

EVALUACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DEL MUNICIPIO CUETO, 2015-2022

CARBON FOOTPRINT EVALUATION FOR CUETO MUNICIPALITY, 2015-2022

Niuman Mandiel Comas-Arias¹ * <https://orcid.org/0000-0001-6291-3313>

Doralis Hernández-Meriño¹ <https://orcid.org/0009-0008-9390-6338>

¹Universidad de Holguín, Cuba

*Autor para la correspondencia: ncomasa@uho.edu.cu

Recibido: 23 de septiembre de 2024

Aprobado: 22 de octubre de 2024

RESUMEN

Se evalúa el comportamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en un período de siete años en el municipio Cueto, para cuantificar la incidencia del territorio en el proceso de calentamiento global. Se aplica la norma ISO 14064-1 (2018), considerando las emisiones asociadas a las organizaciones del territorio y a los productos y servicios que consumen los habitantes. Los datos utilizados provienen de anuarios estadísticos e informes de empresas y organismos. El promedio anual de emisiones GEI fue 45 780 t CO₂ (1.41 t CO₂/habitante), con tendencia al descenso. Las emisiones de alcance 1 y 2 representan el 46 y 42 %, respectivamente. El 62 % del total de emisiones se asocia a las fuerzas productivas, y el 38 % al consumo de los habitantes. Se requieren 1 500 ha de bosques adicionales para garantizar el equilibrio entre emisiones GEI y capacidad de absorción del territorio.

Palabras clave: huella de carbono; GEI; Cueto.

ABSTRACT

The behavior of greenhouse gas (GHG) emissions was evaluated over a period of seven years in the Cueto municipality to quantify the incidence of the territory in global warming process. ISO 14064-1 (2018) standard is applied, considering the emissions associated to territorial organizations and, the products and services consumed by people. Data become from municipal statistical yearbooks and reports of companies and organizations. The average annual GHG emissions was 45 780 t CO₂ (1.41 t CO₂ / person), with a decreasing trend. Scope 1 and 2 emissions represent 46 and 42 % respectively. 62% of total emissions are associated with productive forces and 38 % with the consumption of people. 1 500 ha of additional forests are requiring to guarantee carbon balance.

Keywords: carbon footprint; GHG; Cueto.

INTRODUCCIÓN

El enfrentamiento a las consecuencias del cambio climático constituye el objetivo 13 de desarrollo sostenible, proclamado en la Agenda 2030. Esta reconoce a la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, como el principal foro intergubernamental internacional para negociar la respuesta mundial a este fenómeno.⁽¹⁾

El enfoque de ciencia e innovación emerge como eje principal de la gestión del gobierno para el desarrollo territorial e incluye la dimensión medioambiental, como uno de los componentes fundamentales en la visión de modelo de desarrollo sostenible al que se aspira. Entre los programas nacionales de ciencia e innovación que se articulan en este propósito, destaca el de adaptación y mitigación del cambio climático conocido como Tarea Vida.⁽²⁾

La huella del carbono, como componente de la huella ecológica, está determinada por las emisiones de GEI, y ha ganado cada vez mayor interés por parte de los gobiernos y organizaciones internacionales, por ser el indicador que con mayor exactitud permite predecir la amplitud del cambio climático a nivel global y regional. Como meta, se persigue alcanzar la carbonneutralidad.⁽³⁾

En Hispanoamérica destaca España como la nación que más ha avanzado en la implementación de la huella de carbono, como indicador de incidencia en el cambio climático.⁽⁴⁾

En 2021 el Gobierno de España publica el informe titulado “Convertirnos en una sociedad neutra en carbono, sostenible y resiliente al cambio climático”, que sensibiliza sobre la importancia y necesidad de conocer y disminuir la huella de carbono.⁽⁵⁾ Así mismo, se analizan las tendencias en la utilización de fuentes renovables de energía y emergencia de tecnologías híbridas con énfasis en el Pacto Verde Europeo y su impacto geopolítico para América Latina.^(6,7)

Destaca el documento de trabajo emitido por la CEPAL (2020), donde se realiza un análisis comparativo de la situación de los países desarrollados y de América Latina en materia de huella del carbono.⁽⁸⁾

En años recientes en Cuba, han comenzado a realizarse investigaciones puntuales sobre la huella de carbono que, aunque no alcanzan una extensión nacional, constituyen un punto de partida para la necesaria profundización, divulgación, y toma de conciencia sobre la problemática de las emisiones de

GEI, como causa directa e inmediata del cambio climático. Entre otros deben citarse:

- Cálculo de la huella ecológica de la Universidad Central "Marta Abreu"⁽⁹⁾: es uno de los primeros trabajos publicados en Cuba dedicado al cálculo de la huella de carbono, basado en la aplicación de normas ISO. Incluye datos de factores de emisión para distintos productos que son utilizados en la presente investigación.

- Canciano Fernández y colaboradores,⁽¹⁰⁾ investigan sobre la estimación de la huella de carbono en la producción de vidrio en Cuba; destacan la utilización de las metodologías de cálculo más actualizadas con elevado rigor y precisión de los resultados.

- Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la ganadería en Cuba,⁽¹¹⁾ López Lee y coautores, calculan de manera diferenciada, las emisiones de CH₄ por la categoría fermentación entérica y las emisiones de CH₄ y NO₂ por la categoría gestión del estiércol.

El presente trabajo se enfoca en la determinación de la huella de carbono de una entidad territorial, en la que confluyen organizaciones y personas que consumen productos y servicios con sus huellas de carbono individuales. La investigación se realiza en el municipio Cueto, provincia de Holguín.

MATERIALES Y MÉTODOS

Metodología para el cálculo de la huella de carbono

Los estándares internacionales para la determinación de la huella del carbono se pueden agrupar dependiendo si la certificación corresponde a una organización o a un producto:

1. **Huella de carbono de una organización.** Se analizan las emisiones de GEI de una organización a lo largo de un año o periodo determinado, mediante inventario de las mismas. Se basa en los estándares: ISO 14064-1 (2018).⁽¹²⁾

2. **Huella de carbono de productos o servicios.** Se analizan todas las emisiones de GEI realizadas durante el Ciclo de Vida del producto o servicio analizado. Su determinación se basa en los estándares PAS 2050:2011, ISO/TS 14067(2018).⁽¹²⁾

Esta investigación determina la huella de carbono de una entidad territorial, en la que confluyen organizaciones y personas que consumen productos y servicios con sus huellas de carbono individuales. Esto introduce elementos que complejizan la metodología de cálculo, tanto por la dispersión de los

datos, como por la diferente naturaleza de los sujetos que inciden en la generación de GEI y las interrelaciones que se establecen entre estos, como se analiza más adelante, por lo que se propone una tercera especificación:

3. Huella de carbono de una entidad territorial. Agrupa las huellas personales y de organizaciones dentro de un territorio, incluyendo los productos y servicios que estos consumen.

Adicionalmente, la norma ISO 14064 (2010) reconocía tres categorías de emisiones⁽¹³⁾:

❖ **Emisiones de Alcance 1**, también denominadas “Emisiones Directas”. Son los gases de efecto invernadero emitidos de forma directa por la organización, por ejemplo: por el uso de combustibles fósiles en maquinaria o vehículos propiedad de la organización, por pérdidas de gases refrigerantes, o por reacciones químicas durante los procesos productivos de la organización.

❖ **Emisiones de Alcance 2** o “Emisiones Indirectas por Energía”. Son los gases de efecto invernadero emitidos por el productor de la energía requerida por la organización. Dependen tanto de la cantidad de energía requerida por la organización como del Mix energético de la red que provee a la organización.

❖ **Emisiones de Alcance 3** también denominadas “Otras Emisiones Indirectas”. Son las atribuibles a los productos y servicios adquiridos por la organización, que a su vez habrán generado emisiones previamente para ser producidos. Son las más difíciles de contabilizar debido a la gran cantidad de productos y servicios utilizados por las organizaciones y a la dificultad en conocer las emisiones de estos productos o servicios, si no son aportadas por el propio productor.

A partir de la edición ISO 14064 del 2018, se actualizan las categorías de emisiones, diferenciando solamente las “Emisiones directas e indirectas” (unifica las emisiones de alcance 2 y 3).

No obstante, en el presente trabajo, se realiza el cálculo según la clasificación anterior, considerando que favorece una mejor comprensión en cuanto a las responsabilidades de emisiones GEI a nivel de entidades territoriales, que son objeto de estudio en esta investigación.

Para cada ítem, se determina un factor de emisión que permite estimar, aproximadamente, la cantidad de toneladas de petróleo equivalentes (tpe) necesarias para satisfacer el ítem, y la cantidad de toneladas de CO₂ equivalentes correspondiente a su combustión.

Para calcular las emisiones de GEI para una entidad territorial (municipio, provincia o nación), debe decidirse cuáles emisiones incluir para cada alcance evitando el cómputo doble de una emisión, si es que se quiere lograr que el total de emisiones de la provincia o nación sea igual a la suma de las emisiones de sus entidades territoriales. Todas las emisiones vienen expresadas en toneladas CO₂ equivalente emitidas durante un año.

Los potenciales y factores de emisión utilizados fueron los establecidos por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC)⁽¹⁴⁾ de 1 para CO₂, mientras que el del CH₄ es 25 y el del N₂O es 298 con un horizonte de 100 años. Los valores para factores de emisión, consumo o conversión de unidades aparecen incorporados a las expresiones matemáticas.

Emisiones directas: se utilizan las ecuaciones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8) para calcular las Emisiones directas (expresadas en toneladas de CO₂ equivalentes, según el origen y el tipo de GEI emitido en cada caso).

Emisiones directas (t CO₂). Emisiones por generación eléctrica + Emisiones por procesos industriales + Emisiones por maquinaria y medios de transporte + Emisiones por generación de calor + Emisiones por CH₄ Ganadería + Emisiones por CH₄ Agricultura + Emisiones por N₂O Agricultura (1)

Emisiones por generación eléctrica = 3 * tpe * consumidas por termoeléctricas y grupos electrógenos (2)

Emisiones por procesos industriales = 3 * tpe consumidas en procesos fabriles (3)

Emisiones por maquinaria y medios de transporte = 3 * tpe consumidos equipos automotores (4)

Emisiones por generación de calor = 3 * tpe utilizadas en calderas y cocción de alimentos (5)

Emisiones por CH₄ Ganadería = 25 (t CO₂/ton CH₄) * 0,15 (ton CH₄) * cabezas de ganado (6)

Emisiones por CH₄ Agricultura = 25 (t CO₂/t CH₄) * 0,30 (t CH₄) * ha de cultivo de arroz (7)

Emisiones por N₂O Agricultura = 298 (t CO₂/t N₂O) * 0,01 * t de fertilizante nitrogenado aplicadas (incluir ganadería) (8)

Se utilizan factores de emisión reportados por Leyva Más y col.,⁽⁹⁾ López Lee y col.,⁽¹¹⁾ Carrillo y Manso⁽¹⁵⁾ y Rodríguez y col.⁽¹⁶⁾

Las emisiones indirectas por consumo de energía consideran el consumo de energía eléctrica, el que se expresa en t CO₂, teniendo en cuenta el índice de consumo de combustible para la generación y la equivalencia en tonelada de CO₂ por tonelada de petróleo equivalente (tpe), asociado al consumo de energía eléctrica⁽¹⁴⁾ (ecuación 9).

Emisiones indirectas por energía (t CO₂) = 3 (t CO₂/tpe) * índice de consumo de combustible (tpe/MWh) * MWh de electricidad consumida (9)

El índice de consumo para la generación de electricidad debe ser ajustado anualmente, para que refleje el aporte de las fuentes renovables no emisoras de GEI que se incorporen al sistema.

Las expresiones indirectas por productos tienen en cuenta el consumo realizado en el municipio, tanto por personas como por actividades no computadas en emisiones directas o por energía. A los efectos del presente estudio se consideraron las emisiones por concepto de consumo de alimentos, artículos perecederos e imperecederos, construcción de edificios y generación de residuos como principales fuentes de emisión. Se proponen las ecuaciones (10)-(16).

Emisiones indirectas por productos (t CO₂) = Emisiones por consumo de alimentos + Emisiones por consumo de artículos perecederos + Emisiones por utilización de artículos imperecederos + Emisiones por construcción de edificios + Emisiones por generación de residuos (10)

Emisiones por consumo de alimentos = 1/1000 * Factor de Emisión (kg CO₂ / kg) * kg per cápita de alimentos * cantidad de habitantes (incluye consumo social y liberado) (11)

El factor de emisión ha sido estimado en 0,05 kg CO₂/kg a partir de los datos de consumo de combustible del Ministerio de la Agricultura y el Ministerio de Comercio Interior,⁽¹⁷⁾ y está formado, fundamentalmente, por el combustible utilizado en su producción y transporte.

Las emisiones por consumo de artículos perecederos, consideran aquellos productos de uso doméstico, cuya vida útil es menor de un año: medios de limpieza, papel, calzado y vestuario. Es la emisión más difícil de medir y con mayor incertidumbre en el factor de emisión, debido a la variedad de productos para considerar.

Emisiones por consumo de artículos perecederos = 1/1000 * Factor de Emisión (kg CO₂/ab) * cantidad de habitantes (12)

Para calcular el factor de emisión, se ha considerado el jabón y el papel como productos representativos para la estimación del factor de emisión, y un promedio aproximado de 36 kg como consumo per cápita anual. Considerando, que por cada kilogramo de artículos perecederos se generan alrededor de 0,45 kg de CO₂ equivalente durante su ciclo de vida, se obtiene un factor de emisión equivalente a 16,2 kg CO₂/hab.⁽¹⁴⁾

Las Emisiones por utilización de artículos imperecederos, consideran artículos con un ciclo de

vida más prolongado: muebles y efectos electrodomésticos. Puede estimarse mediante dos procedimientos:

a) A partir de las importaciones brutas realizadas por el territorio:

Emisiones por consumo de artículos imperecederos = $\sum FE_i N_i$ (13)

b) A partir de la cantidad total de artículos existentes en el territorio, su vida útil y el factor de emisión.

Emisiones por consumo de artículos imperecederos = $\sum FE_i N_i / T_i$ (14)

El factor de emisión es proporcional a la cantidad de material utilizado en la fabricación del producto. Se consideran tres materiales de referencia; plástico, metal y madera. Este último es un recurso renovable, y su factor de emisión es pequeño en comparación con los dos primeros.

Factor de Emisión para plásticos = 0,82 kg CO₂/kg plástico.⁽¹⁴⁾

Factor de Emisión para metal (hierro) = 5 kg CO₂/kg hierro.⁽¹⁴⁾

Las emisiones por concepto de construcción de edificios computan, fundamentalmente, el aporte a la huella de carbono de los materiales de construcción utilizados, cemento y acero en primer lugar.⁽⁹⁾

Emisiones por construcción = 475 kg de CO₂/m² * Área total de nuevas edificaciones (m²) (15)

Para el cálculo de las emisiones correspondientes a los residuos, se utilizará la fórmula propuesta por Iregui y Marañón.⁽¹⁸⁾

Emisiones por generación de residuos = 0,61 t de CO₂/t residuo * t de residuos (16)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para ilustrar la utilización de la metodología, se muestran los resultados obtenidos para el año base 2015, tomado como referencia para el análisis ulterior del comportamiento de las emisiones GEI en el transcurso del tiempo.

La tabla 1 muestra los principales indicadores geográficos y socioeconómicos para el año base 2015. La mayoría de estos permanecen aproximadamente constantes, excepto la producción azucarera, debido a la paralización de la industria a partir de 2020, y el consumo de energía eléctrica, afectado por la crisis económica y el deterioro de las capacidades de generación del país.

Tabla 1- Indicadores geográficos y socioeconómicos principales (año base 2015)

Indicadores		% Provincia	% Nación
Población (hab)	32 477	3,13	0,29
Superficie (km ²)	329,1	3,57	0,30
Bosques (km ²)	37,0	1,05	0,11
Ganado vacuno (cabezas)	20 184	5,33	0,43
Producción azucarera (t)	28 593	17,2	1,50
Energía eléctrica consumida (MWh)	23 387	0,96	0,12

La población del municipio representa el 0,29 % de la nación, a la vez la extensión superficial alcanza el 0,30 %, donde hay correspondencia entre población y superficie respecto a la densidad de población del país. En electricidad, solamente se consume el 0,12 % de la generación nacional, reflejo del bajo nivel de desarrollo económico del municipio. La densidad

boscosa del municipio resulta tres veces inferior al promedio provincial y nacional.⁽¹⁹⁾ La tabla 2 contabiliza las emisiones directas para el año base 2015, las cuales representan casi la mitad del total de emisiones; el primer lugar corresponde a las emisiones de metano asociadas a la ganadería (41,3 %), seguido por el combustible automotor (7,1 %).

Tabla 2- Emisiones de alcance 1 según origen (año base 2015)

Emisiones Alcance 1	UM	Cantidad	Factor de emisión	Emisión (t)	Potencia	t CO ₂ eq
Petróleo generación eléctrica	tpe	0	3	0	1	0
Petróleo procesos industriales	tpe	0	3	0	1	0
Combustible automotor	tpe	1 250,2	3	3 750,6	1	3 750,6
Petróleo generación de calor*	tpe	162	3	486,0	1	486,0
Ganadería CH ₄	cabezas	20 184	0,043	867,9	25	21 697,4
Agricultura CH ₄	ha arroz	13	0,05	0,65	25	16,2
Fertilizantes N ₂ O	ton fertiliz	100	0,02	2	298	596,0
Total Emisiones Alcance 1						26 546,2

*Incluye gas licuado y queroseno para cocción de alimentos

En cuanto a las emisiones indirectas, es mayoritario la emisión GEI por concepto de consumo de energía eléctrica (73,5 % del total de emisiones indirectas y 36,3 % del total). La estructura del consumo de electricidad es representada en 65 % por el consumo del sector residencial, 31,5 % correspondiente al

sector de la producción y los servicios, y 3,5 % el alumbrado público y pérdidas de transmisión (tabla 3). El resto de los ítems incluyen el consumo de alimentos, artículos perecederos e imperecederos, el sector de la construcción y la generación de residuos que en su conjunto representan el 26,5 % de las emisiones indirectas (tabla 4).

Tabla 3- Emisiones de alcance 2 (año base 2015)

Emisiones Alcance 2	UM	Cantidad	Índice de consumo tpe/MWh	Factor de emisión	t CO ₂ eq
Energía Eléctrica	MWh	23 387	0,272	3	19 083,8

Tabla 4- Emisiones indirectas de alcance 3 (año base 2015)

Emisiones alcance 3	UM	Cantidad	Factor de emisión	t CO ₂ eq
Alimentos	t	8891	0,1	889,1
Artículos perecederos	t	1169	0,45	526,1
Artículos imperecederos plástico	t	120	0,82	98,5
Artículos imperecederos metal	t	98	5	490,0
Construcción de edificios	u	67 (4 690 m ²)	0,475	2 227,8
Residuos (recolección de desechos)	m ³	43 700	0,061	2 665,7
Total emisiones alcance 3				6897,2

A partir de 2017, la Nación ha enfrentado un escenario desfavorable como consecuencia del recrudecimiento del bloqueo económico impuesto por EE.UU, la incidencia de la pandemia COVID-19, y un marcado descenso en la disponibilidad de combustibles con repercusión directa en la generación de energía eléctrica, el transporte y el consumo.⁽²⁰⁾ Como consecuencia, se corrobora la disminución de las emisiones GEI, como muestra la figura 1. El promedio anual de emisiones GEI en el período analizado es 45 780 t CO₂ equivalente (1,41 t

CO₂/habitante), con una tendencia al descenso a partir del 2015, alcanzando mínimos absolutos en 2020 y 2021. Las emisiones de alcance 1 y 2 representan el 46 y 42 % del total, respectivamente, mientras a las emisiones de alcance 3 corresponde el 12 % restante. Es de interés analizar, la responsabilidad de las emisiones en función de quienes las generan, ya sea de manera directa o indirecta. Se encontró que el 62 % del total de emisiones correspondió a las fuerzas productivas y el 38 % al consumo de los habitantes (figura 2).

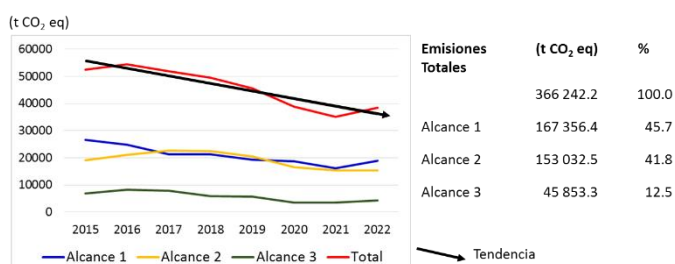


Fig. 1- Emisiones totales de gases de efecto invernadero en el municipio Cueto (2015-2022)

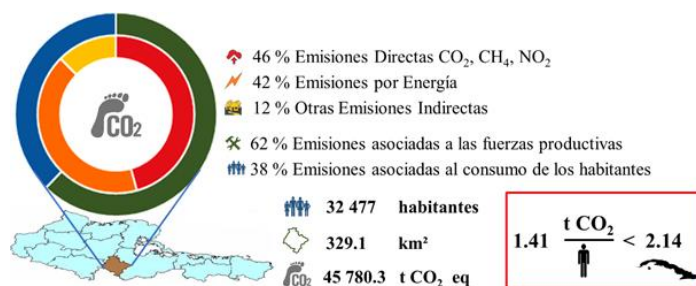


Fig. 2- Huella de carbono del municipio Cueto (2015-2022)

Además, se evaluó la capacidad de absorción del territorio. Deben distinguirse áreas con diferente capacidad de absorción, según el uso de la tierra y la especie vegetal predominante. La tabla 5 muestra los valores promedios para el municipio Cueto durante el período analizado. El promedio anual de emisiones fue 45 780 t de CO₂, lo que

requiere un área de absorción de 9 047 ha de bosques, mientras que la capacidad de absorción del municipio es de 35 277 t CO₂ anuales, lo que arroja una razón entre emisiones y capacidad de absorción desfavorable (1.30); siendo necesarias 2 075 ha de bosques adicionales para alcanzar el equilibrio (figura 3).

Tabla 5- Sumideros de CO₂

Sumideros de CO ₂	ha	Índice de absorción (t CO ₂ /ha)	Capacidad absorción total (t CO ₂ anuales)
Superficie forestal (bosques)	3 700	5,06	18 722,0
Superficie caña de azúcar	9 700	1,095	10 621,5
Superficie ganadería (pastos)	9 300	0,42	3 906,0
Superficie otros cultivos	3 687	0,55	2 027,9
Otros	6 523	-	-
Total	32 910	-	35 277,4

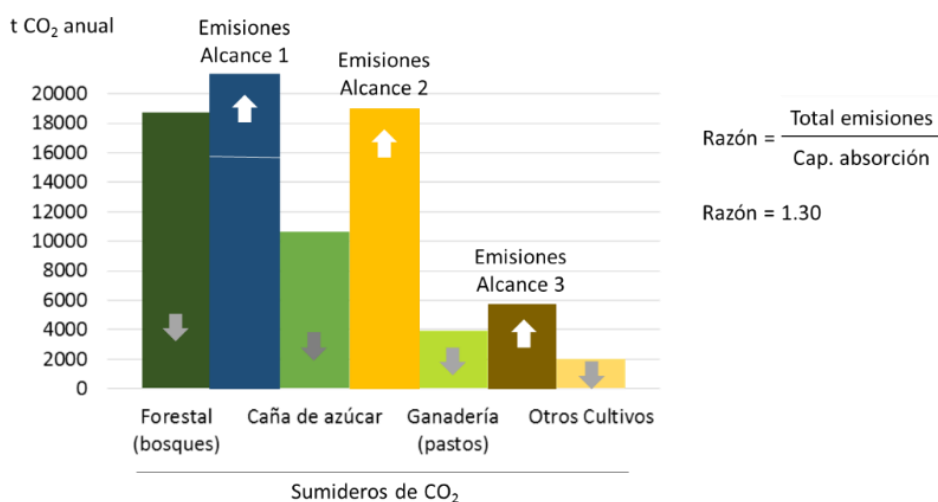


Fig. 3- Gráfico comparativo de emisiones promedio y capacidades de absorción de los sumideros

CONCLUSIONES

Se determinó la huella de carbono correspondiente a un período de siete años en el municipio Cueto, obteniéndose un total de 45 780 t CO₂ equivalentes como promedio anual en el período. La per cápita por habitante fue 1,41 t CO₂/ha, inferior a la media nacional.

La ganadería y la electricidad resultaron las fuentes principales de GEI (77,6 %), mientras que prevalecen las emisiones asociadas a las fuerzas productivas (62 %) en comparación con el consumo de los habitantes. La relación entre emisión de GEI y capacidad de absorción del municipio Cueto resultó 1,30, lo que implica la necesidad de 3 409 ha de bosques adicionales para compensar las emisiones GEI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Asamblea General de las Naciones Unidas. *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. New York, 2015. Septuagésimo Período de Sesiones, 25 de septiembre de 2015. Fecha de consulta: 10 de enero de 2023. <https://sdgs.un.org/es/2030agenda>
2. DÍAZ CANEL BERMÚDEZ, M. “Sistema de Gestión del Gobierno Basado en Ciencia e Innovación: avances y desafíos”. La Habana, 2022, *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, **12**(2), 1235. <http://scielo.sld.cu/pdf/aacc/v11n1/2304-0106-aacc-11-01-e1000.pdf>
3. GUILLÉN CHÁVEZ, S. “Universidades líderes en sostenibilidad: un análisis de las iniciativas de huella de carbono en Latinoamérica”. 2023, *South Sustainability*, **4**(2), 081. <https://scholar.archive.org/work/pszj544bh5b7pm6jgc>

[yuyfkt6e/access/wayback/https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/southsustainability/article/download/1442/1158](https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/southsustainability/article/download/1442/1158)

4. ALONSO GONZÁLEZ, A. I. *Análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero en España y la Unión Europea*. Universidad de Oviedo. 2021. <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/61523>
5. Gobierno de España. *Convertirnos en una sociedad neutra en carbono, sostenible y resiliente al cambio climático*. 2021. Fecha de consulta: 15/1/2023. https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Documents/2021/200521-strategia_Espana_2050_4.pdf
6. BRUKMANN, M. *El pacto verde europeo y las perspectivas de América Latina*. [En línea]; 2021. Fecha de consulta el 25/08/2024. <https://rosalux.org.br/wp-content/uploads/2021/05/El-Pacto-Verde-y-las-perspectivas-de-Ame%CC%81rica-Latina-1.pdf>
7. TOUZA, LARA L. “Cambio climático 2020: Ciencia, tras el maratón COP 25, el Pacto Verde Europeo y legislación climática en España”. 2021 *Análisis Real Inst. Elcano*, **1**, 17-32. <https://media.realinstitutoelcano.org/wp-content/uploads/2021/11/ari14-2020-lazaro-cambio-climatico-2020-ciencia-tras-maraton-cop25-pacto-verde-europeo-legislacion-climatica-espana.pdf>
8. CEPAL. *Metodologías de cálculo de la huella de carbono y sus potenciales implicaciones para América Latina*. 2020. Fecha de consulta: 15/1/2023. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37288/Metodolog%EDas_calculo_HC_AL.pdf?sequen ce=1
9. LEYVA MAS, J.; RODRÍGUEZ RICO, I.; QUINTANA PÉREZ, C. “Cálculo de la huella ecológica de la Universidad Central "Marta Abreu" de

- las Villas. Santiago de Cuba”. 2011 *Tecnología Química*, **31**(1), 60-67. <https://tecnologiaquimica.uo.edu.cu/index.php/tq/artic le/download/899/857>
10. CANCIANO FERNÁNDEZ, J.; REINOSA VALLADARES, M.; HERNÁNDEZ GARCÉS, A.; NUÑEZ HERNÁNDEZ, M.; RAMÍREZ DÍAZ, L. “Estimación de la huella de carbono en la producción de vidrio en Cuba”. *Minería y Geología*, 2020, **36**(4), 12-25. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1993-80122020000400428
11. LÓPEZ LEE, R.; CASTILLO LEMUS, I.; COLLAZO ARANDA, A. E; MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, R. “Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la ganadería en Cuba”. *Revista Cubana de Meteorología*, 2024, **30**(3), 1-18. <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/890>
12. ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero*. Norma ISO 14064-1, 2018. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-1:ed-1:v1:es>
13. ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero*. Norma ISO 14064-1, 2010.
14. IPCC. Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2013. Fecha de consulta: 15/1/2023. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>
15. CARRILLO VITALE, E. R.; MANSO JIMÉNEZ, R. W. “Emisiones de metano procedentes del cultivo del arroz en Cuba”. *Revista Cubana de Meteorología*, 2018, **24**(1), 10-18. <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/256>
16. RODRÍGUEZ, J. P.; RUIZ OCHOA, M. A.; MENESES, A. “Revisión de los factores de emisión en las metodologías de huella de carbono en Colombia”. *Espacios*, 2020, **41**(47), 15-30. https://www.researchgate.net/profile/Mauricio-Ruiz-Ochoa/publication/347384983_Review_of_emission_factors_in_carbon_footprint_methodologies_in_Colombia/links/6089fb16a6fdccaebdf4df31/Review-of-emission-factors-in-carbon-footprint-methodologies-in-Colombia.pdf
17. OFICINA NACIONAL DE ESTADÍSTICAS E INFORMACIÓN. *Anuario estadístico de Cuba. 2015-2022*. Fecha de consulta: 15/2/2023. <https://www.onei.gob.cu/anuario-estadistico-de-cuba-2022>
18. IREGUI, G.; MARAÑÓN MAISON, M. E. *Propuesta de índices de conversión de residuos para la huella ecológica*. Universidad de Oviedo. 2008. <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/29108>
19. OFICINA NACIONAL DE ESTADÍSTICAS E INFORMACIÓN. *Anuario Municipal de Estadísticas: Cueto. 2015-2022*. Fecha de consulta: 15/2/2023. <https://www.onei.gob.cu/anuario-municipal-de-estadistica-cueto-2015-2022>
20. PEDRO SILVA, N.; GÓMEZ-PAÍS, G. M.; TRISTÁ BARRERA, E. R.; RIVAS-RODRÍGUEZ, L.; ALBUQUERQUE BROOKS O. C. “Inventario de carbono en la recuperación de playas cubanas” *Rev. Internacional Contaminación Ambiental*, 2010, **36**(4), 865-874. <https://doi.org/10.20937/RICA.53625>

DECLARACIÓN CONFLICTO DE INTERESES

La autora declara que no existen conflictos de interés en el manuscrito presentado.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Niuman Mandiel Comas Arias: recolección de datos, elaboración de ecuaciones, procesamiento

de la información, tabulación, cálculos, confección de gráficos y redacción del informe.

Doralis Hernández Meriño: responsable de la revisión bibliográfica, análisis de aspectos teóricos, interpretación de resultados y redacción del informe.