.

Para revertir estos daños se podría proponer, lo siguiente: generar indicadores macro, los cuales nos ayuden a planificar, seguir y evaluar políticas públicas que se basen en el manejo de recursos. Se puede frenar la devastación de los bosques y recursos naturales, si se toman las medidas necesarias y apresuradas, además las leyes políticas se deberían enfocar más en la conservación de recursos y en el control del crecimiento poblacional (mientras la población siga creciendo, los recursos naturales van disminuyendo, ya que cada individuo necesita de los recursos para satisfacer sus necesidades).

3.3. Grupos de huella ecológica por estratos

El análisis intrínseco para cada estrato de la huella ecológica en la Universidad Técnica de Cotopaxi se realizó mediante el uso de métodos jerárquicos, se obtuvo un dendrograma que ilustra la estructura jerárquica del conjunto de datos obtenidos a través de las encuestas:

3.3.1. Estrato Auxiliares

En primer lugar y debido a la variedad de datos se presenta el método de Ward para agrupar las características que influyen directamente en los fenómenos relacionados con la huella ecológica del estrato de auxiliares. El dendrograma del estrato de auxiliares muestra cuatro grupos (Figura 2.) identificados mediante cuadros de colores, los mismos que se detallan a continuación:

- Grupo 1: Identificado con el cuadro de color rojo (Figura 2.), pertenece al número de encuestados 10, 14, 3 y 9, (2,12 hag; 1,14 hag; 1,58 hag; 1,68 hag; respectivamente), estos 4 individuos son de género femenino con un nivel de estudio de bachiller, permitiendo evidenciar un grupo diferente a los tres grupos restantes que son de género masculino. La media de huella ecológica resultante en este grupo es de 1,63, lo que conlleva a una media

de 0,95 de planetas requeridos en una muestra del 26,67% del total del estrato auxiliares.

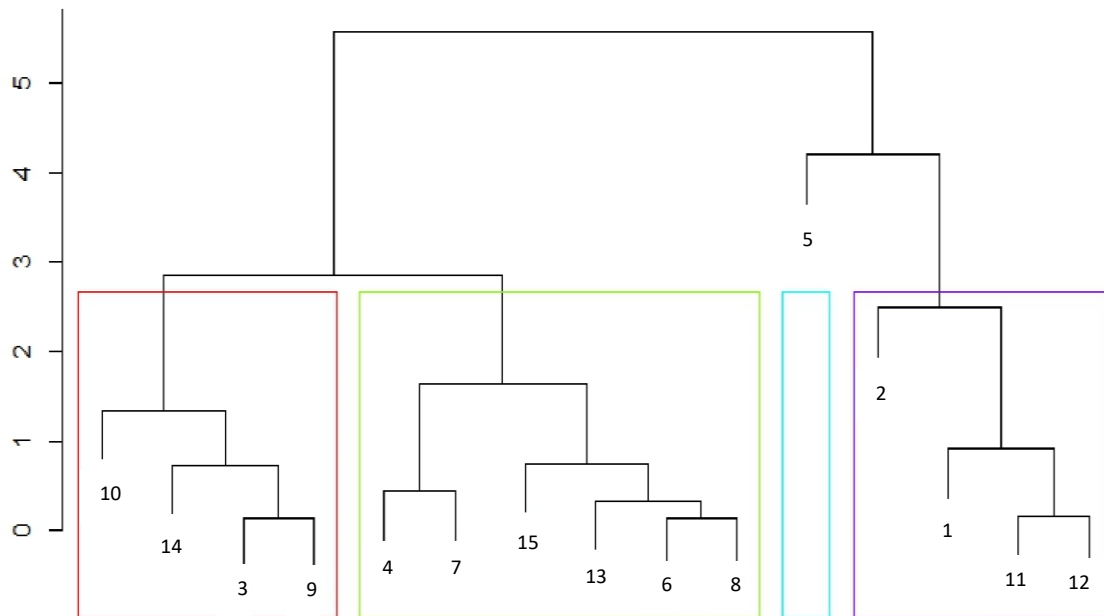
- Grupo 2: Identificado con el cuadro de color verde (Figura 2.), se ubican los encuestados números 4, 7, 15, 13, 6 y 8, este segundo grupo engloba 6 auxiliares con nivel de estudio de bachiller y género masculino en condiciones similares al grupo 4, pero con una media de 1,28 hag inferior al grupo 4 que presenta una media de 3,16 hag. La muestra del grupo 2 equivale al 40% del estrato auxiliar, siendo el grupo más grande del estrato.
- Grupo 3: Identificado con el cuadro de color celeste (Figura 2.), podemos encontrar 1 encuestado, a diferencia de los otros grupos el encuestado tienen título de tercer nivel (Lic., Ing.). Este grupo es el 6,67% del estrato y presenta una media de 3,57 hag, requiriendo 2,09 de planetas para satisfacer sus necesidades de consumo de huella ecológica. De acuerdo al resultado de la media de hag se determina que es el grupo que más consume del estrato.
- Grupo 4: Identificado con el cuadro de color morado (Figura 2.), se ubican los encuestados 2, 1, 11 y 12, este cuarto grupo, engloba a 4 auxiliares con nivel de estudios de bachiller y género masculino, pero con una media de 1,84 de planetas requeridos y una media de 3,16 hag, resultados que son superiores a las medias analizadas en el segundo grupo.

El problema que se presenta en el estrato auxiliares se basa que ha más alta la huella ecológica, más planetas son necesarios para satisfacer las necesidades de las personas, por lo tanto, se puede decir que nuestros hábitos afectan en gran medida a la sostenibilidad ambiental y la biocapacidad del planeta tierra, lo que determina que el gasto de los recursos acelera el deterioro del planeta.

La propuesta para lograr una mejor gestión ambiental de cada individuo es importante el manejo de información, la UTC al tener una facultad donde estudian y generan profesionales con directrices y conocimientos en gestión ambiental, podrían realizar campañas de concientización e información de la huella ecológica y el causante global que genera. Por otro lado, al realizar las encuestas y analizarlas en la calculadora de huella ecológica del MAATE, se observó, que el hábito principal que incrementa la huella ecológica es el uso de combustibles fósiles, de tal manera, es necesaria la concientización del uso de transporte eléctrico e híbrido

en remplazo del transporte tradicional donde el uso de los combustibles fósiles es su principal fuente de energía, los mismos que son causantes de la emisión de gases de efecto invernadero.

Figura 2. Dendograma del estrato: Auxiliares.



Elaborado: Jerez, C (2023)

3.3.2. Estrato Administrativos

En primer lugar y debido a la variedad de datos se presenta el método de Ward para agrupar las características que influyen directamente en los fenómenos relacionados con la huella ecológica del estrato de administrativos. El dendrograma del estrato de docentes muestra cuatro grupos (Figura 3.) identificados mediante cuadros de colores, los mismos que se detallan a continuación:

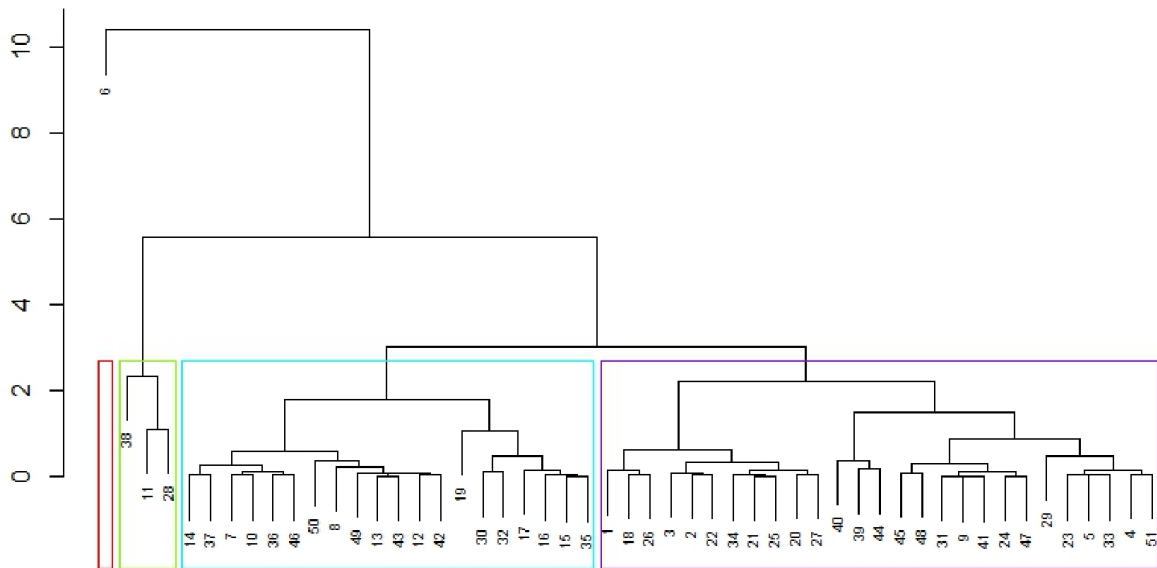
- Grupo 1: Identificado con el cuadro de color rojo (Figura 3.), pertenece al número de encuestado 6, el cual determina que este sujeto tiene la huella ecológica más alta del estrato de administrativos (24,58 hag), y, por ende, se requieren de más planetas (14,37) para satisfacer las necesidades del administrativo con referencia a los 51 encuestados restantes.
- Grupo 2: Identificado con el cuadro de color verde (Figura 3.), se ubican los encuestados números: 38, 11 y 28, este segundo grupo engloba a los 3 administrativos con niveles de estudios superiores (MSc y PhD). Además, son los 3 individuos que tienen los 3 valores más altos de huella ecológica.

- Grupo 3: Identificado con el cuadro de color celeste (Figura 3.), podemos encontrar a 20 encuestados, las cuales son hombres y tienen títulos de tercer nivel (Lic., Ing.), los mismos tienen una huella ecológica desde 0,19 hasta 2,72hag.
- Grupo 4: Identificado con el cuadro de color morado (Figura 3.), representa el grupo más numeroso, en este encontramos a 27 encuestados, de los cuales todas son mujeres, todas con un nivel de estudio de tercer nivel (Lic., Ing.), los mismos que tienen una huella ecológica desde 0,24 hasta 3,32hag.

El uso de transporte propio por el personal administrativo, es la base del problema y por lo tanto la huella ecológica de este estrato es alta. Las principales fuentes de energía para el uso de automóviles son los combustibles fósiles (extra, diésel, super), al utilizar los recursos fósiles fomenta el impacto sobre el medio ambiente, ya que, desde la extracción, transporte y su procesamiento, se generan residuos (sólidos, líquidos y gaseosos) de toda naturaleza. De todos los gases generados, el principal causante de impactos ambientales es el CO₂, ya que es el gas más abundante en el planeta Tierra y sus propiedades físicas como la irradiación de frecuencia infrarroja hacia el planeta Tierra, induce el calentamiento de océanos y aire (Ramírez & León, 2021).

Para la mitigación de este problema, primero es de suma importancia realizar charlas de como nuestros hábitos generan impactos ambientales en nuestro planeta, explicar que el uso de combustibles fósiles genera calentamiento global y socializar el significado de huella ecológica y como se mide, ya que el 84,42% de los encuestados no están asociados con el concepto y la utilidad de la huella ecológica (Anexo 3). Por otro lado, el panel de las naciones unidas planeta 5 acciones para este problema: 1) Uso de la energía de la biomasa, 2) Reforestación intensiva, 3) Uso de biochar y 4) Captura de CO₂ del aire y almacenamiento del mismo gas. Y, por último, las leyes del uso de combustibles fósiles deberían ser modificadas y socializar el uso de carros híbridos, motos eléctricas, bicicletas-scooter, entre otros (IPCC, 2019).

Figura 3. Dendrograma del estrato: Administrativos.



Elaborado: Jerez, C (2023)

3.3.3. Estrato Docentes

Mediante el uso de métodos jerárquicos se obtuvo un dendrograma que ilustra la estructura jerárquica del conjunto de datos obtenidos a través de las encuestas. En primer lugar y debido a la variedad de datos se presenta el método de Ward para agrupar las características que influyen directamente en los fenómenos relacionados con la huella ecológica del estrato de alumnos. El dendrograma del estrato de docentes muestra cuatro grupos (Figura 4.) identificados mediante cuadros de colores, los mismos que se detallan a continuación:

- Grupo 1: Identificado con el cuadro de color rojo (Figura 4.), pertenece al número de encuestados 25, 11, 31 y 49, los cuales tienen la huella ecológica más alta de este estrato (9,29hag; 7,91hag; 9,47hag; 9,5hag; respectivamente) y por ende, los individuos que más planetas requieren para satisfacer sus necesidades (5,43; 4,62; 5,54 y 5,54), esto se debe a que los 4 individuos del primer grupo de docentes tienen un nivel de estudio superior y por ende los ingresos mensuales son más altos, ya que los sueldos de los docentes depende de su nivel estudios, por lo tanto se puede decir que mientras más ganan, más gastan.
- Grupo 2: Identificado con el cuadro de color verde (Figura 4.), se ubican los encuestados números 36, 35, 45, 55, 42, 26, 56, 15, 53, 63, 39, 58, 3, 1 y 21,

este segundo grupo engloba a los 15 docentes con niveles de estudios superiores (MSc y PhD).

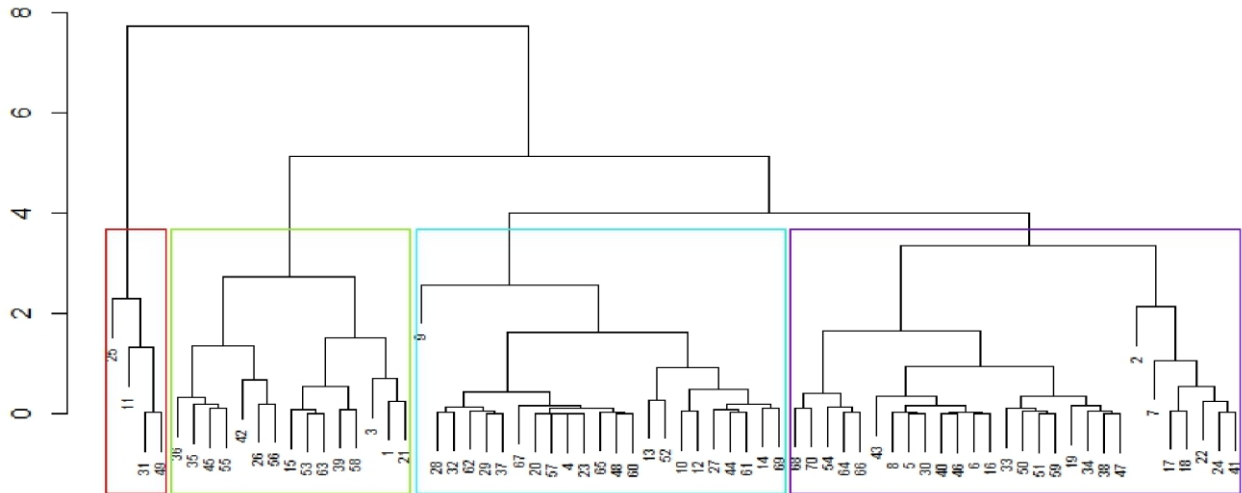
- Grupo 3: Identificado con el cuadro de color celeste (Figura 4.), podemos encontrar a 23 encuestados, las cuales son mujeres y tienen títulos de tercer nivel (Lic., Ing.), los mismos tienen una huella ecológica desde 1,41 hasta 3,22 hag.
- Grupo 4: Identificado con el cuadro de color morado (Figura 4.), representa el grupo más numeroso, el cual abarca a 28 encuestados, de los cuales 22 son hombres y 6 son mujeres, todos ellos con un nivel de estudio de tercer nivel (Lic., Ing.), los mismos que tienen una huella ecológica desde 0,56 hasta 2,46 hag.

El principal problema de este estrato es el uso de combustibles fósiles y de gas licuado de petróleo (GLP). La mayoría de encuestados del estrato docentes tienen uno o más vehículos por hogar, de tal manera que el uso de combustible fósil es más demandante a comparación de los demás estratos analizados. Cabe recalcar que el uso de GLP también es alto, debido a que la mayor parte de docentes posee un calentador de agua, calefón o secadora de ropa que funcionan a gas, esto se debe a que el gas es más convencional que la electricidad en la realidad que atraviesa nuestro país.

Una parte de los docentes mencionaron que tienen más de un medio de transporte para su movilización, refiriéndose principalmente a que en el hogar los miembros de la familia ejercen sus actividades diarias en lugares distintos y alejados, por ende, el uso de un medio de transporte por separado se hace indispensable, por otro lado, existe la necesidad de tener o adquirir un medio de transporte por vanidad, por sobresalir en sociedad o por temas muy aislados a las necesidades diarias. Por tal motivo, es necesario llamar a la concientización de las personas en buscar medios de transporte amigables con el medio ambiente y dejar a un lado el pensamiento clasista del uso del medio de transporte. Debido al avance de la tecnología, las tareas diarias en el hogar se han visto fortalecidas por equipos y máquinas que han facilitado en gran medida los quehaceres del hogar, pero estos equipos y máquinas no siempre son amigables con el medio ambiente, la solución a esta problemática

podría recaer en la utilización de cuartos de secado con el uso del sol y el viento, y así evitar el uso de GLP, electricidad y otros combustibles fósiles.

Figura 4. Dendograma del estrato: Docentes.



Elaborado: Jerez, C (2023)

3.3.4. Estrato Alumnos

Mediante el uso de métodos jerárquicos se obtuvo un dendrograma que ilustra la estructura jerárquica del conjunto de datos obtenidos a través de las encuestas. En primer lugar y debido a la variedad de datos se presenta el método de Ward para agrupar las características que influyen directamente en los fenómenos relacionados con la huella ecológica del estrato de alumnos. El dendrograma del estrato de alumnos muestra cuatro grupos (Figura 5.) identificados mediante cuadros de colores, los mismos que se detallan a continuación:

- Grupo 1: Identificado con el cuadro de color rojo (Figura 5.), pertenece al número de encuestado 27, el cual determina que este sujeto tiene la huella ecológica más alta del estrato de alumnos (46,83 hag), y, por ende, se requieren de más planetas (27,39) para satisfacer las necesidades del alumno con referencia a los 94 encuestados restantes. Resultados que se obtienen con relación al nivel socio-económico de los alumnos.
- Grupo 2: Identificado con el cuadro de color verde (Figura 5.), se ubica el encuestado número 33 (33,97 hag), el cual presenta el segundo valor más alto de huella ecológica.

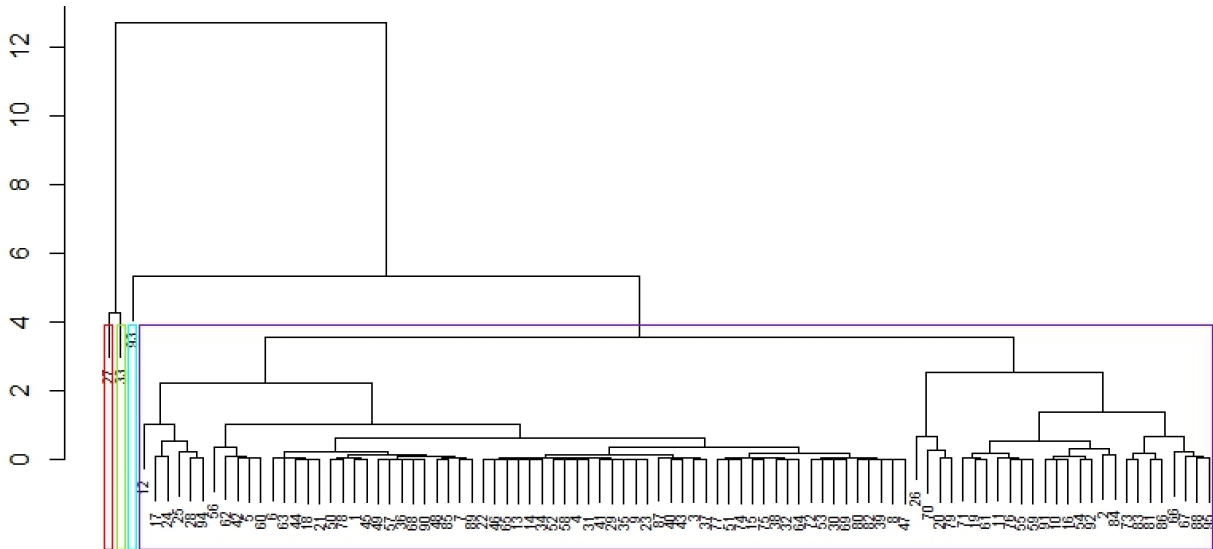
- Grupo 3: Identificado con el cuadro de color celeste (Figura 5.), podemos encontrar al encuestado número 93 (17,74 hag), este tiene el tercer valor más alto de huella ecológica.
- Grupo 4: Identificado con el cuadro de color morado (Figura 5.), representa el grupo más numeroso, el cual abarca los demás encuestados en un porcentaje aproximado al 97% que da relación a 92 encuestados, los mismos que tienen una huella ecológica desde 0,11 hasta 8,48 entre hombres y mujeres.

El problema de este estrato se basa en los tres primeros grupos que representan las huellas ecológicas más altas del estrato alumnos, cabe recalcar que los tres grupos hacen referencia a tres estudiantes que poseen la huella ecológica más alta con relación al total de los 231 encuestados. La familia de los tres estudiantes tiene como ingreso económico el uso de transporte pesado (camión, bus y tráiler), transportes que operan con un cilindraje alto, de tal manera que el consumo de combustibles fósiles es más demandante.

La media de HE de los estudiantes de Universidad Técnica Cotopaxi campus La Matriz es de 3,16 hag, Firinci et al. (2018) menciona que los estudiantes de la facultad de medicina de una Universidad de Turquía la HE es de 2,90 hag, por lo que podemos recalcar que los estudiantes de las dos entidades educativas presentan una media similar de HE.

Para el caso de los tres estudiantes analizados con relación a la HE más alta, es difícil buscar soluciones en el ámbito que se desarrollan, debido a que ellos viven de su trabajo, y por lo tanto necesitan en gran medida el uso de combustibles fósiles para el desarrollo de sus diferentes actividades.

Figura 5. Dendograma del estrato: Alumnos.



Elaborado: Jerez, C (2023)

CONCLUSIONES

Terminada la investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- En conclusión, la media de la HE personal de los auxiliares de la UTC, es de 2,03 hag, los administrativos tienen una media de 3,39 hag, los docentes una media de 3,65 hag y los alumnos tienen una media de 3,16 hag, todas estas son mayores a la HE de Ecuador (1,86 hag). Después de analizar todos los resultados de la encuesta, se puede determinar que la huella ecológica se basa en el estilo de vida que llevamos. En nuestra sociedad se tiene el pensamiento que mientras más ganas, entonces más alto es el consumo, pero en esta situación se implican varios factores: conocimientos, conciencia, respeto y valores.
- De las 231 encuestas se pudo ver que existe un amplio rango de resultados, desde 0,11 hasta 46,83 hag (Anexo 4), esto indica que en la comunidad de la UTC existen distintos modos de vida, los cuales se diferencian por: tipo de trabajo, ingresos, número de personas en la vivienda y otros más. Se pudo determinar que el mayor influyente en el total de hag es el consumo de combustible, por lo cual se puede deducir que aquellas personas que consumen más combustibles son aquellos que tienen una alta huella ecológica o mucho más consumo de hectáreas globales.

- Se logró zonificar la huella ecológica por estratos mediante dendogramas generados por el software RStudio, software que permitió en su entorno de desarrollo integrado para lenguaje de programación, obtener como resultado cuatro grupos de cada estrato a nivel estadístico, estos grupos se dividieron de acuerdo a características determinantes de género, nivel de estudios, nivel económico y actividad laboral.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda al Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), la implementación de más temas sobre las actividades humanas que generan impacto sobre el planeta y se vean reflejadas en la calculadora de huella ecológica de la aplicación en línea, como: compra de ropa, compra de electrodomésticos, baterías y el consumo de agua. Hacer un seguimiento sobre el consumo del agua es de suma importancia, debido a que es un recurso natural de vital importancia para el diario vivir y hoy en día el recurso más afectado.
- La mayor parte de la población encuestada, no tenía conocimiento sobre el concepto de huella ecológica o huella de carbono, de tal manera, se recomienda al personal de la UTC, en especial a la facultad de ambiente o personas afines, crear campañas, convenciones entre su comunidad y la socialización del uso de la calculadora de huella ecológica del MAATE, como una herramienta educativa que permita conocer y a la vez concientizar el impacto ecológico que genera cada persona en el planeta.
- Mediante el presente estudio de investigación se logró evidenciar que las personas con altos ingresos económicos (docentes y administrativos), tienen una media de hectáreas globales (hag) alta, por lo tanto, se recomienda a la Universidad Técnica de Cotopaxi, realizar eventos educativos y proyectos didácticos enfocados en el respeto ambiental, con un énfasis en la utilización de transporte amigable con el ambiente, debido a que estos dos grupos son los que más combustible fósil utilizan.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, E., Piñero, P., Amate, J., Gonzalez, M., Lassaletta, L., & Sanz, A. (2020). EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL SISTEMA AGROALIMENTARIO Y HUELLA DE CARBONO DE LA ALIMENTACIÓN EN ESPAÑA. *Real Academia de Ingeniería*. ISBN: 978-84-95662-77-4. https://www.researchgate.net/profile/Alberto-Sanz-Cobena/publication/344774813_Emisiones_de_gases_de_efecto_invernadero_en_el_sistema_agroalimentario_y_huella_de_carbono_de_la_alimentacion_en_Espana/links/5f93f1d592851c14bce1ad50/Emisiones-de-gases-de-efe
- Alvear, V. L., Torres, B., Luna, M., & Torres, A. (2020). *Percepción sobre cambio climático en cuatro comunidades orientadas a la ganadería bovina en la zona central de los Andes Ecuatorianos Perception of climate change in four communities oriented to cattle ranching in the central zone of the Ecuadorian Andes*. October. https://repositorio.ikiam.edu.ec/jspui/bitstream/RD_IKIAM/422/1/A-IKIAM-000229.pdf
- Arteaga-Alcívar, Y., Cabezas-Arellano, M., Begnini-Domínguez, L., & Salcedo-Rúales, I. (2022). Desarrollo Sostenible y Responsabilidad Social Corporativa. *Revista Científica Dominio de Las Ciencias*, 8, 867–880. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i3>
- Banco Central del Ecuador. (2019). *Información económica sector real*. <https://www.bce.fin.ec/index.php/informacioneconomica/sector-real>
- Bomba, F. (2018). *Tamaño de la muestra paso a paso*. <https://www.youtube.com/watch?v=oc8i9g144Y0%0Ahttp://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/2802>
- Bueno, S. E., Marceleño, S., Najera, O., & De Haro, R. (2019). Implementación del método de escasez en la determinación de la huella hídrica en la zona costera de San Blas, México. *SciELO*, 23(62), 45–54. <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/22487638.15796>
- Camelo-Rojas, L., Piñeros-Carranza, G., & Chaves-Bazzani, L. (2020, July). FOMENTO DE ALIMENTACIÓN LABORAL SALUDABLE EN AMÉRICA DEL SUR. *SciELO*, 23(1), 61–68.

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1817-74332020000100009&script=sci_arttext

Carmona, L. G., Rincón, M. A., Galvis, B. R., Sáenz, H. E., Manrique, R. A., & Pachón, J. E. (2016). Conciliación de inventarios top-down y bottom-up de emisiones de fuentes móviles en Bogotá, Colombia. *Tecnura*, 20(49), 59–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.3.a04%0A>

Casas, J., Repullo, J., & Donado, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos. *Atencion Primaria*, 31(8), 527–538.

Castillo-Rodríguez, Á., Castro-Chaparro, M., Gutiérrez-Malaxechebarría, & Aldana-Gaviria, C. (2018). Estimación sectorial de la huella hídrica de la ciudad de Bogotá generada en el año 2014. *Revista UIS Ingenierias*, 17(2), 19–32.

CEPAL. (2010). *Indicadores ambientales de America Latina y el Caribe*. <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/3/41253/LCG2459e.pdf>

Comisión de Brundtland. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Nota Del Secretario General. http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/C%0AMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf

Cordova, M., Carrasco, M., Padilla, P., & Garces, E. (2018). Estudio de la Huella de Carbono en Unidades Desconcentradas de Terminales Terrestres. *SciELO*, 41(1), 39–44. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-01292018000200039

Dembińska, I., Kauf, S., Thuczak, A., Szopik-Depczyńska, K., & Marzantowicz, Ł. (2022). The impact of space development structure on the level of ecological footprint - Shift share analysis for European Union countries. *Science of The Total Environmen*, 851(0048–9697). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157936>.

Domenech, J. (2009). El método compuesto de las cuentas contables (MC3): una

- alternativa para estimar la huella ecológica de empresas y organizaciones. *Sustentabilidad (Revista Digital)*, Universida.
- Duarte, C., Alonso, S., Benito, G., Dachs, J., Montes, C., Pardo, M., Rios, A., Simo, R., & Valladares, F. (2006). *Cambio global Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/01/Cambio_global.pdf
- EPMAPS. (2015). *Quito registra un alto consumo diario de litros de agua por habitante*. *Alcaldia de Quito*. <http://www.aguaquito.gob.ec/noticias/quito-registra-un-altoconsumo-%0Adiario-de-litros-de-agua-por-habitante>
- Espinel, P. (2015). Procedimiento para efectuar una Clasificación Ascendente Jerárquica de un Conjunto de Puntos utilizando el Método de Ward. *Infociencia*, 9(1), 13–18.
- Firinci, B., Gokce, A., & Pehlivan, E. (2018). *Determining ecological footprints of medicine faculty students and relevant factors*. <https://docs.google.com/a/jepe-journal.info/viewer?a=v&pid=sites&srcid=amVwZS1qb3VybmFsLmluZm98amVwZS1qb3VybmFsfGd4OjY4ZWE0OWMyNWY0ZDZlY2U>
- Global footprint network. (2016). *Accounts 2016 are out! Carbon makes up 60% of world's Ecological footprint*. National Footprint.
- Gore, A. (2006). *Una verdad incómoda*. *Bender L., Burns S, et al.*
- Grooten, M., & Petersen, T. (2020). Informe Planeta Vivo 2020: Revertir la curva de la pérdida de biodiversidad. *Fondo Mundial Para La Naturaleza*.
- Gullón Muñoz-Repiso, N. (2008). LA HUELLA ECOLÓGICA. Teoría, método y tres aplicaciones al análisis económico. In *Crítica* (Vol. 58, Issue 951). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2701780>
- Hernández, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2013). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill Education.
- INEC. (2021). *Proyección de la Población Ecuatoriana, por años calendario, según cantones 2010-2020*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>
- Instituto de Investigación Geológico y Energético. (2019). *Consumo eléctrico por habitante continúa creciendo en Ecuador*.

- <https://www.geoenergia.gob.ec/consumo-electrico-por-habitante-continua-creciendo-en-ecuador/>
- IPCC. (2014). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf
- IPCC. (2019). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change*,. <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- Khan Academy. (2015). *Curso Intensivo de ecología: 5 impacts on the environment*. 12/11/2015.
- Lermo, A. (2022). *HUELLA DE CARBONO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE BOVINA EN UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN CON ALFALFA DORMANTE, REGIÓN PUNO [UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA]*.
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5238/lermo-valle-anny-gabriela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MAATE. (2021). *Cotopaxi cuenta con su segunda Área de Protección Hídrica*. Boletín N° 467. <https://www.ambiente.gob.ec/cotopaxi-cuenta-con-su-segunda-area-de-proteccion-hidrica/>
- MAE. (2016). *Reporte de la Huella Ecológica Nacional y Sectorial del Ecuador - Año 2013*. http://huella-ecologica.ambiente.gob.ec/files/Reporte_de_la_Huella_Ecológica_del_Ecuador_2013.pdf
- Mejillón-López, M., & Ortiz-Medina, I. (2022). *EMPLEOS VERDES: ANÁLISIS CONSTITUCIONAL E INTERNACIONAL DE SU VIABILIDAD EN ECUADOR [UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL FACULTAD]*.
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/2220/1/T-ULVR-2018.PDF>
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2017). *Boletín Nro 1 Huella Ecológica del*

- Ecuador. Ministerio de Ambiente Del Ecuador.
- Ministerio de Energía y Minas. (2020). *En Ecuador, el consumo de energía eléctrica se incrementó en un 4,5% en 2019*.
<https://www.recursosyenergia.gob.ec/en-ecuador-el-consumo-de-energia-electrica-se-incremento-en-un-45-en-2019/>
- Ministerio del Ambiente. (2017). *Huella Ecológica del Ecuador. Principales avances y resultados*. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/08/Boletin-Nro.-1.-Huella-Ecologica.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2018). *MAE trabaja en programas de mitigación y adaptación para reducir emisiones de Co2 en Ecuador*. MAE.
- Ministerio del Ambiente de Ecuador. (2012). *MAE trabaja en programas de mitigación y adaptación para reducir emisiones de CO2 en Ecuador*.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Reporte de la Huella Ecológica Ecuador 2008 y 2009*.
- Naciones Unidas. (2020). Informe sobre la brecha en las emisiones del 2020. *Nairobi: Programa de Las Naciones Unidas Para El Medio Ambiente*.
- Núñez-Colín, C., & Escobedo-López, D. (2011). No Title. *Agronomía Mesoamericana*, 2(1021–7444), 415–427.
- Oña-Serrano, X., Viteri-Salazar, O., Cadillo, J., & Buenaño, X. (2022). Caracterización de los residuos sólidos urbanos y desperdicios de alimentos del Distrito Metropolitano de Quito. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 5, 1–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.46380/rias.v5.e230>
- ONU. (2015). *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*.
<https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld/publication>
- Operador Nacional de Electricidad CENACE. (2020). *En el Ecuador la demanda de energía eléctrica de abril se reduce en un 18%*.
<http://www.cenace.gob.ec/en-el-ecuador-la-demanda-de-energia-electrica-de-abril-se-reduce-en-un-18/>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232.

<https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

- Piña, C. E. (2019). Cambio climático, inseguridad alimentaria y obesidad infantil. *SCielo*, 45(3). <https://www.scielosp.org/article/rcsp/2019.v45n3/e1964/>
- Piñero, P., Aguilera, E., Infante, J., & Sanz, A. (2019). Input-Output Multi-Regional vs. Análisis de Ciclo de Vida para el cálculo de la huella de carbono de la alimentación española. *VII Workshop Remedia*, 1. <https://oa.upm.es/64866/>
- Prado, A., & Manzano, P. (2020). *La ganadería y su contribución al cambio climático* [University of Helsinki]. <https://bit.ly/3wZopwo>
- Ramírez, S., & León, G. (2021). Implicancias laborales y ambientales en la actividad acuícola en la Región Tumbes –Perú, 2017. *Polo Del Conocimiento*, 6(9), 963–983. <https://doi.org/0.23857/pc.v6i9>
- Reyes, B. (2012). Mathis Wackernagel y William Rees, Nuestra Huella Ecológica: Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra. *Polis Revista Latinoamericana*, 207.
- Tigamasa Paredes, K. P. (2022). Contribución de las emisiones de gas metano producidas por el ganado bovino al cambio climático. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 5, 1–6. <https://doi.org/https://doi.org/10.46380/rias.v5.e215>
- Villardón, J. (2007). *Introducción al análisis de cluster*. https://campusvirtual.ull.es/ocw/pluginfile.php/14406/mod_resource/content/9/clustering-jerarquico.pdf?forcedownload=1
- Wackernagel, M., & Rees, W. (1997). Ecological Footprint of Nations: How much nature do they use, How much nature do they have? *Centro de Estudios Para La Sustentabilidad de México*.
- Wackernagel, M., & Rees, W. (2001). Nuestra Huella Ecológica: reduciendo el impacto humano sobre la Tierra. *LOM Ediciones*.
- WWF. (2022). *El informe del IPCC destaca la necesidad urgente de escalar las soluciones climáticas para afrontar el aumento de las emisiones*. <https://www.wwf.org.ec/?376053/IPCCmitigacion>

ANEXOS

Anexo 1. Encuestas realizadas personalmente en el campus La Matriz – UTC



Anexo 2. Formato de la encuesta según la calculadora de huella ecológica del maate

HOJA #1

CORREO				NOMBRE	
CONOCE EL SIGNIFICADO DE HUELLA DE CARBONO O HUELLA ECOLÓGICA? SI SU RESPUESTA ES SI, DETALLE EL SIGNIFICADO					
NIVEL DE ESTUDIOS		GENERO			

	AL MES			A LA SEMANA							AL DIA			NO CONSUME
	1M	2M	3M	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	1V	2V	3V	
LECHE (250mL) 1 vaso														
YOGURT (200mL) 1 vaso														
QUESO (40gr) dos porciones														
TUBERCULOS: PAPA, YUCA, REMOLACHA, ETC														
LEGUMBRES: ARVEJA, FREJOL, HABAS, ETC														
VERDURAS: CEBOLLA, AJO, LECHUGA, ETC														
FRUTAS: PERA, MANZANA, UVAS, ETC														
CEREALES: ARROZ, MAIZ, TRIGO, ETC														
HUEVOS DE GALLINA: 1 UNIDAD														
POLLO-PAVO: 200gr (1 presa)														
CARNE DE RES, CERDO O CORDERO: 120gr (1 filete)														
CARNE PROCESADA: 136gr (2 salchichas)														
PESCADO: 100gr (1 filete)														
PESCADOS Y/O MARISCOS EN ACEITE: 100gr (1 lata pequeña)														
CRUSTACEOS: 100gr (9 camarones)														
ACEITES Y GRASAS: 20mL (2 cucharadas)														

NUMERO DE PERSONAS EN SU HOGAR	
CUANTO PAGA MENSUAL DE ELECTRICIDAD?	
CUANTOS CILINDROS DE GAS OCUPA AL MES?	
TIENE VEHICULO PROPIO?	
NUMERO DE VEHICULOS QUE TIENEN EN SU HOGAR	

HOJA #2

DE ACUERDO AL TIPO DE COMBUSTIBLE QUE USAS, CUANTO GASTAS AL MES?	
DIESEL (USD)	
EXTRA (USD)	
SUPER (USD)	
ECOPAIS (USD)	

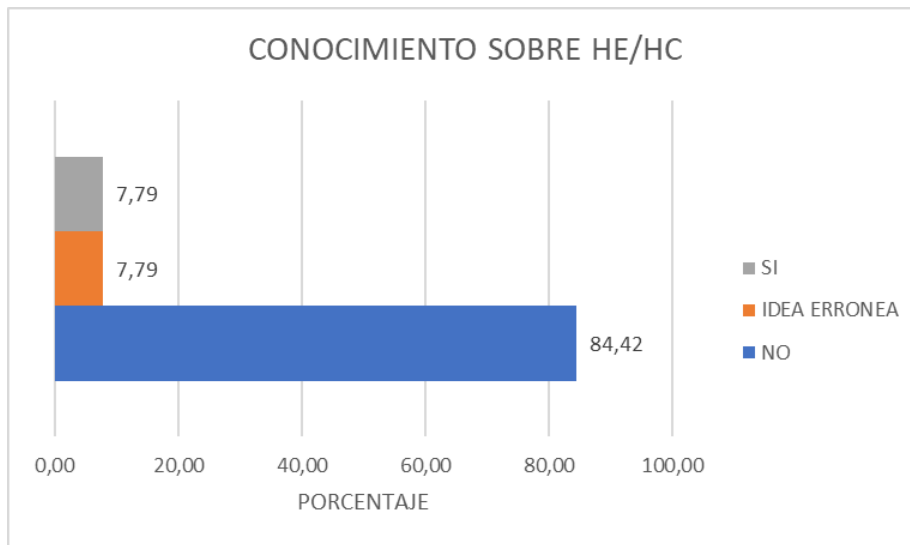
EL ANTERIOR AÑO COMPRO ALGUN PRODUCTO DE MADERA?	SI	NO

CUANTOS PRODUCTOS DE MADERA ADQUIRIÓ?	CANTIDAD
MESA DE CENTRO	
COMEDOR	
DORMITORIO	
VELADOR	
SILLAS	

CUANTAS RESMAS DE PAPEL CONSUMIO EL ANTERIOR AÑO?	<1	1 a 2	3 a 4	>5	NO CONSUMIÓ

INDIQUE CON QUE FRECUENCIA COMPRO LIBROS, REVISTAS O PERIODICOS EN SU HOGAR EL AÑO ANTERIOR?	
NO COMPRÓ LIBROS	
MENOS DE UNA AL MES	
1 a 2 VECES AL MES	
3 a 4 VECES AL MES	
5 Y MAS VECES AL MES	

Anexo 3. Resultados de la pregunta: ¿conoce usted el concepto de huella ecológica o huella de carbono?



Anexo 4. Resultado total de todos los encuestados

