

Estimación de la huella ecológica en la producción de café pergamino. Caso de los caficultores de la cooperativa agraria cafetalera La Prosperidad de Chirinos

Estimation of the ecological footprint in the production of parchment coffee. Case of the coffee growers of the agricultural coffee cooperative La Prosperidad de Chirinos

Recibido: enero 07 de 2022 | Revisado: mayo 10 de 2022 | Aceptado: mayo 15 de 2022

LEONARDO DANTE ACUÑA DELGADO¹
JULIÁN CCASANI ALLENDE²

RESUMEN

Cajamarca es uno de los principales productores de café que abarcó una superficie cosechada de 64,908 hectáreas en el año 2019. Los socios y/o productores de la Cooperativa Agraria Cafetalera La Prosperidad se basan, prácticamente, en la producción de café pergamino seco que desempeña un papel importante en su economía. Además, los cultivos de café poseen influencia ecológica y cultural. La huella ecológica es un indicador de sostenibilidad que trata de medir el impacto que nuestra vida tiene sobre el entorno y el índice complementario a la huella ecológica es la biocapacidad. La huella de carbono se calculó mediante el programa Cero CO₂ que dio como resultado 0.060 kg CO₂ eq / hab. La estimación de la huella ecológica y la biocapacidad en el año 2021 fue de 0.0678 hag/hab y 0.0862 hag/hab respectivamente y su déficit ecológico de 0.0184 hag/hab. El resultado de déficit resultó positivo, lo cual indica que el uso de tierra va hacia el camino de la sostenibilidad ambiental.

Palabras clave: cultivos de café, huella ecológica, huella de carbono, biocapacidad, déficit ecológico, sostenibilidad

ABSTRACT

Cajamarca is one of the main coffee producers that covered a harvested area of 64,908 hectares in 2019. The partners and / or producers of the Cooperativa Agraria Cafetalera La Prosperidad are practically based on the production of dry parchment coffee, which performs an important role in their economy. In addition, coffee crops have ecological and cultural influence. The ecological footprint is a sustainability indicator that tries to measure the impact that our life has on the environment and the complementary index to the ecological footprint is biocapacity. The carbon footprint was calculated using the Zero CO₂ program that resulted in 0.060 kg CO₂eq/hab. The estimate of the ecological footprint and biocapacity in 2021 was 0.0678 hag / hab and 0.0862 hag/hab respectively and its ecological deficit of 0.0184 hag/hab. The deficit result was positive, which indicates that the use of land is on the path of environmental sustainability.

Keywords: coffee crops, ecological footprint, carbon footprint, bio capacity, ecological deficit, sustainability

¹ Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV) - Ingeniería Agroindustrial, Lima, Perú.

² Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV) - Ingeniería Industrial, Lima, Perú.

Autor para correspondencia E-mail:
dante15leo@gmail.com

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Campus de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de San Martín de Porres. Este artículo se distribuye en los términos de la Licencia Creative Commons Atribución No-comercial – Compartir-Igual 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio siempre que la obra original sea debidamente citada. Para uso comercial contactar a: revistacampus@usmp.pe.

<https://doi.org/10.24265/campus.2022.v27n33.01>

Introducción

En la actualidad, el factor agrícola es uno de los principales motores de desarrollo del país y es también una de las actividades que genera más ingresos como también impactos al ambiente. Según Gandini et al., (2020): “El ambiente es el conjunto de circunstancias físicas, culturales, económicas, sociales, etc., que rodean a las personas” (p.2).

Cajamarca es una región de Perú que posee un buen desempeño en la agricultura y en la ganadería cuenta con una superficie cosechada de 64,908 hectáreas de café (Ministerio del Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2019) que equivale al 14.81% a nivel nacional. En el distrito de Chirinos, provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, la producción de café es muy importante para los pequeños agricultores que viven en los caseríos cercanos a la ciudad. Allí, también se encuentran cooperativas y asociaciones de productores cafetaleros y apicultores.

Los problemas que se han generado en la atmósfera y el medio con la producción en masa y generación de residuos sólidos, residuos líquidos afectan la calidad del agua, contaminación de suelos, etc. La suma de todos estos factores provoca daños al medio ambiente siendo parte del calentamiento global. Un método para la estimación del impacto generado por las actividades humanas en relación de superficie para la producción es la huella ecológica (HE).

Si se representan las demandas humanas con la huella ecológica, entonces estas pueden compararse con la capacidad biológica (representando los suministros

ecológicos) de una región o del mundo. Cuando las demandas humanas exceden los suministros ecológicos, disminuye el capital natural (del cual dependen las generaciones actuales y futuras). A esta situación, se le llama “sobrecarga” o déficit ecológico mundial (Martínez, 2007, p. 3).

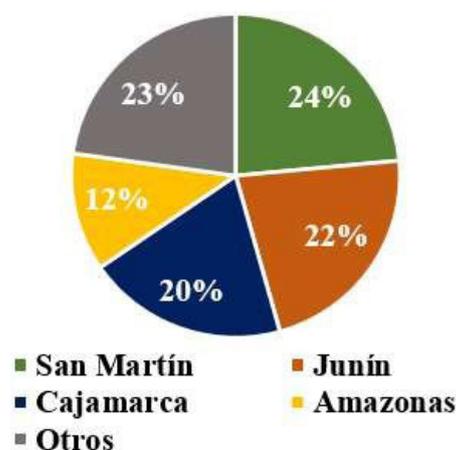
El presente trabajo tiene como objetivo estimar la huella ecológica mediante el uso de tierra de los caficultores de la Cooperativa Agraria Cafetalera La Prosperidad de Chirinos en la región Cajamarca.

Método

El departamento de Cajamarca es el tercero en producción de café a nivel nacional (Figura 1). Esto ha sido posible gracias a que Cajamarca cuenta con la combinación de diversos factores como la altitud, precipitación y radiación solar entre otros que ayudan a tener una mejor producción.

Figura 1

Producción de café según departamentos



Nota. MIDAGRI, 2017

En el distrito de Chirinos, zona norte de Cajamarca, se encuentra la Cooperativa

Agraria Cafetalera La Prosperidad, conformada por más de 800 caficultores entre las zonas de las provincias de Jaén y San Ignacio. La cooperativa cuenta con una prima de “Comercio Justo” que la ha convertido en una importante herramienta para la mayor producción

de café de calidad. La economía de estos caficultores se basa, prácticamente, en la producción de café pergamino seco que desempeña un papel importante en el mantenimiento de sus familias y en su identidad cultural dentro del distrito de Chirinos.

Tabla 1

Producción de los caficultores

Distrito	Hectáreas de Café (ha)	Producción(tn)
Chirinos	2,456	2,136

Nota. Datos de la Cooperativa Agraria Cafetalera La Prosperidad de Chirinos
ha = hectáreas, tn = toneladas

El objetivo principal de esta investigación consistió en estimar la huella ecológica mediante el uso de tierra de los caficultores de la Cooperativa Agraria Cafetalera La Prosperidad de

Chirinos. Aunque, la cooperativa cuenta con productores en las provincias de Jaén y San Ignacio, solo se evaluará la huella ecológica (HE) en el distrito de Chirinos (Figura 2).

Figura 2

Distrito de Chirinos



Nota. Software ArcGIS

Cálculo de la huella de carbono

La huella de carbono es una demanda individual de la huella ecológica. Mide la producción de gases efecto invernadero

por persona sobre la porción de tierra capaz de absorberlo y retenerlo. Estos se derivan de la producción de energía a partir de la quema de combustibles fósiles como el carbón, petróleo y el gas natural

(Universidad Tecnológica de Pereira, 2013). Para el cálculo de la huella de carbono, se considera la distancia recorrida en kilómetros por el transporte de sacos de café pergamino de los productores a la cooperativa, mediante el programa Cero CO2 (Casas Cárdenas, 2018). El resultado obtenido del programa mencionado se representará mediante “x kg CO2 eq / hab.”, kilogramo de dióxido de carbono equivalente (kg CO2 eq) por el total de habitantes del distrito de Chirinos (hab.).

Cálculo de la huella ecológica

La huella ecológica (HE) se mide a partir de hectáreas globales (hag), aquellas con capacidad mundial promedio de producir recursos y absorber desechos.

Tabla 2

Factor de equivalencia

Tipo de área	Factor de equivalencia (hag / ha)
Tierras de cultivo	2.51
Tierras de bosque	1.26
Tierras de pastoreo	0.46
Aguas marinas y continentales	0.37
Área construida	2.51

Nota. MINAN, 2017

hag = hectáreas globales, ha = hectáreas

En la Tabla 2, se observa el factor de equivalencia para el desarrollo del trabajo científico. El cálculo de la huella ecológica y la biocapacidad se estimó mediante las siguientes ecuaciones.

$$HE = \frac{P}{Y} \times Fr \times Feq...1$$

$$Bc = A \times Fr \times Feq...2$$

Donde HE es la huella ecológica, Bc es la biocapacidad, P es la producción, Y es el rendimiento, A es el área en hectáreas

Según MINAM (2017), la HE es la demanda en cuanto a los recursos naturales que necesitamos para satisfacer nuestras necesidades y la biocapacidad (Bc), que es un índice complementario a la huella, es la oferta que nuestro planeta puede ofrecernos.

La metodología de su cálculo se basa en la estimación de la superficie biológicamente productiva categorizada de la siguiente manera: tierras agrícolas y áreas de absorción de dióxido de carbono. Cada categoría dispone de productividades biológicamente diferentes; por lo tanto, antes de sumarlas se procede a la normalización (Peinado et al., 2020).

(ha), Fr es el factor de rendimiento y Fe es el factor de equivalencia.

El rendimiento en producción de café del departamento de Cajamarca según MIDAGRI en el 2019 fue un total de 1,106 (kg/ha). El factor de rendimiento se calculó mediante la producción de café en Cajamarca (71,794 toneladas) por la producción nacional de café (363,320 toneladas), dando como resultado 0.20. El número de habitantes en el distrito de Chirinos es de 14,299 (Distrito.Pe, 2021).

Finalmente, al comparar la huella ecológica con la biocapacidad, si el saldo es negativo (Déficit Ecológico), se está produciendo una situación de destrucción del capital natural del cual se está importando capacidad productiva. En cualquier caso, la situación es insostenible.

El déficit ecológico actúa como indicador de medida para evaluar el grado de alejamiento del desarrollo sostenible (Hernández et al., 2004).

Tabla 3

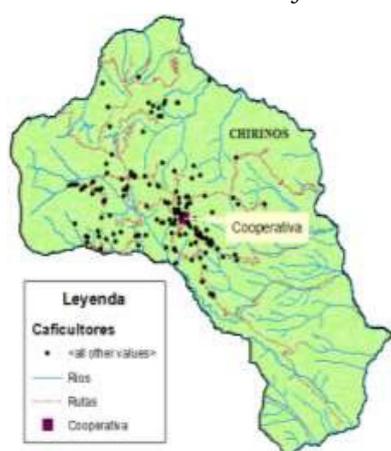
Descripción del transporte usado

Área de estudio	Chirinos
Vehículo	Camión
Peso bruto	3 toneladas
Combustible necesario	124 galones
Distancia de recorrido	1120 km

La distancia recorrida de ida y vuelta se calculó con ayuda del software ArcGIS (Figura 3).

Figura 3

Puntos de ubicación de los caficultores



Nota. Software ArcGIS

La huella de carbono calculada por el programa Cero CO2 fue de un total de 860.16 Kgde CO2 eq. La huella de

Resultados

Huella de carbono (HC)

La cooperativa cuenta con vehículos de cargas de tres toneladas. Los caficultores al finalizar el proceso húmedo ensacan el café pergamino seco y estos son transportados a la cooperativa como se muestra en la Tabla 3. El recorrido total es de 1,120 kilómetros, entre ida y vuelta.

carbono en referencia a la población del distrito de Chirinos es la siguiente:

$$HC = \frac{860.16}{14299}$$

$$HC = 0.060 \text{ kg CO}_2 \text{ eq / hab}$$

El resultado obtenido en referencia individual a la huella de carbono es 0.060 kg CO2 eq/hab.

Huella ecológica (HE)

Se obtiene la estimación de la HE y la biocapacidad (Bc) mediante la ecuación 1 y 2, reemplazando:

$$HE = \frac{2136000}{829} \times 0.20 \times 2.51$$

$$HE = 969.50 \text{ hag}$$

$$Bc = 1424 \times 0.20 \times 2.51$$

$$Bc = 1232.912 \text{ hag}$$

Donde hag es hectáreas globales. Da como resultado la huella ecológica de 969.50 y la biocapacidad de 1232.91 en hectáreas globales. La huella ecológica y la biocapacidad en referencia a la población del distrito de Chirinos es la siguiente

$$HE = \frac{969.50}{14299} = 0.0678$$

$$Bc = \frac{1232.91}{14299} = 0.0862$$

El resultado de la operación, la HE es de 0.0678 y la Bc 0.0862 en hag/hab. Donde hab es el total de habitantes en el distrito de Chirinos.

Déficit ecológico

El déficit ecológico se calculó mediante la diferencia entre el Bc y HE:

$$\begin{aligned} DS &= Bc - HE \\ DS &= 0.0862 - 0.0678 \\ DS &= 0.0184 \text{ hag / hab} \end{aligned}$$

El resultado obtenido del déficit es positivo que indica que es una actividad sostenible ecológicamente, es decir, que la capacidad producida de café pergamino seco es mayor que el impacto en cuanto al requerimiento de tierra.

Discusión

Huella de carbono

La huella de carbono producida por las actividades de transporte por parte de la cooperativa es de 860.16 kg CO₂ eq con el uso del programa Cero CO₂, aunque, el resultado es cercano a las fórmulas propuestas por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación), que mediante una metodología se considera las emisiones de

CO₂, N₂O, CH₄ (Vallejo et al., 2017), y al convertir las dos últimas a CO₂ da un resultado de 761.38 kg CO₂ eq.

Huella ecológica

A medida que la población aumenta también aumenta el uso del suelo para los cultivos. Esto conlleva a que se debe realizar la estimación de la huella cada año. Comparando con los datos recopilados de años anteriores, se puede generar mayores propuestas para la reducción de la contaminación ambiental y que el déficit sea positivo.

Para una mejor estimación de la huella ecológica se debe considerar desde la siembra hasta el transporte al puerto. De acuerdo con esto, se calcularía las subhuellas de energía, cultivo y capacidad de carga, como hace la estimación (Pérez et al., 2019).

La evaluación de la huella ecológica puede servir para conocer la insostenibilidad de determinadas prácticas de cultivo bajo condiciones biofísicas no aptas para el cultivo (Hernández et al., 2004).

Conclusiones

El cálculo de la huella ecológica y la biocapacidad en el año 2021 fue de 0.0678 hag/hab y 0.0862 hag/hab respectivamente.

La huella de carbono por las actividades de acopio del café pergamino fue de 0.060 kg CO₂eq/hab.

El déficit es de 0.0184 hag/hab. Este resultado se mostró positivo, lo que indica que el uso de tierra va hacia el camino de

sostenibilidad ambiental. Finalmente, se ha estimado la huella ecológica como un

valor de sostenibilidad para la producción de café pergamino seco.

Referencias

- Casas, K. (2018). *Huella ecológica y huella hídrica en la producción de brócoli en 2 sistemas productivos, Canta y Huancayo – 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/54769>
- Distrito.Pe. (08 de abril de 2021). *Distrito de Chirinos*. <https://www.distrito.pe/distrito-chirinos.html#demography>
- Gandini, A., Quesada, L., Prieto, I. & Garmendia, L. (2020). Climate change risk assessment: A holistic multi-stakeholder methodology for the sustainable development of cities. *Sustainable Cities and Society*, 65, 102641. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102641>
- Hernández Laguna, E., López Bermúdez, E., Alonso Sarría, F., Conesa García, C. & Álvarez Rogel, Y. (2004). La huella ecológica del cultivo del olivo en España y su aplicabilidad como indicador de agricultura sostenible. *Papeles de Geografía*, (39), 141-155.
- Martínez Castillo, R. (2007). Algunos aspectos de la huella ecológica. *InterSedes, Revista de las Sedes Regionales*, 8(14), 11-25. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66615071002>
- Ministerio del Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI]. (2019). *Anuario estadístico de la producción agrícola 2019*. <https://sinia.midagri.gob.pe/portal/publicaciones/datos-estadisticos/anuarios/category/26-produccion-agricola>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2017). *Huella Ecológica en el Perú*. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/huella-ecologica-peru>
- Peinado, G., Mora, A., Ganem, J. & Ferrari, B. (2020). Las huellas de la contradicción entre desarrollo y ambiente. Un análisis del metabolismo socioeconómico en América del Sur a través de sus huellas ecológica e hídrica. *Revista del CESLA*, 25, 3-22. <https://www.redalyc.org/journal/2433/243362830003/html>
- Pérez Pérez, Y., Rodríguez Rico, I., Pino Hurtado, M.S. & Rodríguez Castellanos, R. (2019). Cálculo de la huella ecológica en un municipio de la provincia de Villa Clara. *Centro Azúcar*, 46(3), 54-65. <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v46n3/2223-4861-caz-46-03-54.pdf>
- Universidad Tecnológica de Pereira [UTP]. (2011). *¿Qué es la huella ecológica?* <https://www2.utp.edu>

[co/centro-gestion-ambiental/informacion-de-interes/que-es-la-huella-ecologica.pdf](#)

Vallejo Chaverri, A., Vallejo Solís, M.Á., Nájera Fernández, J. & Garnier Zamora, L.A. (2017). *Guía metodológica para la huella de carbono y la huella de agua en*

la producción bananera. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/27192bf7-064a-4994-b15e-c5a1c5c0d2c3/>