

# Variación de la Huella ecológica de los estudiantes de Ingeniería Ambiental de la Universidad Andina del Cusco durante la pandemia del COVID-19

## *Variation of the ecological footprint of environmental engineering students from the Universidad Andina del Cusco during the COVID-19 pandemic*

 Karen Garces <sup>1</sup>✉, Jannette Delgado<sup>1</sup>, Rolando Lozano<sup>2</sup>, Elvis Yuri Mamani<sup>3</sup>, Ed Gutiérrez<sup>3</sup>, Anahí Najar<sup>4</sup>, Alexei Reynaga<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Andina del Cusco, Perú.

<sup>2</sup> Departamento de Física, Química y Matemática. Universidad Andina del Cusco, Perú.

<sup>3</sup> Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Universidad Andina del Cusco, Perú.

<sup>4</sup> Escuela Profesional de Turismo. Universidad Andina del Cusco, Perú.

<sup>5</sup> Escuela de Posgrado. Universidad Andina del Cusco, Perú.

✉ [kgarces@uandina.edu.pe](mailto:kgarces@uandina.edu.pe);  : <https://orcid.org/0000-0003-1694-3794>

### Resumen

Se determinó la variación de la huella ecológica (HE) per cápita de los estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Andina del Cusco en dos escenarios diferentes: antes de la pandemia y durante la pandemia del COVID-19; para lo cual se adaptó un cuestionario utilizado internacionalmente para la determinación de la HE de estudiantes universitarios. La cuantificación se realizó considerando cuatro secciones: alimentos, transporte, energía y recursos forestales. Los resultados obtenidos demuestran una disminución de la HE entre los dos escenarios de 0,207 hag, la reducción más significativa fue en la sección transportes 0,185 hag, seguida de la sección de alimentos 0,022 hag; en la sección forestal la reducción fue mínima 0,002 hag y en la sección energía se obtuvo un aumento de la HE de 0,002 hag. Los resultados del presente estudio demuestran en términos de huella ecológica la variación de los hábitos de consumo de los estudiantes universitarios por la declaratoria de emergencia sanitaria que afronta el país, variación que se traduce en un estilo de vida más sostenible.

**Palabras clave:** Sostenibilidad, Variación, Huella ecológica, Covid-19

### Abstract

The variation of the ecology footprint per capita (FP) of the students of the professional school of Environmental Engineering of the Universidad Andina del Cusco was determined in two different scenarios: before the pandemic and during the COVID-19 pandemic; For this, a questionnaire used internationally for the determination of the HE of university students was adapted, the quantification was carried out considering four sections: Food, transport, energy and forest resources. The results obtained show a decrease in the HE between the two scenarios of 0,207 hag, the most significant reduction was in the transport section 0,185 hag, followed by the food section 0,022 hag, in the forest section the reduction was minimal 0,002 hag and in the energy section obtained an increase in HE of 0,002 hag. The results of the present study demonstrate in terms of ecological footprint the variation in the consumption habits of university students due to the declaration of a health emergency faced by the country, a variation that translates into a more sustainable lifestyle.

**Keywords:** Sustainability, Variation, Ecological footprint, Covid-19

**Citar como:** Garces, K. Delgado, J. Lozano, R. Mamani, EY. Cutiérrez, E. Najar, A. Reynaga, A. (2020). *Variación de la Huella ecológica de los estudiantes de Ingeniería Ambiental de la Universidad Andina del Cusco durante la pandemia del COVID-19*. Rev Yachay, 9 (1),548-562.

**DOI:** <https://10.36881/yachay.v9i01.251>

**Recibido:** 15-05-2020; **Aceptado:** 20-06-2020; **Publicado:** 07-12-2020

## Introducción

La pérdida continua de la estabilidad ecológica en el planeta a consecuencia de las costumbres humanas adquiridas durante su evolución, se manifiestan con la modificación en la homeostasis del planeta, como el cambio climático, poniendo en discusión la fragilidad de los humanos para enfrentar estos diversos cambios. Por otro lado, el crecimiento poblacional trae consigo la ocupación de territorios que anteriormente estaban ocupados por bosques, praderas, desiertos, cerros y otros espacios, con un consumo masivo de alimentos y materiales muchas veces traídos de otros lugares. Problemas como la pandemia del COVID-19, ponen en discusión los procesos de producción, consumo y eliminación de desechos, los cuales nos permiten evaluar el estado actual del nivel de huella ecológica, en comparación de estos procesos antes de la ocurrencia del hecho. Además de las preocupantes noticias acerca del impacto directo del COVID-19 sobre los humanos, también han surgido información sobre cómo el medio ambiente parece beneficiarse de esta situación, medidas como el aislamiento social y la reducida movilidad de las personas han hecho que muchas de nuestras actividades habituales se detengan, con sus respectivos impactos positivos en el aire, el agua y la biodiversidad, entre otras (Zambrano-Monserrate et al., 2020).

El concepto de huella ecológica fue introducido en 1995 por W. Rees y M. Wackernagel que se define como “la superficie de territorio ecológicamente productiva necesaria para generar los recursos utilizados y asimilar los residuos producidos por una población definida, con un nivel de vida determinado” (Tobasura Acuña, 2008). Se trata, de una herramienta de cuantificación ecológica que utiliza áreas de terreno como unidad de medida (Martella et al., 2012; Leiva-Mas et al., 2011).

La huella ecológica está conformada por la suma de diferentes categorías de consumo:

- i. Área para la agricultura, necesaria para la producción de verduras, frutas, semillas entre otros.
- ii. Área de pastoreo requerida para la alimentación de ganado para producir carnes rojas, leche, derivados lácteos, huevos y otros productos de origen animal.
- iii. Área de bosque, necesario para la producción papel y madera.
- iv. Área de mar productivo para la producción de pescados y mariscos.
- v. Área de captación de CO<sub>2</sub> o superficie de bosque que actúan como sumideros de emisiones de carbono generadas por el uso de combustibles fósiles para la producción de bienes y servicios, transporte y generación de energía.
- vi. Área para Infraestructura necesaria para las construcciones de viviendas, centros de producción, transportes, zonas de esparcimiento y recreación.

Sin embargo, estas categorías de consumo no pueden sumarse directamente, cada tipo de área posee una productividad diferente; así, por ejemplo, las áreas destinadas a la agricultura poseen un mayor rendimiento de biomasa por hectárea de suelo que las áreas destinadas al pastoreo. Por lo tanto, la metodología para el cálculo de la huella ecológica utiliza factores de equivalencia que se presentan en la Tabla 1 para homogenizar las diferentes áreas por categorías de consumo a partir de una unidad común conocida como hectárea global (Hag). (Ibarra-Cisneros & Monroy-Ata, 2014; Wiedmann & Barrett, 2010; Suárez & Guerrero, 2014),

Tabla 1

*Factores de equivalencia para homogenización de áreas de consumo en términos de hectáreas globales (Hag)*

<b>Categorías de terreno productivo</b>	<b>Factor de equivalencia (f)</b>
Cultivos	2,39
Pastos	0,51
Bosques	1,24
Mar productivo	0,41
Superficie artificada	2,39
Área de captación de carbono	1,24

Fuente:(Ibarra-Cisneros & Monroy-Ata, 2014)

La Universidad Andina del Cusco, en su sede principal, cuenta con 16 escuelas profesionales, el ambiente estudiantil se desarrolla en una superficie de 10 hectáreas de espacio físico en todo el campus, la misma que cuenta con establecimientos tanto en el interior como en el exterior de sus instalaciones donde los estudiantes pueden satisfacer sus necesidades de alimentación, para el transporte se utiliza

transporte público colectivo y taxi, además de vehículos particulares de propiedad de los estudiantes. El presente estudio busca determinar la variación de la huella ecológica (HE) de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Andina del Cusco durante la pandemia del COVID 19 que obligó a virtualizar las clases presenciales, lo que originó una variación en los hábitos de consumo de los estudiantes; por ende, una variación en su huella ecológica.

### Materiales y métodos

Para la determinación de la HE existen diversas calculadoras electrónicas como por ejemplo *Global Footprint Network*, *Vida sostenible*, *libélula*, entre otras; sin embargo, estas no consideran el estilo de vida y los patrones de consumo de los estudiantes universitarios cusqueños, por ello para el presente estudio se adaptó el cuestionario desarrollado por Ibarra y Monroy en 2014 en su estudio “Cuestionario para calcular la Huella Ecológica de estudiantes universitarios mexicanos y su aplicación en el Campus Zaragoza de la Universidad Nacional”.

El cuestionario adaptado fue aplicado a los estudiantes del VII, VIII, IX y X de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Andina del Cusco en dos escenarios distintos:

Escenario 1: antes de la pandemia correspondiente al semestre 2019-II

Escenario 2: durante la pandemia del Covid 19 correspondiente al semestre 2020-I

La metodología general para la determinación de la huella ecológica en los dos escenarios propuestos parte de los siguientes hechos fundamentales:

Primero: Es posible contabilizar físicamente (kilogramos o gramos) los recursos que consume una determinada población o individuo en un espacio de tiempo determinado (Südaş & Özeltürkay, 2015; Wiedmann & Barrett, 2010; Zhao et al., 2005).

En el cuestionario se tomó como referencia una ración de 200 gramos, cantidad que consume en promedio una persona a la semana; sin embargo, una persona puede comer menos o más de lo indicado, de allí su utilización de esta cantidad como referente para obtener las porciones en la sección de alimentos (Wackernagel, 2001 e Ibarra-Cisneros & Monroy-Ata, 2014).

Segundo: Estos recursos que se consumen se pueden traducir en áreas biológicamente productivas (hectáreas) para ello se divide el consumo per cápita de cada producto por el rendimiento mundial anual obtenidos de la FAO (kg/ha), el resultado de esta división es el número de hectáreas que utiliza cada individuo, las cuales se transforman a hectáreas globales utilizando los factores de equivalencia, la ecuación que describe este enunciado se presenta a continuación: ( Tobasura Acuña, 2008; Wackernagel, 2001; Zhao et al., 2005)

$$HE_i = \frac{C_i}{P_i} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

HE<sub>i</sub>= es la huella ecológica asociada al consumo del producto (i) expresada en unidades de superficie

C<sub>i</sub>= es el consumo per cápita del producto (i) expresado en unidades de peso

P<sub>i</sub>= es el rendimiento anual medio expresado en kilogramos por hectárea (kg/ha)

El resultado obtenido en la ecuación *q* se transforma a hectáreas globales multiplicando por el factor correspondiente de acuerdo a las categorías de la Tabla 1.

$$HE (hag) = HE_i * f \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

HE= es la huella ecológica per cápita en hectáreas de territorio productivo global (hag)

*f*= factor de equivalencia

El cuestionario adaptado fue aplicado de manera virtual, para lo cual se utilizaron los formularios de google, el cual permite que el cuestionario sea llenado una sola vez y acceder a este mediante el correo institucional de los estudiantes; consta de 30 preguntas cerradas de opción múltiple, clasificadas y distribuidas en cuatro secciones: alimentos, transporte, energía y recursos forestales. Cada una de las

respuestas del cuestionario cuenta con una superficie asignada en hectáreas globales (hag), las cuales al finalizar cada sección son sumadas y multiplicadas por su factor de equivalencia, para finalmente ser divididas por la población estudiantil a la cual se le aplicó el cuestionario obteniendo la huella ecológica “per cápita” de los estudiantes en hectáreas globales.

Los datos obtenidos en la encuesta virtual fueron procesados empleando Microsoft Excel 2016, creando una base de datos que contenía la información de los estudiantes, como semestre académico y sus opciones de respuesta de cada una de las preguntas realizadas, divididas en cuatro columnas: HE de alimentación, HE de transporte, HE de energía y HE forestal y una columna que registró la suma de las anteriores, es decir, la HE total.

## Resultados

El total de estudiantes que efectuaron los cuestionarios virtuales en los dos escenarios descritos asciende a 152, el mayor porcentaje de estudiantes corresponde al séptimo semestre.

En la figura 1 se presenta la variación en los consumos de alimentos en los dos escenarios analizados expresados en hectáreas globales, del análisis la principal diferencia es la porción de ingesta de frutas y verduras; en el primer escenario el 7,9% consumía menos de una ración diaria; mientras que, para el escenario 2 el consumo de porciones de 1 a 2 veces por semana incrementa a 27,6 % lo que se traduce en un incremento de la HE de 0,00077 hag. Otra variación significativa en la sección alimentos está relacionado con el consumo de papitas fritas y otros snacks, los cuales para el escenario 2 disminuyeron en un 28%, el consumo de tequeños en un 10% y el consumo de empanadas presentó una disminución significativa del 40%, siendo estos últimos los de mayor consumo entre los estudiantes universitarios. Estas variaciones representan una disminución de la HE de 0,015 hag.

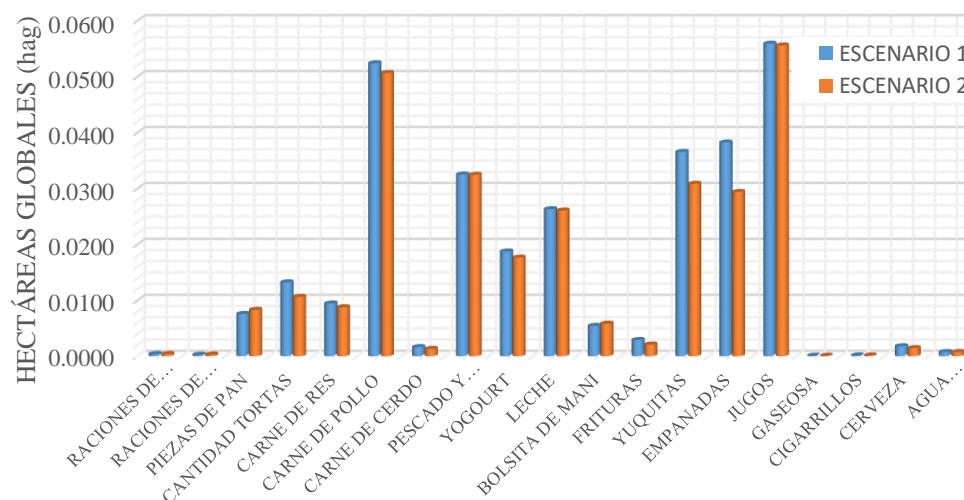


Figura 1: Variación de los hábitos de consumo de los estudiantes

Referente a la sección de Transportes, la cual considera la HE de los estudiantes adquirida por los desplazamientos<sup>1</sup> de sus viviendas a la universidad, así como viajes de estudio; fue la sección que presentó mayor variación para los dos escenarios analizados. En la figura 2 se presentan los resultados de los kilómetros recorridos en el transporte urbano en los dos escenarios, el cual es utilizado por el 86,2 % de los estudiantes de la población de estudio, del análisis se obtuvo una disminución de la HE durante la pandemia de 0,021 hag. Por otro lado, del análisis del recorrido aéreo para los dos escenarios se encontró que menos del 40% de la población de estudio realiza viajes

<sup>1</sup> Se consideran recorridos de ida y vuelta

aéreos, durante la pandemia, el uso de este medio de transporte disminuyó considerablemente representado una variación de la HE de 0,13 hag.

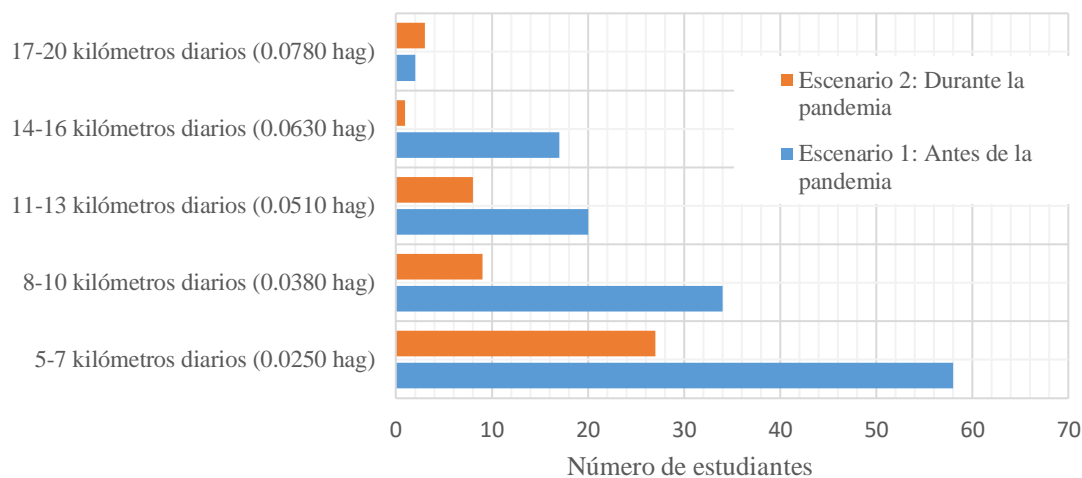


Figura 2: Variación del recorrido en transporte colectivo urbano

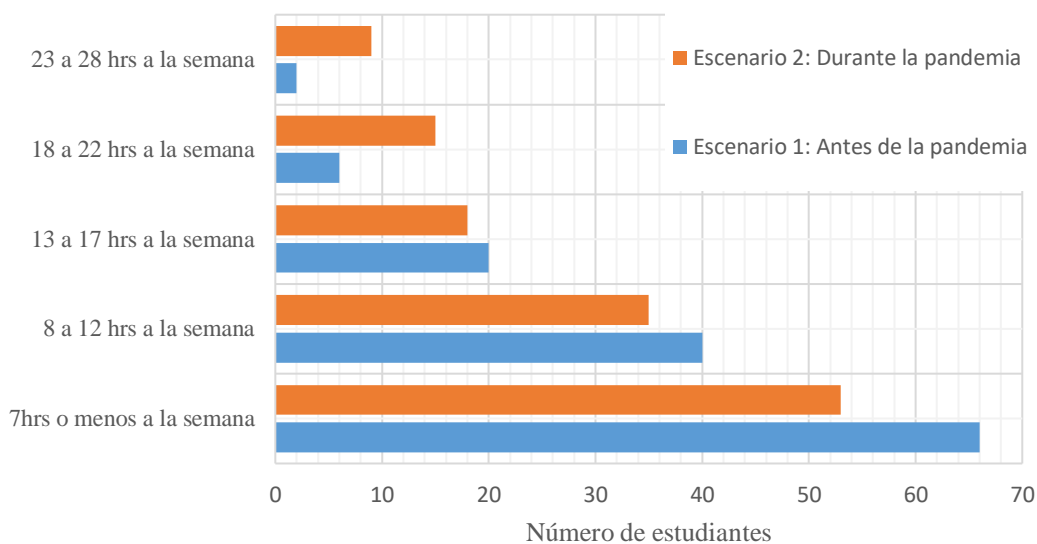


Figura 3: Tiempo de uso de televisores

En la figura 4 se observa la categoría de HE forestal, la cual corresponde al uso de libretas<sup>2</sup>, siendo de uso constante entre 2 a 3 libretas por semestre en los dos escenarios analizados, la misma que corresponde a una mayor cantidad de estudiantes encuestados, asimismo se

<sup>2</sup> \*Se consideran una libreta el equivalente a 100 hojas de papel bond

observa una disminución en el uso de entre 5 a 7 libretas por semestre, lo que se traduce a una disminución de la HE per cápita para esta categoría de 0,002 hag.

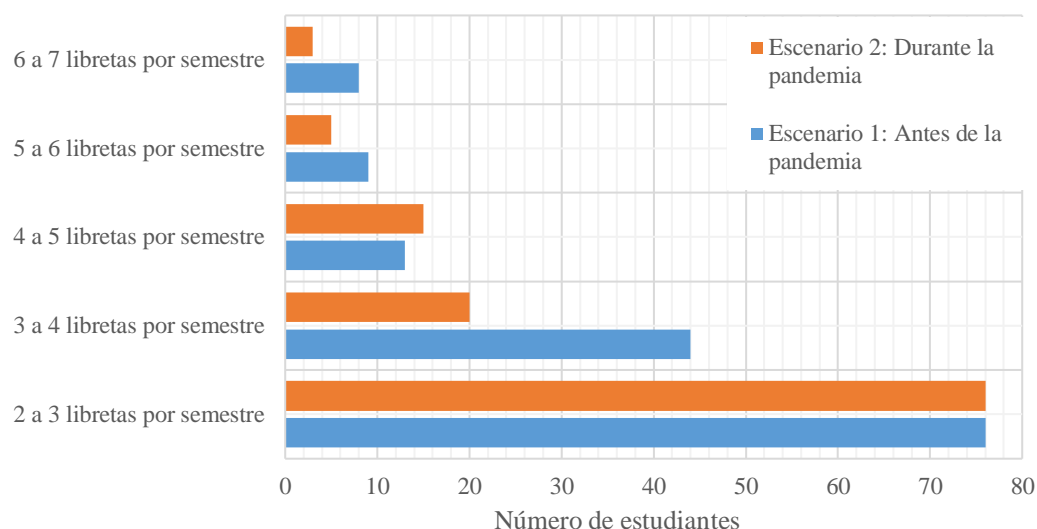


Figura 4: Uso de libretas/cuadernos

## Resultados

En la tabla 2 se presenta la HE per cápita total de los estudiantes para los dos escenarios analizados, en la cual se observa la HE per cápita total para el escenario 1 (antes de la pandemia) de 1,387 hag y para el escenario 2 (durante la pandemia) de 1,180 hag, lo que representa una variación de 0,207 hag que representa el cambio de los hábitos de consumo que generó el estado de emergencia en nuestro país.

Tabla 2

Resultados generales de la determinación de la huella ecológica en los estudiantes de Ingeniería Ambiental de la Universidad Andina del Cusco

Secciones consideradas para el cálculo de la he per cápita	Escenario 1 hag/estudiante	Escenario 2 hag/estudiante	Variación (Esc.1 – Esc. 2) hag/estudiante
Sección A: alimentos	0,304	0,282	0,022
Sección B: transporte	0,526	0,341	0,185
Sección C: energía	0,534	0,536	- 0,002
Sección D: forestal	0,008	0,006	0,002
Infraestructura (10 ha - f 2.39)	0,016	0,016	----
<b>TOTAL HE</b>	<b>1,387</b>	<b>1,180</b>	<b>0,207</b>

Del análisis de las secciones, la mayor variación se presentó en la sección transportes con 0,185 hag, en términos ambientales esto se traduce en una disminución de las emisiones atmosféricas producto de los procesos de combustión de los medios de transporte, resultado que concuerda con la investigación de Zambrano-Monserrate *et al.* (2020) quienes mediante imágenes satelitales espacio temporales demostraron una mejora de la calidad del aire en China, EEUU, Italia y Francia durante la pandemia del Covid-19.

Por otro lado, los resultados obtenidos para los dos escenarios analizados reflejan un estilo de vida sustentable considerando como 1,80 hag el umbral de sostenibilidad a nivel mundial (SINIA, 2017). Ibarra-Cisneros & Monroy-Ata (2014) determinaron que la huella ecológica de los estudiantes universitarios del campus de Zaragoza-México también está dentro del límite de sostenibilidad con un índice de 1,48 hag, contrario al obtenido por Raj *et al.*, 2012, en su estudio para la determinación de huella ecológica con estudiantes universitarios de una ciudad india encontraron que este estaba en 5,8 hag lo que significa que para el estilo de vida de los estudiantes de esta universidad se requieren 2,9 planetas.

## Conclusiones

Se determinó la variación de la huella ecológica antes y durante la pandemia del COVID-19, obteniendo una diferencia entre los dos escenarios de 0,207 hag.

En las categorías analizadas para la determinación de la huella ecológica la mayor diferencia se observó en la sección transporte, siendo esta de 0,185 hag, seguida de la sección alimentos con una variación de 0,022 hag.







La variación en la huella ecológica en las secciones energía y forestal fue de -0,002 hag y 0,002 hag respectivamente.

Los resultados obtenidos demuestran que la cuarentena obligatoria ordenada por el gobierno peruano modificó los hábitos de consumo de los estudiantes de Ingeniería Ambiental de la Universidad Andina del Cusco, reduciendo su huella ecológica.

**Contribución de autoría:** JBC, diseñó el estudio, recolectó los datos, realizó los análisis estadísticos y elaboró la redacción del manuscrito.

**Declaración de conflicto de interés:** El autor declara no haber recibido financiamiento para la realización del artículo y no tener ningún conflicto de interés económico, institucional, laboral o personal.

## ORCID

-  Jannette Delgado: <https://orcid.org/0000-0002-1087-476X> ;  Rolando Lozano: <https://orcid.org/0000-0001-7619-2107>  
 Elvis Yuri Mamani: <https://orcid.org/0000-0001-6139-0960> ;  Ed Gutiérrez: <https://orcid.org/0000-0002-3510-5043>  
 Anahí Najjar: <https://orcid.org/0000-0003-2028-2909> ;  Alexei Reynaga: <https://orcid.org/0000-0001-7444-4681>

## Referencias bibliográficas

- Carabelli, F. A., Forti, L. L., & Baroli, C. A. (s. f.). La huella ecológica aplicada al análisis de la relación hombre-naturaleza en comunidades de pequeña y mediana escala socioeconómica en Patagonia. 6.
- Huella Ecológica en el Perú | SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental. (s. f.). Recuperado 10 de mayo de 2020, de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/huella-ecologica-peru>
- Ibarra-Cisneros, J. M., & Monroy-Ata, A. (2014). Cuestionario para calcular la Huella Ecológica de estudiantes universitarios mexicanos y su aplicación en el Campus Zaragoza de la Universidad Nacional. TIP, 17(2), 147-154. [https://doi.org/10.1016/S1405-888X\(14\)72089-3](https://doi.org/10.1016/S1405-888X(14)72089-3)
- Leiva-Mas, J., Rodríguez-Rico, I., & Quintana-Pérez, C. (2011). CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS. Tecnología Química, XXXI(1), 47-52.
- Martella, M. B., Trumper, E., Bellis, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G., & Gleiser, R. M. (2012). Manual de Ecología. Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. Reduca (Biología), 5(1), 31.
- Raj, S., Goel, S., Sharma, M., & Singh, A. (2012). Ecological footprint score in university students of an Indian city. Journal of Environmental and Occupational Science, 1(1), 23. <https://doi.org/10.5455/jeos.20120610031942>
- Suárez, E. A. A., & Guerrero, Y. Q. (2014). PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA) ENCAMINADO HACIA UNA GESTIÓN SOSTENIBLE: CASO DE ESTUDIO INSTITUTO MIGUEL SÁNCHEZ HINESTROZA (I.M.S.H) [Tesis]. Universidad Industrial de Santander.
- Südaş, H. D., & Özeltürkay, E. Y. (2015). Analyzing the Thoughts of Ecological Footprints of University Students: A Preliminary Research on Turkish Students. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 175, 176-184. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.1189>
- Tobasura Acuña, I. (2008). HUELLA ECOLÓGICA Y BIOCAPACIDAD: INDICADORES BIOFÍSICOS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL. El caso de Manizales, Colombia. Luna Azul, 26, 18. <https://doi.org/10.17151/luaz.2008.26.8>
- Wackernagel, M. (2001). Nuestra huella ecológica: Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra. Lom Ediciones.
- Wiedmann, T., & Barrett, J. (2010). A Review of the Ecological Footprint Indicator—Perceptions and Methods. Sustainability, 2(6), 1645-1693. <https://doi.org/10.3390/su2061645>
- Zambrano-Monserrate, M. A., Ruano, M. A., & Sanchez-Alcalde, L. (2020). Indirect effects of COVID-19 on the environment. Science of The Total Environment, 728, 138813. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138813>
- Zhao, S., Li, Z., & Li, W. (2005). A modified method of ecological footprint calculation and its application. Ecological Modelling, 185(1), 65-75. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2004.11.016>