

## ***CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA EN UN MUNICIPIO DE LA PROVINCIA DE VILLA CLARA***

### ***ECOLOGICAL FOOTPRINT CALCULATION IN A MUNICIPALITY OF VILLA CLARA PROVINCE***

*Yahima Pérez Pérez*<sup>1</sup>, *Iván L. Rodríguez Rico*<sup>2</sup>, *Mario Sergio Pino Hurtado*<sup>2\*</sup>  
*y Raciél Rodríguez Castellanos*<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Dirección Municipal de Planificación Física, Carretera Central Oeste # 68,  
Encrucijada, Villa Clara, Cuba.

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Química y Farmacia. Universidad Central  
"Marta Abreu" de las Villas. Carretera a Camajuaní km 5 ½. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

<sup>3</sup> Empresa de Cigarros "Juan de Mata Reyes" Calle Camilo Cienfuegos e/ Antonio Maceo y  
Joaquín Bernal, Trinidad, Sancti Spiritus, Cuba.

Recibido: Enero 7, 2019; Revisado: Febrero 1, 2019; Aceptado: Febrero 13, 2019

---

#### **RESUMEN**

En este trabajo se realiza el cálculo de la huella ecológica (HE) de un municipio de la provincia de Villa Clara, para el año 2013, utilizando un software que tiene programadas todas las expresiones matemáticas de la metodología de (Ress y Wackernagel, 1996). La HE y la capacidad de carga (CCT) del territorio en el año 2013, fue de 0,6603 hectáreas per cápita al año (he/cap./año) y 1,4233 respectivamente, lo que indica que el mismo posee superávit, revelando el camino hacia la sostenibilidad ambiental. Se realizaron predicciones de sustentabilidad en escenarios futuros, deseados y no deseados, hasta el año 2025. En el escenario no deseado se consideró el deterioro progresivo de la calidad ambiental de la región, motivado por un incremento de las subhuellas de energía y de cultivos; de superficie ociosa y reducción de la superficie forestal, lo que conduce a un aumento de la huella ecológica y disminución de la capacidad de carga con un déficit en el año 2023 de -0,0207 ha/cap./año. En el escenario deseado se consideran reducciones de la subhuella de energía, de las superficies ociosas y constructivas, así como el incremento de la subhuella de bosques y mares, de las superficies agrícolas y forestales, lo que garantiza reducciones graduales de la huella ecológica y aumentos de la capacidad de carga con crecimientos del superávit.

---

Copyright © 2019. Este es un artículo de acceso abierto, lo que permite su uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.

---

\* Autor para la correspondencia: Mario S. Pino, Email: [mapino@uclv.cu](mailto:mapino@uclv.cu)

**Palabras clave:** calidad ambiental; huella ecológica; superávit; sustentabilidad.

## **ABSTRACT**

This paper calculates the ecological footprint in a municipality of Villa Clara province in 2013 using a software that has programmed all the mathematical expressions of Ressa and Wackernagel methodology. The territory ecological footprint and carrying capacity in 2013 were 0.6603 ha/cap/year and 1.4233 ha/cap/year respectively, which indicates that it has a surplus, revealing the path towards environmental sustainability. Predictions of sustainability were made in desired and undesired future scenarios until 2025. The unwanted scenario was considered the progressive deterioration of the region's environmental quality, motivated by an increase in energy and crop sub footprints, idle area and forest area reduction, leading to an increase in the ecological footprint and decrease in carrying capacity with a deficit in 2023 of -0.0207 ha/cap/year. In desired scenario, reductions of the energy sub footprint, of idle and constructive surfaces are considered, as well as the sub footprint of forests and seas increase as well of agricultural and forest surfaces, which guarantees ecological footprint gradual reductions and load capacity increases with surplus increases.

**Key words:** environmental quality; ecological footprint; surplus; sustainability.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Debido a que las personas consumen los productos y servicios de la naturaleza, todos tienen un impacto en la tierra y esto no es problema, mientras la carga no sobrepase la capacidad de carga del planeta como plantea Martínez (2008). Un método para estimar el impacto humano en términos de superficie es el análisis de la HE según refiere Reyes (2003). La HE se expresa como la superficie necesaria para producir los recursos consumidos por un ciudadano medio de una determinada comunidad humana, así como la necesaria para absorber los residuos que genera, independientemente de la localización de estas áreas como refieren (Lara y col., 2012). Tiene gran importancia, ya que permite comprender cómo afecta nuestro modo de vida en la naturaleza y establece verdaderos costos del concepto actual de desarrollo (entendido como un aumento de tamaño y no de calidad de vida) como indica Tobasura (2008).

Es evidente que la excesiva presión sobre los ecosistemas del planeta provocará una disminución constante de la Biocapacidad y con ello, mayor competencia por recursos limitados como se referencia en Ministerio del Ambiente del Ecuador (2014).

La metodología de cálculo se basa en la estimación de la superficie necesaria para satisfacer los consumos asociados a la alimentación, a los productos forestales, al gasto energético y a la ocupación directa del terreno según plantea Martínez (2007).

Este cálculo permite a los gobiernos y a sus agencias evaluar los riesgos que pudieran presentarse y formular mejores políticas afirman (Capineri et al., 2010). Sirve como herramienta para desarrollar estrategias y escenarios con miras a un futuro sostenible como afirman (Martín y col., 2004). La HE también fue calculada en Cuba, los autores (Ressa y Wackernagel, 1996) plantean que la Isla posee un índice de desarrollo humano alto y una HE aceptable.

Debido al proceso de cambio climático, crecimiento poblacional y al uso de los suelos de forma indiscriminada, se ha producido un deterioro en la conservación del medio ambiente en este municipio reporta Yeras (2014), por lo que es necesario calcular la incidencia de un indicador de sostenibilidad indica Arias (2006). El presente artículo tiene como objetivo en el cálculo de la HE y CCT del municipio y evalúa si la región va hacia la sostenibilidad mediante la predicción de escenarios futuros deseados como no deseados.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Método de cálculo de la huella ecológica (HE)**

Se utiliza la metodología de (Ress y Wackernagel, 1996), con modificaciones para nivel de regiones.

#### **2.1.1. Modificaciones a la metodología.**

Con la intención de acercar la metodología de cálculo al ámbito de estudio, se han realizado una serie de modificaciones a la metodología original, ver Tabla 1.

**Tabla 1.** Diferencias entre la metodología original y la modificada

<b>Concepto</b>	<b>Metodología Original</b>	<b>Metodología Modificada</b>
Subhuella energía (SE)	Absorción de CO <sub>2</sub> .	Biocombustibles / superficie ocupada.
Subhuella cultivo (SC)	Índices de productividad medios mundiales.	Índices de productividad medios locales.
Subhuella pastos (SP)	Índices de productividad medios mundiales.	Índices de productividad medios locales.
Subhuella mar (SM)	Índices de productividad medios mundiales.	Índices de productividad medios mundiales.
Subhuella bosque (SB)	Índices de productividad medios mundiales.	Índices de productividad medios mundiales.
Subhuella superficie construida (SSC)	Ponderación.	Resultados finales.
Capacidad de Carga (CCT)	Ponderación.	Resultados finales.
Resultados de la HE	Resultados finales.	Resultados finales.
Unidad de medida	Hectáreas de territorio productivo estándar.	Hectáreas de territorio productivo local.

Fuente: Gareis (2018).

#### **2.1.2. Aplicación de la metodología empleada**

El cálculo de la HE se realiza, por tanto, encontrando las hectáreas necesarias para asegurar el suministro de cada uno de los artículos de consumo y la absorción de los residuos que la actividad humana genera, expresada en la ecuación 1:

$$aa_i = \frac{c_i}{p_i} \tag{1}$$

Donde:

aai: área de tierra per cápita para la producción de cada artículo de consumo (ha/ cap).

ci: consumo medio anual de ese artículo (kg/cap).

pi: (i), productividad anual por hectárea (kg/ha).

La huella ecológica total per cápita (he) se realiza sumando todas las áreas ecosistémicas apropiadas (a) por cada artículo (i) del cesto de la compra anual de bienes y servicios de consumo, a través de ecuación 2.

$$he = \sum_{i=1}^{i=n} a_i \quad (2)$$

Para obtener la huella ecológica (HE) de la población estudiada se utiliza la ecuación 3.

$$HE = NH * he \quad (3)$$

Donde:

NH: número de habitantes

La Tabla 2 muestra las ecuaciones 4 - 9 pertenecientes a las diferentes subhuellas ecológicas a utilizar para el cálculo de la HET.

**Tabla 2.** Ecuaciones de las Subhuellas Ecológicas

<b>SE</b>	$SE = \frac{CE}{NH} / FC + \frac{CCN}{NH} / FC + \frac{CFO}{NH} / FC + \frac{CD}{NH} / FC + \frac{CGE}{NH} / FC + \frac{CGR}{NH} / FC$ $+ \frac{CK}{NH} / FC + \frac{CN}{NH} / FC + \frac{CGLP}{NH} / FC + \frac{CAD}{NH} / FC + \frac{CA}{NH} / FC$ $+ \frac{CG}{NH} / FC + \frac{CAN}{NH} / FC + \frac{CT}{NH} / FC + \frac{CC}{NH} / FC$ $+ \frac{CCB}{NH} / FC + \frac{CTA}{NH} / FC + \frac{CAS}{NH} / FC \quad (4)$
<b>SC</b>	$SC =$ $\sum_{i=1}^{i=n} \text{cereales} \frac{\text{Cons. } i}{NH} / Ri + \sum_{i=1}^{i=n} \text{hortalizas} \frac{\text{Cons. } i}{NH} / Ri + \sum_{i=1}^{i=n} \text{tub. y raíces} \frac{\text{Cons. } i}{NH} /$ $Ri + \sum_{i=1}^{i=n} \text{legumbres} \frac{\text{Cons. } i}{NH} / Ri + \sum_{i=1}^{i=n} \text{viandas} \frac{\text{Cons. } i}{NH} / Ri + \sum_{i=1}^{i=n} \text{cítricos} \frac{\text{Cons. } i}{NH} /$ $Ri + \sum_{i=1}^{i=n} \text{frutas} \frac{\text{Cons. } i}{NH} / Ri + \sum_{i=1}^{i=n} \text{otros alim.} \frac{\text{Cons. } i}{NH} / Ri \quad (5)$
<b>SP</b>	$SP = \sum_{i=1}^{i=n} CB \frac{\text{Cons. } i}{NH} / Ri + \sum_{i=1}^{i=n} CP \frac{\text{Cons. } i}{NH} / Ri + \sum_{i=1}^{i=n} CA \frac{\text{Cons. } i}{NH} / Ri + \sum_{i=1}^{i=n} COC / Ri$ $+ \sum_{i=1}^{i=n} PB \frac{\text{Cons. } i}{NH} / Ri + \sum_{i=1}^{i=n} PP \frac{\text{Cons. } i}{NH} / Ri + \sum_{i=1}^{i=n} POC \frac{\text{Cons. } i}{NH} / Ri$ $+ \frac{CH}{NH} / RH + \frac{CL}{NH} / RL + \frac{CQ}{NH} / RQ \quad (6)$
<b>SM</b>	$SM = \sum_{i=1}^{i=n} PF \frac{\text{Cons. } i}{NH} / Ri + \frac{CPE.}{NH} / RPE + \frac{COAM}{NH} / RP + \frac{CM}{NH} / RM \quad (7)$
<b>SB</b>	$SB = \frac{CP}{NH} / RP + \frac{CM}{NH} / RM + \frac{CL}{NH} / RL \quad (8)$
<b>SSC</b>	$SSC = (\sum_{i=1}^{i=n} TSC) / NH \quad (9)$

Fuente: (Ress y Wackernagel, 1996)

Donde:

SE: Subhuella de energía (ha/cap/año).	PB: Consumo anual de Pienso Bovino (kg).
NH: Número de habitantes	PP: Consumo anual de Pienso Porcino (kg).
FC: Factor de conversión (t)	POC: Cons. Anual Pienso Ovino-Caprino (kg).
CE: Consumo anual de energía (MW*h).	Ri: Rendimiento (kg/ha).
CCN: Consumo anual Crudo Nacional (t).	RH: Rendimiento de Huevo (kg/ha).
CFO: Consumo anual de Fuel Oil (t).	RL: Rendimiento de la Leche (kg/ha).
CD: Consumo anual de Diesel (t).	RQ: Rendimiento del Queso (kg/ha).
CGE: Consumo anual Gasolina Especial (t).	SM: Subhuella de Mar (ha/cap/año).
CGR: Consumo anual Gasolina Regular (t).	PF: Consumo anual de Pescado Fresco (kg).
CK: Consumo anual de Keroseno (t).	CPE: Consumo anual Pescado Embasado (kg).
CN: Consumo anual de Nafta (t).	COAM: Cons. Anual otros alimentos Marinos.
CGLP: Consumo anual de GLP (t).	CM: Consumo anual de Mariscos (kg).
CAD: Cons. Anual Alcohol (t).	Ri: Rendimiento del pescado fresco (kg/ha).
CA: Consumo anual Aceites lubricantes (t).	RPE: Rendimiento Pescado Embasado (kg/ha).
CG: Consumo anual Grasas lubricantes (t).	RP: Rendimiento del Pescado (kg/ha).
CAN: Consumo anual de Antracina (t).	RM: Rendimiento de los Mariscos (kg/ha).
CT: Consumo anual de Turbo (t).	SB: Subhuella de Bosques (ha/cap/año).
CC: Consumo anual de Coque (t).	CP: Consumo anual del Papel (kg).
CCB: Cons. Anual Carbón Butiminoso (t).	CM: Consumo anual de la Madera (m3).
CTB: Consumo anual de Turba (t).	CL: Consumo anual de la Leña (kg).
CAS: Consumo anual de Asfalto (t).	RP: Rendimiento del Papel (kg/ha).
SP: Subhuella de Pastos (ha/cap/año).	RM: Rendimiento de la Madera (kg/ha).
CB: Consumo anual de Carne Bovina (kg).	RL: Rendimiento de la Leña (kg/ha).
CP: Consumo anual de Carne Porcina (kg).	SC: Subhuella de cultivo (ha/cap/año).
CA: Consumo anual de Carne Avícola (kg).	Cons: Consumo anual de los cultivos (kg).
COC: Cons. Anual Carne Ovino-Caprino.	Ri: Rendimiento de los cultivos (kg/ha).
CH: Consumo anual de Huevos (u).	SSC: Subhuella Sup. Construida (ha/cap/año).
CL: Consumo anual de Leche (L).	TSC: Tipo de Superficie Construida (ha).
CQ: Consumo anual de Queso (kg).	

### **2.1.3. Huella ecológica total (HET)**

Para determinar la HET se suman todas las subhuellas para obtener la superficie de tierra y mar ecológicamente productiva para producir todos los recursos consumidos y para asimilar todos los desechos generados por una población. Ver ecuación 10.

$$HET = SE + SC + SP + SM + SB + SSC \quad (10)$$

Donde,

HET: Huella ecológica total (ha/cap/año).

### **2.1.4. Capacidad de carga (CCT)**

La capacidad de carga se calcula utilizando la ecuación 11:

$$CCT = \left( \sum_{i=1}^{i=n} \frac{SA+SF+SFC-SO}{NH} \right) - 12\% \text{ biodiv.} \quad (11)$$

Donde,

CCT: Capacidad de Carga (ha/cap/año).

NH: Número de habitantes.

SA: Superficie Agrícola (ha).

SF: Superficie Forestal (ha).

SPC: Superficie Población Construida (ha).

SO: Superficie Ociosa (ha).

biodiv: biodiversidad biológica que incluye animales y plantas del ecosistema

### 2.1.5. Superávit o déficit ecológico

Para comprobar la presencia de superávit o déficit ecológico se utiliza la ecuación 12, lo que permite conocer el nivel de autosuficiencia del ámbito de estudio. Si  $HET > CCT$ , la región presenta un déficit ecológico y si  $CCT \geq HET$ , entonces la región es autosuficiente.

$$SDET = CCT - HET \quad (12)$$

Donde,

SDET: Superávit o Déficit Ecológico Total (ha/cap/año).

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Cálculo de la huella ecológica (HE) del municipio

Se obtienen los valores de las subhuellas y de la HET y es así posible entonces evaluar si el municipio tiene un déficit o superávit ecológico. La Tabla 3 muestra los valores generales para calcular cada subhuella, la HE y la CCT.

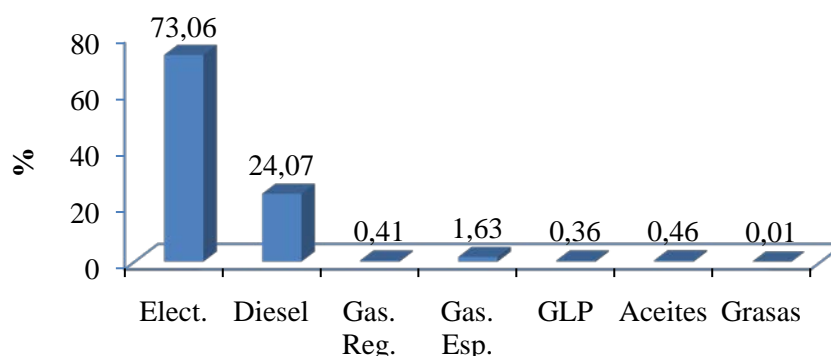
**Tabla 3.** Datos generales tomados de referencia para los cálculos de las subhuellas ecológicas.

<i>Datos</i>	<i>Valor</i>
Número de habitantes	33 669
Extensión total del municipio (ha)	59 130,21

Fuente: (ONEI, 2013).

#### 3.1.1. Cálculo de la subhuella de energía (SE)

Se utilizó la información referida por (ONEI, 2013) como se muestra en la Figura 1.



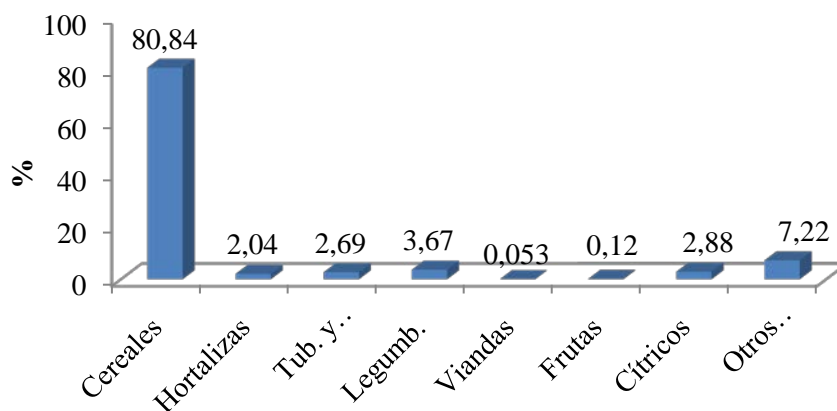
**Figura 1.** Cálculo de la subhuella de energía del municipio para el año 2013

#### 3.1.2. Cálculo de la subhuella de cultivos (SC)

Se utilizó el valor de la producción agropecuaria referida a las CCS, CPA, UBPC, el sector estatal y educación e información de la (ONEI, 2013) del municipio.

De la Figura 2 se concluye que el territorio tiene una SC de 0,2885 ha/cap/año, que representa el 43,69% en la HET.

Las producciones de cereales son las de mayor incidencia, con una HE de 0,2332 ha/cap/año, que representa el 80,84%, incluyendo el consumo de arroz con 70,475 %.

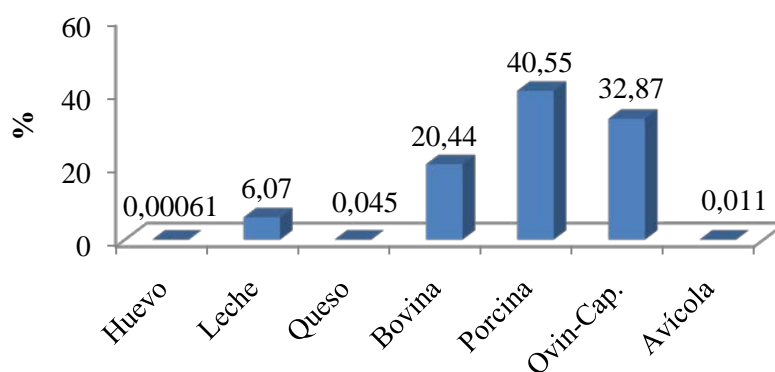


**Figura 2.** Cálculo de la subhuella de cultivos del municipio para el año 2013

Del análisis de la Figura 1 se puede plantear que la SE es de 0,0799 ha/cap/año lo que representa el 12,11 % en la HET. El portador energético de mayor incidencia es la electricidad, con 73,06 %, ya que en este rubro se consideran los consumos de los organismos, más el consumo de la zona residencial.

### 3.1.3. Cálculo de la subhuella de pastos (SP)

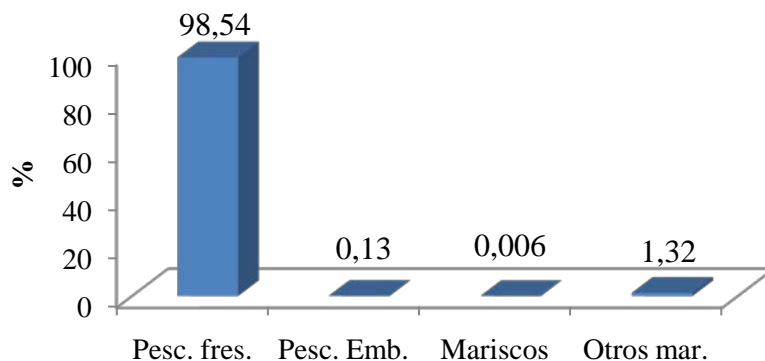
Se utilizaron los datos de la (ONEI, 2013) como muestra la Figura 3.



**Figura 3.** Cálculo de la subhuella de pastos del municipio en el año 2013

### 3.1.4. Cálculo de la subhuella de mar (SM)

Se utilizaron datos de la entidad UEB PESCAVILLA, estos valores no son muy significativos, lo que demuestra que no se explota esta rama de la economía. En la Figura 4 se observa el comportamiento del cálculo de la SM en el territorio.

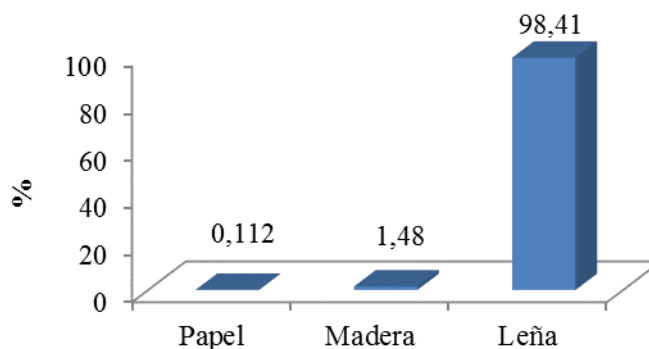


**Figura 4.** Cálculo de la subhuella de mar del municipio en el año 2013

La SP es de 0,1465 ha/cap/año, con un 22,19 % en la HET, siendo el de mayor incidencia el consumo de carne porcina, con 40,55%. De la figura 4 se puede concluir que la SM es de 0,0026 ha/cap/año, lo que representa 0,4% de la HET. El principal aporte es el consumo de pescado fresco, con el 98,54% en la HET. El aporte que tiene el pescado embasado, mariscos y otros alimentos es muy bajo, esto debido a los bajos niveles de producción, en el caso de los mariscos porque además de las producciones limitadas, se reúsan productos de la actividad pesquera.

### 3.1.5. Cálculo de la subhuella de bosque (SB)

Se utilizaron los datos de la Empresa Forestal y de Impresiones Gráficas Taller 04, como se muestra en la Figura 5.



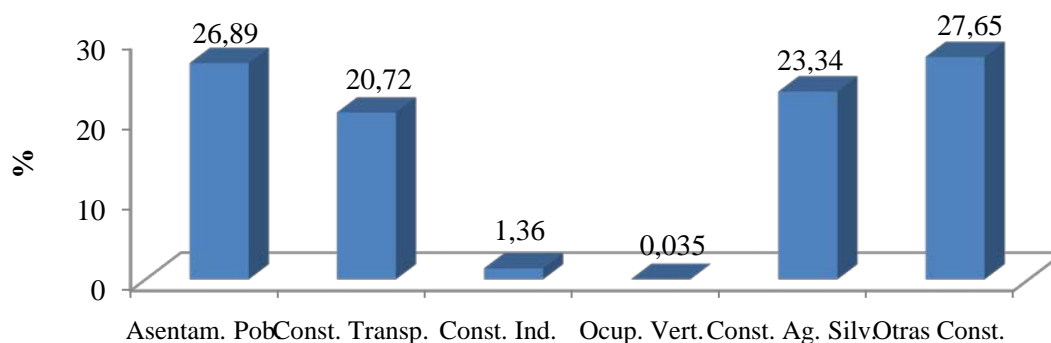
**Figura 5.** Cálculo de la subhuella de bosques del municipio

### 3.1.6. Cálculo de la subhuella de superficie construida (SSC)

Se tomaron datos del Sistema Informativo del Catastro Nacional, tomando en cuenta las hectáreas de suelos ocupados por las distintas construcciones, ver Figura 6.

En la figura 5 la SB es de 0,0066 ha/cap/año, con un 1,006 %, siendo el mayor aporte la leña con 98,41%. El consumo del papel es el más bajo con 0,112 %. En la figura 6 la SSC es de 0,136 ha/cap/año, con 20,72 %. El mayor aporte es la de los asentamientos poblacionales, con 26,89 %. Las construcciones ocupadas por vertederos son las de menos contribución, con el 0,035 %, seguido de las industrializadas con 1,36%, debido a la poca industrialización.

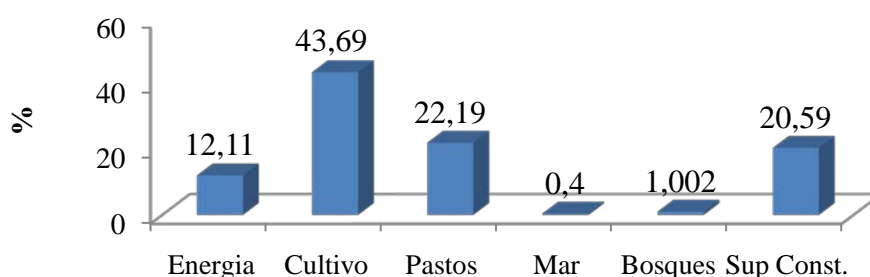




**Figura 6.** Cálculo de la subhuella de superficie construida del municipio

### 3.1.7. Cálculo de la huella ecológica total (HET).

En la Figura 7 se muestra el resultado del cálculo de la HET del municipio para el año 2013, que no es más que la suma de cada subhuella, obtenidos con el software.



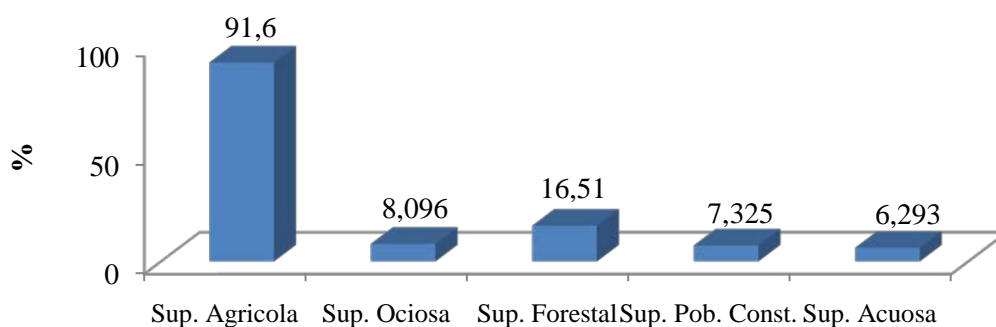
**Figura 7.** Porcentaje que representan las subhuellas en la HET

El municipio tiene una HET del 0,6603 ha/cap/año. La SC es la que más incidencia tiene con 0,2885 ha/cap/año y representa el 43,69 %, que es donde más se desarrolla el municipio, ya que la agricultura es el renglón principal. La SM es la de menor incidencia, con 0,0026 ha/cap/año y representa el 0,4%, siendo la categoría más baja, por lo que demuestra que no se aprovecha esta rama de la economía. La SSC, representa el 20,59% de la HET, se debe analizar en esta categoría la necesidad de hacer una mejor distribución y uso del suelo, incentivar que las construcciones sean de edificios verticales, para lograr una mayor cantidad de viviendas.

### 3.2. Cálculo de la capacidad de carga

Para el cálculo de la CCT se tomaron los datos de la Oficina Nacional de Catastro para el año 2013, como se muestra en la Figura 8.

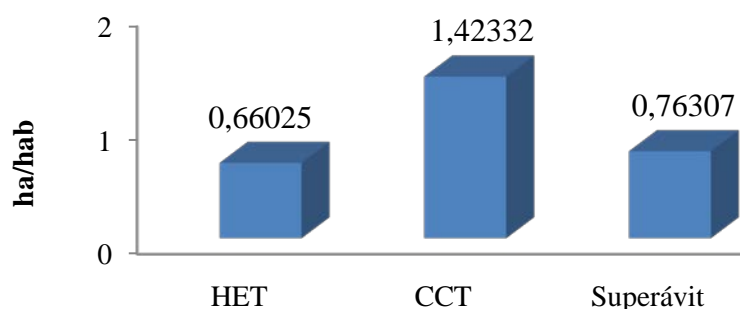
Quedó demostrado que el municipio tiene una CCT de 1,4233 ha/cap/año. La superficie de mayor incidencia es la agrícola con un 91,6%, reafirmando que la base económica-productiva de la región es la agricultura, lo que ratifica los bajos resultados de la superficie ociosa que representa un 8,096%, siendo el de menor contribución.



**Figura 8.** Cálculo de la CCT del municipio en el año 2013

### 3.3. Déficit o superávit ecológico

Para evidenciar la manifestación de déficit o superávit ecológico se calcula la diferencia entre el área consumida (HE) y el área disponible (CCT). Por tanto, el déficit ecológico indica que la región no es autosuficiente, ya que consume más recursos de los que dispone. Lo que indica que la comunidad se está apropiando de superficies fuera de su territorio, ya sea hipotecando o haciendo uso de superficies de las futuras generaciones. En el marco de la sostenibilidad, el objetivo final de una sociedad tendría que ser el de disponer de una HE que no superara su CCT, y por tanto, que el déficit ecológico fuera cero. En la Figura 9 se muestra una comparación entre la HE, CCT y superávit del municipio.



**Figura 9.** Comparación de los valores de la HET, CCT y superávit del municipio

Analizando la Figura 9 se aprecia que existe un superávit ecológico de 0,763 ha/hab, aunque se consumen productos importados. Los mayores consumos son propios de la región lo que indica cierta autonomía. Atendiendo a que el municipio presenta riesgos, vulnerabilidades y potencialidades, el cálculo de la HET constituye una herramienta ambiental que permite evaluar el desarrollo local del territorio y predecir escenarios futuros, por tanto se proponen dos escenarios, el deseado y el no deseado, con alcance hasta el año 2025, para ir en busca de producciones sostenibles que permitan disminuir la Carga Ecológica de la región.

### 3.4. Cálculo de la huella ecológica en escenarios futuros

#### 3.4.1. Escenario deseado.

Disminuye el área consumida (HET) y aumenta el área disponible (CCT), alcanzando en el año 2025 valores de HET de 0,6114 ha/hab, CCT de 1,914 ha/hab y un superávit

de 1,30 ha/hab, condiciones deseadas que se debe alcanzar para lograr una sostenibilidad ambiental, como se muestra en la Figura 10.

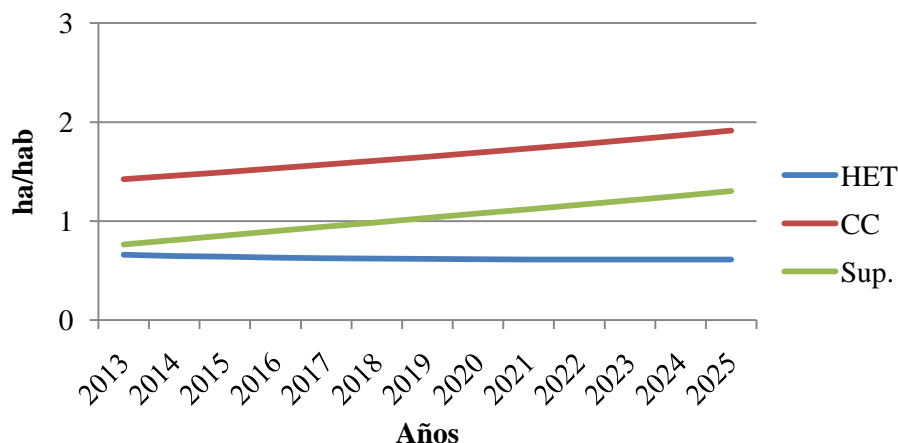


Figura 10. Análisis del comportamiento de la HET, CCT y superávit en escenario deseado

### 3.4.2. Escenario no deseado

Aumenta el área consumida (HET) y disminuye el área disponible (CCT), alcanzando un déficit a partir del año 2023 de -0,0207 ha/hab, condiciones a las que el territorio no puede anhelar. Ver Figura 11.

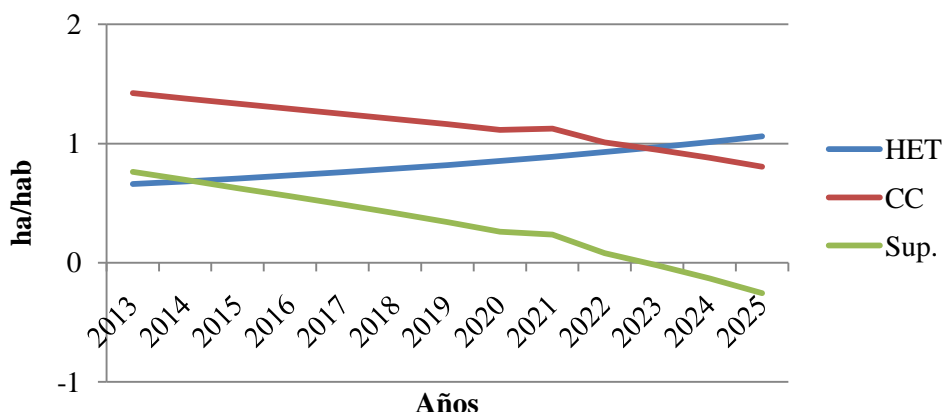


Figura 11. Análisis del comportamiento de la HET, CCT y superávit en escenario no deseado

Las condiciones propuestas en el escenario deseado de la Figura 10 son las políticas a seguir de la provincia, ya que es una posible solución para que esta mantenga la sostenibilidad ambiental, de lo contrario si no se crea un control y exigencia, esto trae consigo lo planteado en el escenario no deseado en la Figura 11, donde al no existir el control, la región va hacia el consumo de aquellas áreas que dispone, ocurriendo que se alcancen valores de déficit como se evidencia en el año 2023, situación que debe revertir el territorio.

## 4. CONCLUSIONES

1. El cálculo de la Huella ecológica y la Capacidad de Carga del municipio en el año 2013, es de 0,6603 ha/cap./año y 1,4233 ha/cap./año respectivamente, lo que indica que el territorio posee superávit, revelando el camino hacia la sostenibilidad ambiental.

2. El escenario deseado considera reducciones de la Subhuella de Energía, de las superficies constructivas y el incremento de la Subhuella de Mar, superficies agrícolas y forestales, lo que garantiza reducciones graduales de la Huella Ecológica y aumentos de la Capacidad de Carga con crecimientos del superávit.
3. La predicción del escenario no deseado consideró el deterioro progresivo de la calidad ambiental de la región hacia el 2025, motivado por un incremento de las Subhuellas de Energía y Cultivos, lo que conduce a un aumento de la Huella Ecológica y disminución de la Capacidad de Carga con un déficit de -0,0207 ha/cap./año.

## **REFERENCIAS**

- Arias, F., Desarrollo sostenible y sus indicadores., Revista Sociedad y Economía, Universidad del Valle, Cali, Colombia, No. 11, Jul.-Dic., 2006, pp. 200-229.
- Capineri, C., Niccolucci, V., Tiezzi, E., Ecological Footprint vs Biocapacity of world regions: a geopolitical interpretation., Memories of the State of the Art in Ecological Footprint Theory and Applications Forum, Jun. 2010, United Kingdom, pp. 21-22.
- Gareis, M.C., Lectura de las áreas urbanas en clave de economía ecológica., Geografía em Questão, Vol. 11, No. 1, 2018, pp. 60-74.
- Lara, J., Falfán, L. y Villa, A., Huella ecológica, datos y rostros., Vol. 1, Editorial Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2012, pp. 5-15.
- López, E., Software para determinar Huellas Ecológicas e Hídricas., Memorias del Congreso Internacional Universidad 2014, Palacio de las Convenciones, La Habana, Cuba, Feb., 2014.
- Martín, F., González, F., Miguélez, F., Menéndez, E., Dopico, J., Desarrollo sostenible y huella ecológica. Una aplicación a la economía gallega., Vol. 1, Editora: Cristina Seco, Gesbiblo S.L., 2004, pp. 39-89.
- Martínez, C.R., Algunos aspectos de la huella ecológica., Revista de las Sedes Regionales, Vol. 8, No. 14, 2007, pp. 11-25.
- Martínez, C.R., Educación y huella ecológica, Actualidades Investigativas en Educación, Vol. 8, No. 1, 2008, pp. 1-28.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador, Reporte de la Huella Ecológica del Ecuador 2008 – 2011, Quito, Ecuador, 2014, pp. 1-6.
- ONEI., Oficina Nacional de Estadística e Información. Anuario Estadístico de Villa Clara., Encrucijada, 2013, pp. 1-5.
- Ress, W., Wackernagel, M., Our Ecological Footprints. Reducing Human Impact On The Earth., Universidad de la Columbia Británica: Community & Regional Planning, 1996, pp. 1-42.
- Reyes, B., Reseña de Nuestra Huella ecológica: Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra., Revista de la Universidad Bolivariana, Vol. 1, No. 4, 2003, pp. 1-5.
- Tobasura, I., Huella Ecológica y Biocapacidad: Indicadores Biofísicos para la Gestión Ambiental. El caso de Manizales, Colombia., Revista Luna Azul, Universidad de Caldas, No. 26, Enero - Junio 2008, pp. 119-136.
- Yeras, J., Diagnóstico Ambiental de la cuenca Sagua la Chica., Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos Villa Clara, CESAM, 2014, pp. 3-10.