

DETERMINACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA DEL MUNICIPIO LAJAS

MSc. Romel Nodarse García
mdl200827@ucf.edu.cu

Profesor Asistente Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez, Cuba.

Dr. Eduardo López Bastida
kuten@ucf.edu.cu

Profesor Titular Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez, Cuba.

RESUMEN

Uno de los objetivos de la economía ecológica es la búsqueda de indicadores de sustentabilidad, siendo necesario encontrar los más adecuados para trazar correctas políticas de sustentabilidad a diferentes niveles, siendo la Huella Ecológica uno de los más usados para países y ciudades. El presente trabajo realiza el cálculo de la Huella Ecológica del municipio Lajas con datos del año 2009 basada en la metodología propuesta por López Bastida y colaboradores para la provincia Cienfuegos. Se presentan en la investigación datos de la subhuella, energía, cultivo, pastos, bosque, mar y superficie construida, comparándola con la capacidad de carga de esta misma variable. Los datos obtenidos son comparados con la huella de la de la provincia Cienfuegos y otras similares, se hace al final de trabajo un análisis crítico de las principales dificultades y políticas que debe trazar Lajas para mejorar la sustentabilidad de su huella ecológica y se presenta una propuesta de estrategias para aplicar a nivel local en el municipio con vistas a lograr un desarrollo equilibrado y ecoeficiente.

Palabras claves: Huella ecológica. Capacidad de carga. Déficit o superávit ecológico. Desarrollo sostenible. Economía ecológica.

SUMMARY

One of the objectives of the ecological economy is the search of indicators of sustainability, so it is being necessary to find the more appropriate ones in order to trace correct policy of sustainability to several levels, being the Ecological Footprint, one of the more used due to countries and cities. The present work carries out the calculation of the Ecological Footprint of Lajas municipality with data of the year 2009 based on the methodology proposal by López Bastida and collaborators for the Cienfuegos province; in the investigation are presented data of the footprint energy, cultivation, grasses, forest, sea and built surface, comparing them with the capacity of charge of the same variable. The obtained data are compared with the footprint of Cienfuegos province and other similar ones, it is made at the end of work a critical analysis of the main difficulties and policies that Lajas should trace in order to improve the sustainability of its ecological footprint and a proposal of strategies is also given in order to apply it to local level in the municipality with the purpose to achieve a balanced and eco-efficient development.

Keywords: Ecological footprint. Capacity. Ecological deficit or surplus. Sustainable development. Ecological economics.

INTRODUCCIÓN

Las políticas de desarrollo económico basado en la máxima producción, el consumo, la explotación ilimitada de recursos y el beneficio como único criterio de la buena marcha económica es insostenible; un planeta limitado no puede suministrar indefinidamente los recursos que esta explotación exigiría. Por esto se ha impuesto la idea de que hay que ir a un desarrollo real, que permita la mejora de las condiciones de vida, pero compatible con una explotación racional del planeta que cuide el ambiente: El llamado desarrollo sostenible; implica un reto para la economía en la búsqueda de nuevos indicadores que reflejen el proceso de sostenibilidad.

La Huella Ecológica es un indicador de economía ecológica que calcula el consumismo, definido como «el área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población dada con un modo de vida específico de forma indefinida». Su objetivo fundamental consiste en evaluar el impacto sobre el planeta de un determinado modo o forma de vida y, consecuentemente, su grado de sostenibilidad.

Este indicador tiene la importancia, de que nos ayuda a comprender cómo afecta nuestro modo de vida a la naturaleza y a establecer los verdaderos costes del concepto de desarrollo permitiendo ver muchos impactos que los indicadores tradicionales no reflejan. Su análisis proporciona la interpretación ecológica de hoy y permite trazar políticas para disminuir la carga ecológica de la humanidad. Es posible asegurar el bienestar humano con el patrimonio ecológico que tomamos prestados de nuestros hijos y la huella nos indica si caminamos en buena dirección.

Su cálculo revela también los intercambios implicados por el comercio entre las naciones, lo que permite a los gobiernos de éstas y a sus agencias evaluar los riesgos que pudieran presentarse y formular mejores estrategias al respecto. El cálculo de este indicador es posible hacerlo a nivel mundial para estimar la huella de naciones, regiones, ciudades, familias, individuos, productos o servicios, existiendo una amplia literatura actual sobre reportes de huellas de países y ciudades de todo el planeta, lo cual nos permite tener un índice de comparación de los diferentes modelos de desarrollo.

En la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” se viene investigando desde hace algunos años la determinación de la Huella Ecológica, por López Bastida y colaboradores, habiendo ya realizado la Huella Ecológica de la provincia Cienfuegos la cual es la de mayor diferencia de desarrollo entre el municipio cabecera y el resto de los municipios, por lo que resulta necesario para tener una visión integral de la provincia, efectuar estos cálculos al resto de los municipios.

Para la realización de la investigación se trazo como objetivo general: Determinar la Huella Ecológica en el municipio Lajas.

Complementando el objetivo general se trazaron los siguientes objetivos específicos de la investigación:

- Determinar basada en la metodología propuesta por López Bastida y colaboradores, la Huella Ecológica del municipio Lajas.
- Comparar cuantitativamente este indicador con similares a nivel territorial, nacional e internacional.
- Proponer de acuerdo al análisis de este indicador estrategias de desarrollo sostenibles para el municipio.

Para cumplimentar estos objetivos primeramente se realiza un análisis teórico del estado actual del tema de investigación, haciendo énfasis en los conceptos fundamentales relacionados con la medición de la Huella Ecológica y sus principales metodologías de cálculo, ventajas y desventajas, posteriormente se explica la metodología empleada para realizar dicho cálculo; se finaliza con un análisis comparativo, cuales son los resultados y se hacen propuestas de políticas a instrumentar por el gobierno de la localidad a fin de garantizar la sostenibilidad del municipio.

METODOLOGÍA EMPLEADA

Para realizar el estudio se decide utilizar la metodología de William Ress y Mathis Wackernagel (1996) empleada en la determinación de la Huella Ecológica de Cochabamba, adaptada a las condiciones de la provincia Cienfuegos por López Bastida y colaboradores.

Con la intención de acercar la metodología de cálculo a nuestro ámbito de estudio, se han realizado una serie de modificaciones a la metodología estándar. Esta metodología modificada ha sido aplicada en el ámbito de la provincia de Cienfuegos.

Las principales modificaciones incluidas tienen que ver con:

- La aplicación de índices de productividad local, en lugar de los mundiales.
- La conversión de la energía consumida de forma directa mediante el método de la producción de biocombustibles.
- La no aplicación de factores de ponderación con lo que los resultados finales, tanto de la Huella Ecológica como de la capacidad de carga, vienen expresados en hectáreas de territorio productivo local.

Los datos referidos al consumo del año 2009, fueron brindados por diferentes entidades del municipio Lajas; la Oficina Nacional de Estadística, Unidad Básica Alimenticia, la Empresa Municipal de Comercio y Gastronomía, Organización Básica Eléctrica, la Dirección Municipal de Economía y Planificación, Empresa de Ganado Menor y la Empresa Forestal Integral Cienfuegos.

Según la Oficina Nacional de Estadística el municipio cuenta con una población ascendente a 22,247 habitantes al cierre del año 2009.

A continuación se exponen los diferentes pasos de esta metodología.

El cálculo de la Huella Ecológica se hace a partir de la suma de las huellas particulares de las distintas necesidades del hombre y la necesidad de reciclar sus desechos. Estas necesidades que a la vez son las subhuellas se dividen en: Energía (área de absorción de CO₂), cultivos, pastos, mar, bosques, superficie construida.

- Área de absorción de CO₂: superficie de bosque necesaria para la absorción de la emisión de CO₂ debida al consumo de combustibles fósiles para la producción de energía. Se contabilizan consumos en la producción de bienes, gastos en vivienda y transportes, entre otros.
- Cultivos: área para producir los vegetales que se consumen. Constituye la tierra más productiva ecológicamente, y genera la mayor producción neta de biomasa utilizable por las comunidades humanas.
- Pastos: área dedicada al pastoreo de ganado.
- Bosques: área en explotación para producir la madera y el papel.
- Mar productivo: área para producir pescado y marisco.
- Superficie construida: áreas urbanizadas u ocupadas por infraestructuras.

CÁLCULO DE LA SUBHUELLA DE ENERGÍA

El cálculo de la subhuella energía (área de absorción de CO₂), se desglosa en los distintos portadores energéticos que utilizan combustibles fósiles tales como electricidad, diesel, gasolina, keroseno, GLP, nafta y lubricantes; no tomando en cuenta los consumos de aquellos que se consideren insignificantes a la hora de realizar los estudios.

Para la determinación de esta categoría, primeramente se lleva el consumo anual a combustible equivalente, estos se transfieren a la cantidad de kilocalorías que liberan, luego de kilocalorías a

joule y por último a giga joule, posteriormente su equivalencia en CO₂ absorbido por hectáreas de bosque.

En resumen el cálculo de la **subhuella ecológica energía** quedará como expresan las siguientes formulaciones:

$$\text{Primer paso.} \quad CE_i = CP_i * FC_i * 1000$$

Donde, CE_i: Consumo de combustible equivalente (kg), CP_i: Consumo anual portadores energéticos que utilizan combustibles fósiles (MW*h, t, kg), FC_i: Factor de convención toneladas de combustible convencional (t)

$$\text{Segundo paso.} \quad GJ_i = \frac{CE_i * KC_i * 4186.8}{1000000000}$$

Donde, GJ_i: Giga Joule que representa (GJ), KC_i: Kilocalorías que libera en combustible en (kcal), 4,186.2 J/kg: Equivalencia kilocaloría internacional por kilogramo (kcal_{IT}/kg).

$$\text{Tercer paso.} \quad SHC_i = \frac{GJ_i}{NH}$$

Donde, SHC_i: Subhuella ecológica del producto (ha/cap/año), NH: Número de habitantes (uno), 100 GJ: Cantidad de giga joule que absorbe una hectárea al año

$$\text{Cuarto paso} \quad SHE = \sum_{i=1}^n SHC_i$$

Donde, SHE: Subhuella ecológica energía (ha/cap/año).

CÁLCULO DE LA SUBHUELTA DE CULTIVOS

Los cultivos se subdividen en cereales, hortalizas, legumbres, tubérculos y raíces, viandas, cítricos, frutas y otros alimentos, estas subcategorías se dividen en productos específicos.

Con estos datos se determina la **subhuella de los cultivos** dada por la siguiente fórmula:

$$SHC = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{CC_i}{RC_i} + \sum_{j=1}^m \frac{CHO_j}{RHO_j} + \sum_{k=1}^l \frac{CTR_k}{RTR_k} + \sum_{p=1}^t \frac{CL_p}{RL_p} + \sum_{r=1}^b \frac{CV_r}{RV_r} + \sum_{a=1}^u \frac{CF_a}{RF_a} + \sum_{b=1}^f \frac{CCT_b}{RCT_b} + \sum_{c=1}^h \frac{COAc}{ROAc}}{NH}$$

Donde, SHC: Subhuella ecológica de cultivos (ha/cap/año), CC_i: Consumo de cereales (kg), RC_i: Rendimiento de los cereales (kg/ha), CHO_j: Consumo de hortalizas (kg), RHO_j: Rendimiento de las hortalizas (kg/ha), CTR_k: Consumo de tubérculos y raíces (kg), RTR_k: Rendimiento de los tubérculos y raíces (kg/ha), CL_p: Consumo de legumbres (kg), RL_p: Rendimiento de las legumbres (kg/ha), CV_r: Consumo de las viandas (kg), RV_r: Rendimiento de las viandas (kg/ha), CV_a: Consumo de frutas (kg), RV_a: Rendimiento de las frutas (kg/ha), CCT_b: Consumo de cítricos (kg), RCT_b: Rendimiento de los cítricos (kg/ha), COAc: Consumo de otros alimentos (kg), ROAc: Rendimiento de otros alimentos (kg/ha).

CÁLCULO DE LA SUBHUELTA DE PASTOS

En el caso de los pastos se subdividen en las categorías: Huevo, leche, queso, carne (bovina, porcina, avícola. y ovino - caprino). Estas a su vez se subdividen en diferentes subcategorías.

En el caso de las carnes se realiza un doble cálculo. Primero se calcula la cantidad de tierra necesaria para lograr la cantidad de carne consumida, es decir; se realiza la conversión de kg de carne - hectárea de tierra. Esto se hace tomando los consumos de las distintas carnes en el 2009, a partir de los datos ofrecidos por la Oficina Nacional de Estadística del municipio. Los rendimientos se obtienen en las distintas empresas relacionadas con estos productos en la localidad, así como también de datos a nivel internacional.

En resumen, el cálculo de **la subhuella de los pastos** se calcula de la siguiente forma:

$$SHP = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n CBi}{RBi} + \frac{\sum_{j=1}^m CPj}{RPj} + \frac{\sum_{k=1}^l CAk}{RAk} + \frac{\sum_{d=1}^{\tilde{n}} COd}{ROd} + \frac{\sum_{p=1}^t CHp}{RHp} + \frac{\sum_{r=1}^b CLr}{RLr} + \frac{\sum_{a=1}^u CQa}{RQa}}{NH}$$

Donde, SHP: Subhuella de pastos (ha/cap/año), CBi: Consumo de carne bovina (kg), CPj: Consumo de carne porcina (kg), CAk: Consumo de carne avícola (kg), COd: Consumo de carne ovino – caprino (kg), CHp: Consumo huevos (Miles de Unidades), CLr: Consumo leche (L), CQa: Consumo de queso (kg), RBi: Rendimiento de carne bovina (kg/ha), RPj: Rendimiento de carne porcina (kg/ha), RAk: Rendimiento de carne avícola (kg/ha), ROd: Rendimiento de la carne ovino – caprino (kg/ha), RHp: Rendimiento de huevos (kg/ha), RLr: Rendimiento de leche (kg/ha), RQa: Rendimiento de queso (kg/ha).

CÁLCULO DE LA SUBHUELLA DE MAR

En lo relacionado con el mar este se dividió en: pescado fresco, pescado envasado, otros alimentos pesqueros, mariscos.

En conclusión la **subhuella de mar** se calcula de la siguiente forma:

$$SHM = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n CPF .i}{RPF .i} + \frac{\sum_{j=1}^m CPE .j}{RPE .j} + \frac{\sum_{k=1}^l CAP .k}{RP .k} + \frac{\sum_{p=1}^t CM .p}{RM .p}}{NH}$$

Donde, SHM: Subhuella de mar (ha/cap/año), CPFi: Consumo de pescado fresco (kg), CPEj: Consumo de pescado embasado (kg), CAPk: Consumo de otros alimentos pesqueros (kg), CMP: Consumo de mariscos (kg), RPFi: Rendimiento del pescado fresco (kg/ha), RPEj: Rendimiento del pescado embasado (kg/ha), RPk: Rendimiento del pescado (kg/ha), RMp: Rendimiento de los mariscos (kg/ha).

CÁLCULO DE LA SUBHUELLA DE BOSQUES

Para determinar la categoría de bosque, se agrupan las superficies forestales, en naturales o repobladas, para la explotación de la madera, la misma se dividen en: Madera, papel, leña.

En conclusión la **subhuella de bosque** se calcula de la siguiente forma:

$$SHB = \frac{\frac{CM}{RM} + \frac{CP}{RP} + \frac{CL}{RL}}{NH}$$

Donde, SHB: Subhuella de bosque (ha/cap/año), CM: Consumo de madera (m³/hab), CP: Consumo de papel (kg/hab), CL: Consumo de leña (m³/hab), RM: Rendimiento de la madera (m³/ha), RP: Rendimiento del papel (m³/ha), RL: Rendimiento de la leña (kg/ha)

CÁLCULO DE LA SUBHUELLA DE SUPERFICIE CONSTRUIDA

Esta subhuella ecológica está constituida por el terreno ocupado por nuestros pueblos y ciudades, por los polígonos industriales y por las vías de transporte. Para este cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$SHSC = \frac{\sum_{i=1}^n TS .i}{NH}$$

Donde; SHSC: Subhuella superficie construida (ha/cap/año), TSi: Tipo de superficie construida (ha).

CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA TOTAL

Para terminar la metodología, se suman las subhuellas de cada categoría y de esta forma obtener la superficie de tierra y mar, ecológicamente productiva, ocupada exclusivamente para producir los recursos consumidos y asimilar los desechos generados por la población en estudio. La ecuación utilizada es la siguiente:

$$HET = SHE + SHC + SHP + SHM + SHB + SHSC$$

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

Cálculo de la capacidad de carga

Hay que señalar que en este apartado se calcula la capacidad de carga real para cada tipología de terreno productivo (cultivo, pasto, bosque, mar y superficie construida) disponible en el ámbito de estudio. La suma de todos ellos es la capacidad de carga local y esta expresada en hectáreas por habitante. Se agrupa la capacidad de carga de los bosques con la de energía, puesto que estos tributan a la absorción del CO₂. La ecuación utilizada para este cálculo es la siguiente:

$$CCT = \left(\frac{\sum_{i=1}^n CTS.i}{NH} \right) - 12\% Biodiversidad$$

Donde, CCT: Capacidad de carga total (ha/cap/año), CTSi: Cantidad de tierra disponible por subhuella (ha).

Deducir el 12 % esta motivado porque no todo el espacio esta disponible para nuestro consumo, ya que esta área debe acoger a millones de especies con lo que la humanidad comparte el planeta. De acuerdo a la Comisión Brundtland (Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo), por lo menos el 12 % de la capacidad ecológica representando todos los tipos de ecosistemas, debe ser preservada para la protección de la biodiversidad. Este 12 % puede no ser suficiente para asegurar la biodiversidad pero conservar mas no es políticamente factible.

CÁLCULO DEL DÉFICIT O SUPERÁVIT ECOLÓGICO

Para comprobar la presencia de **superávit o déficit ecológico** se busca la diferencia entre el área consumida (Huella Ecológica) y el área disponible (capacidad de carga), por cada una de las categorías y de forma total. Permite conocer el nivel de autosuficiencia del ámbito de estudio, si el valor de la Huella Ecológica está por encima de la capacidad de carga local, la región presenta un déficit ecológico. Si, por el contrario, la capacidad de carga es igual o mayor a la Huella Ecológica, la región es autosuficiente, siempre teniendo en consideración las limitaciones del indicador.

De aquí desprendemos el cálculo del **superávit o déficit ecológico total** del municipio mediante la expresión posterior:

$$SDT = CCT - HET$$

Donde, SDT: Superávit o déficit ecológico total (ha/cap/año).

En la actualidad es prácticamente imposible imaginarse la actividad humana sin estar presente el uso de medios de cómputo. Se han desarrollado diferentes paquetes de programas que brindan herramientas para desarrollar trabajos tan cotidianos en la vida moderna como pueden ser escrituras de texto, construcciones de gráficos y (o) tablas, estructuras que permitan almacenar un volumen de datos que sea frecuente revisar y actualizar.

Excel es dentro de las aplicaciones del paquete de programas Microsoft Office, la destinada para trabajar con hojas de cálculo, porque brinda facilidades para manipular series de valores sobre una estructura de tablas, es decir, por filas y columnas. Además permite definir cálculos sobre estos valores, generar gráficos, organizar y estructurar la información de una forma personalizada que se ajuste a las necesidades del usuario.

La metodología empleada utiliza el Excel para facilitar los cálculos de las formulaciones expresadas para cada uno de los epígrafes referentes, lo cual agiliza y humaniza el trabajo, mejora y propicia confiabilidad en los resultados matemáticos, seguridad de la información y ahorro de tiempo, además muestra gráficamente los resultados obtenidos.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Resultados de la subhuella energía

En la tabla No. 1 se aprecian los cálculos resúmenes realizados para la determinación de esta subhuella por la metodología explicada anteriormente.

Tabla No. 1: Cálculo de la subhuella de energía.

Variables	Cantidad de combustible equivalente (kg)	kilocalorías que libera (kcal)	Cantidad total de energía que libera (kcal)	Cantidad de joule que representa (J)	Cantidad de GJ que representa (GJ)	SHE (ha/cap/año)	% sobre la SHE
Electricidad	$8.18 * 10^6$	10,000.00	$8.18 * 10^{10}$	$3.42 * 10^{14}$	$3.42 * 10^5$	0.153866	73.2
Diesel	$2.24 * 10^6$	11,200.00	$2.51 * 10^{10}$	$1.05 * 10^{14}$	$1.05 * 10^5$	0.047214	22.5
Gasolina	$1.43 * 10^5$	11,800.00	$1.68 * 10^9$	$7.04 * 10^{12}$	$7,04 * 10^3$	0.003166	1.5
Keroseno	$9.74 * 10^4$	10,400.00	$1.01 * 10^9$	$4.24 * 10^{12}$	$4,24 * 10^3$	0.001905	0.9
GLP	$2.28 * 10^4$	10,400.00	$2.37 * 10^8$	$9.92 * 10^{11}$	$9.92 * 10^2$	0.000446	0.2
Nafta	$1.31 * 10^3$	10,400.00	$1.36 * 10^7$	$5.68 * 10^{10}$	$5.68 * 10^1$	0.000026	0.0
Lubricantes	$1.80 * 10^5$	10,400.00	$1.87 * 10^9$	$7.84 * 10^{12}$	$7,84 * 10^3$	0.003524	1.7
Total energía	$1.09 * 10^7$	////////	$1.12 * 10^{11}$	$4.68 * 10^{14}$	$4.68 * 10^5$	0.210147	////////

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: La suma de los totales puede no ser exacta debido al redondeo de las cifras en notación científica.

Del análisis de la tabla anterior se pueden hacer los siguientes comentarios:

1. El valor de la subhuella energía del municipio Lajas es de 0.21 ha/cap/año, lo que representa el 21.6 % de la Huella Ecológica total.
2. En comparación con la subhuella energía de la provincia Cienfuegos que es de 0.35 ha/cap/año; es menor en 40 %, motivado por el poco desarrollo industrial que presenta el municipio, teniendo una sola industria de peso, la Empresa Azucarera "Ciudad Caracas" que no efectuó producción de azúcar durante la zafra 2009 – 2010 y usa principalmente bagazo como fuente de energía.
3. Las categorías electricidad con un consumo residencial de 18,074.94 MW y estatal con 4,909.08 MW y la categoría diesel son las de mayor aporte a esta subhuella con un 73.2 % y 22.5 % respectivamente.
4. La categoría diesel presenta consumos similares a la provincia Cienfuegos 0.05 ha/cap/año, la categoría gasolina inferior en 0.007 ha/cap/año y la categoría electricidad es menor en 0.03 ha/cap/año.
5. Esta cantidad de energía representa una emisión per cápita de CO₂ para Lajas de 1.73 t.

La tabla No.2 ilustra los rendimientos por hectárea de tierra de los diferentes productos que son utilizados para el cómputo de cada una de las subhuellas y la tabla No. 3 muestra un resumen de los resultados obtenidos.

Tabla No.2: Rendimiento de los diferentes productos consumido.

<i>Producto</i>		<i>Rendimiento (Kg/ha)</i>	
Subhuella pastos			
Huevos		61,750,000.00	
Leche	Leche de Vaca	3,450.00	
	Leche en Polvo	3,450.00	
Queso		3,456.00	
Cárnicos	Bovina	Carne	522.00
		Pienso	6,684.95
	Ovino - Caprino	Carne	234.00
		Pienso	288.00
	Porcina	Carne	975,609.76
		Pienso	6,684.95
	Avícola	Carne	400,000.00
	Subhuella cultivos		
Cereales	Harina de trigo.	2,452.55	
	Maíz grano seco	1,212.12	
	Pan.	2,452.55	
	Arroz.	2,452.55	
Hortalizas	Tomate	15,016.84	
	Otras Hortalizas	13,468.00	
Tubérculos y Raíces	Papa	21,683.5	
	Otros tubérculos	10,505.0	
Legumbres		1,380.47	
Viandas		34680.13	

Producto		Rendimiento (Kg/ha)
Cítricos		4,612.79
Frutales		6,565.66
Otros Alimentos	Café	3,000.00
	Azúcar	28,000.00
	Aceite	1,106.00
	Sal	500.00
Subhuella bosques		
Madera m ³ /ha		13.00
Leña m ³ /ha		13.00
Papel		34,871.20

Fuente: Elaboración propia

Tabla No.3: Matriz de consumo de Lajas (subhuella cultivo pastos, mar, bosque, superficie construida).

Subhuella	Producto	Consumo año (kg.)	Consumo per cápita (kg./cap)	S.H.A (ha/cap/año)	% del
Cultivos	Cereales	15.7*10 ⁶	359.77	0.26447	61.9
	Hortalizas	15.8*10 ⁶	712.40	0.05127	12.0
	Tubérculos y raíces	8.9*10 ⁶	399.13	0.3789	8.9
	Legumbres	1.29 * 10 ⁶	57.97	0.04199	9.8
	Viandas	1.85 * 10 ⁶	83.24	0.00240	0.6
	Cítricos	4.63 * 10 ³	0.21	0.00004	
	Frutales	2.18 * 10 ⁶	98.11	0.01494	3.5
	Otros alimentos	1.9*10 ⁷	143.84	0.01421	3.3
Total cultivo	////////////////////////////////////			0.42723	////////////////////////////////
Pastos	Leche (L)	5707100.00	256.93	0.074358	53.0
	Queso	8,284.31	0.37	0.000108	0.1
	Cárnicos	4700064.83	211.27	0.065902	0.47
	Huevos (miles)	2,247600.00	101.03	0.000002	0.000002
Total pasto	////////////////////////////////////			0.140369	////////////////////////////////
Mar	Pescado Fresco	63000.00	2.83	0.000450	100.0
Total mar	////////////////////////////////////			0.000450	////////////////////////////////
Bosques	Madera (m ³)	14,773.380	0.66	0.051082	96.0
	Leña (m ³)	526.020	0.02	0.001819	3.4
	Papel kg	233,593.500	10.50	0.000301	0.6
Total bosque	////////////////////////////////////			0.053202	////////////////////////////////
Superficie construida	De los asentamientos poblacionales (ha)	753.11		0.033852	24.0
	De construcción de transporte (ha)	843.67		0.037923	26.9

Subhuella	Producto	Consumo año (kg.)	Consumo per cápita (kg./cap)	S.H.A (ha/cap/año)	% del
	De construcción de industria (ha)	37.47		0.001684	1.2
	Ocupación de vertederos (ha)	0.43		0.000019	0.0
	De construcciones agrícolas y silvicultura (ha)	1,493.83		0.067147	47.6
	Otras instalaciones (ha)	7.38		0.000332	0.2
Total superficie construida	////////////////////////////////////			0.140958	///////

Fuente: Elaboración propia

Nota: La suma de los totales puede no ser exacta debido al redondeo de las cifras en notación científica.

Resultados de la subhuella cultivos

1. El valor de la subhuella cultivos del municipio Lajas es de 0.41 ha/cap/año, lo que representa el 43.9 % de la Huella Ecológica total, superior a la subhuella ecológica de la provincia Cienfuegos en 0.20 ha/cap/año, por ser un municipio más agrícola y tener mayor disponibilidad de alimentos.
2. Los productos de mayor aporte de esta subhuella son los cereales con el 61.9 %, influyendo el maíz grano seco con el 69.9 % originado por la compra en gran cantidad de este producto por los habitantes para la cría de cerdos.
3. El municipio consume 0.09 ha/cap/año más, en hortalizas, tubérculos y raíces, legumbres y frutales que la provincia Cienfuegos representado el 34.2% de la subhuella de cultivos. Las hortalizas registran valores del 12.0 % de consumo de los cultivos, siendo las mas representativas la col, ajo y cebolla con el 72.5 % y el tomate con el 27.5 %.

Resultados de la subhuella pastos

1. El valor de la subhuella pastos del municipio Lajas es de 0.14 ha/cap/año, lo que representa el 14.4 % de la Huella Ecológica total, superior a la provincia Cienfuegos en 0.09 ha/cap/año fundamentalmente por los altas producciones de leche de vaca, municipio que se autoabastece totalmente,
2. La categoría leche incide en el 53.0 % de la subhuella de pastos especialmente por el consumo de leche de vaca con 0.07 ha/cap/año, potenciada esta producción a partir de la entrega de tierras ociosas para el ganado vacuno.
3. El consumo del cárnico ovino - caprino ocupan el 34.2 % del valor de subhuella de pastos.
4. El 40.0 % de los productos consumidos son importados (huevos, leche en polvo, queso. carne avícola y piensos),

Resultados de la subhuella mar

1. La subhuella ecológica de mar representa el 0.1 % de la Huella Ecológica total del municipio, inferior al de la provincia Cienfuegos en 0.00065 ha/cap/año, lo que representa el 40.9 %.
2. El 46.2 % del consumo de pescado es importado, al no presentar costas contando con un embalse que tiene 361.55 hectáreas.

Resultados de la subhuella bosques

1. La subhuella ecológica bosque representa el 5.5 % de la Huella Ecológica del municipio, siendo la madera el producto de mayor aporte a esta subhuella, con un 96.0 %, la cual es utilizada en llaves, soleras horcones y madera en bolos para diferentes construcciones.
2. La provincia de Cienfuegos en la subhuella de bosques es inferior en 0.005734 ha/cap/año a la del municipio de Lajas por tener alto consumo de madera y leña representando el 96.0

% y 3.4 % respectivamente, solo en el año 2009 se consumieron 1,305.38 m³ de madera y 526.02 m³ de leña proveniente de bosques repoblados.

3. El consumo de papel es insignificante con 0.0003 ha/cap/año lo que representa el 0.3 %

Resultados de la subhuella superficie construida

1. La subhuella ecológica superficie construida representa el 14.5 % de la Huella Ecológica total del municipio, con un valor de 0.14 ha/cap/año, siendo la de mayor aporte la superficie de construcciones agrícolas y silvicultura con un 47.6 %, dado por la cantidad de edificaciones que tienen las distintas Unidades Básicas de Producción Cooperativa, cooperativas de Créditos y servicios Fortalecidas, la Granja Agropecuaria Estatal "Ramón Balboa" y el Empresa Azucarera "Ciudad Caracas".
2. La provincia Cienfuegos supera al municipio Lajas en superficie construida, alcanzando 0.04 ha/cap/año de más, debido a que Lajas no tiene superficie en explotación minera y dedica menos superficie a vertederos.

DÉFICIT O SUPERÁVIT ECOLÓGICO

Para evidenciar la manifestación de **déficit o superávit ecológico** se busca la diferencia entre el área consumida (Huella Ecológica) y el área disponible (capacidad de carga), por cada una de las categorías y de forma total según muestra la tabla No. 4.

Tabla No. 4: Determinación del déficit o superávit ecológico

<i>Categoría</i>	<i>Subhuella ecológica (ha/cap/año)</i>	<i>Capacidad de carga (ha/cap/año)</i>	<i>Superávit o déficit (ha/cap/año)</i>
Energía	0.210147	0.109623	(0.100524)
Bosques	0.053202		0.056421
Cultivos	0.427235	1.445248	1.018013
Pastos	0.140369	0.211529	0.071160
Mar	0.000450	0.016252	0.015801
Superficie Construida	0.140958	0.156938	0.015981
<i>Subtotal</i>	<i>0.972361</i>	<i>1.939590</i>	<i>1.076852</i>
- 12 % Biodiversidad		0.232751	
Total	0.972361	1.706839	
Total Déficit o Superávit	////////////////////////////////////		0.734479

Fuente: Elaboración propia.

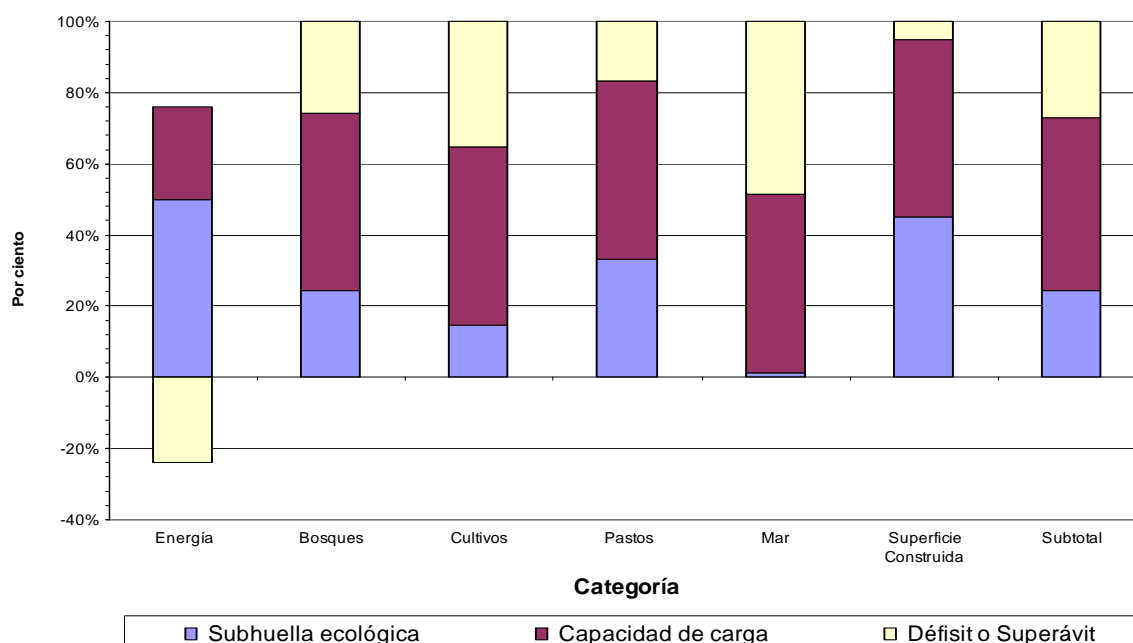
De la tabla anterior se pueden procesar los siguientes comentarios:

1. Al comparar la Huella Ecológica de Lajas 0.97 ha/cap/año, con la capacidad de carga, que asciende a una cantidad de 1.71 ha/cap/año, se comprueba que Lajas utiliza menos tierra de la que tiene, ya que el superávit ecológico es de 0.73 ha/cap/año; supone un superávit total de 16,340.09 hectáreas, lo que es sinónimo de desarrollo sostenible. La existencia de este superávit ecológico indica que el nivel de consumo de la comunidad de Lajas puede satisfacerse con los recursos y capacidad de absorción de residuos de su propio territorio, y por tanto no requiere de la apropiación de muchos ecosistemas fuera de sus fronteras (importando recursos naturales) o bien de superficies de las generaciones futuras. No obstante esto no se cumple totalmente al importar el 35.3 % y poseer el 16.5 % de tierras improductivas con relación al área total del municipio.

2. Se puede apreciar en la comparación que se realiza cómo al presentar la energía un déficit ecológico ascendente a 0.10 ha/cap/año, el resto de las capacidades de carga son superiores a las subhuellas ecológicas, lo que da a entender que el municipio Lajas está por un buen camino en cuanto a desarrollo sostenible, a pesar de tener poca cantidad de tierras dedicadas a bosques.
3. La capacidad de carga muestra que el 84.7 % de las tierras son aptas para la producción de cultivos, pero de ellas solo se utiliza el 77.6 %.
4. El municipio Lajas presentan déficit ecológico en la energía 0.23 ha/cap/año respectivamente, por la insuficiente población boscosa. Lajas tiene que incrementar en 2,300.00 hectáreas de bosque para cubrir el déficit ecológico en la energía y al menos obtener como resultado 0.003 ha/cap/año de superávit ecológico para poder cubrir las emisiones de CO₂.
5. La subhuella superficie construida de Lajas presenta un superávit ecológico de 0.02 ha/cap/año pero no está lejos de tener déficit ecológico al no levantar edificaciones verticales según el objetivo que se persiga con la construcción.

La figura No. 1 muestra los resultados de la tabla anterior.

Figura No.1: Comportamiento en % de la Huella Ecológica – capacidad de carga –déficit o superávit Ecológico.



Fuente: Elaboración propia

PROPUESTAS DE POLÍTICAS A IMPLEMENTAR EN EL MUNICIPIO LAJAS PARA OBTENER UNA HUELLA ECOLÓGICA SOSTENIBLE

Las mayores potencialidades de mejorar la Huella Ecológica de Lajas hacia tendencias sostenibles se centran en: Aumento de su área boscosa, disminución de las aéreas cultivables que están ociosas, introducción de fuentes renovables de energía, sustitución de alimentos importados, aumento de los rendimientos de los cultivos, aumento de la eficiencia de conversión alimento vegetal animal, desarrollo de la acuicultura.

A partir e estos razonamientos se propone una estrategia a discutir con el gobierno de Lajas para llevar al municipio hacia políticas sostenibles.

1. Política de energía.

Aprovechamiento del bagazo de caña con más eficiencia de manera que genere más energía a la red nacional con este producto, intensificar el uso de los paneles solares y otras formas de formas pasivas, activas o fotovoltaicas de energía solar, fomentar la utilización de biogás para la producción de energía eléctrica y la cocción de alimentos, disminuir el consumo de energía en el sector residencial y la industria, ahorrar utilizando buenas prácticas y siguiendo criterios de eficacia energética, ampliar el uso de energía eólica en el bombeo de agua, aprovechamiento de los residuos agrícolas de la caña de azúcar y otros productos, utilización más eficiente de la leña, aumentar en área de bosques energéticos y de otro tipo, campaña de educación energética en toda la población.

Ejemplo: Sólo ahorrando un 15 % de nuestro consumo de energía reduciríamos la subhuella ecológica de la energía en 0.03 ha/cap/año, alcanzando un valor de 0.18 ha/cap/año.

2 Política sobre los cultivos.

Trazar planes de producción más eficaces y eficientes que aceleren los procesos productivos, para la obtención de alimentos sustituyendo importaciones, uso intensivo y no extensivo de la tierra, extender la entrega de tierra en usufructo para la producción de alimentos, disminuyen la cantidad de tierras ociosas.

Ejemplo: Si se pone a producir un 30 % de las tierras ociosas que hay actualmente en Lajas aumenta la Huella Ecológica de los cultivos a 0.56 ha/cap/año y se pudiera sustituir el 3.5 % de productos importados como los tubérculos y raíces. Si se aumenta la productividad de los cultivos en 20 % se disminuirá la cantidad de tierra para producir los mismos alimentos en 6,430.49 ha lo que disminuirá la subhuella cultivos en un 0.07 ha/cap/año.

3 Políticas sobre Pastos.

Mejorar la productividad de la conversión de alimento animal en vegetal, aumentar la eficiencia en la producción de huevos, utilizar piensos con menos cantidad de maíz y más ecoeficientes, aumentar la producción de leche y su ecoeficiencia, poner a producir las tierras ociosas para pastos de animales.

Ejemplo: Si se aumenta el rendimiento de la leche de vaca y sus derivados en 25 % la Huella Ecológica de los pastos disminuirá en 0.01 ha/cap/año.

4 Políticas sobre Mar.

Intensificar las áreas de acuicultura del municipio.

Ejemplo: Si se aumenta en un 10 % la producción de pescado fresco en la acuicultura la Huella Ecológica de mar podrá aumentar en 0.000022 ha/cap/año.

5 Políticas sobre los bosques.

Incrementar la superficie de bosques y arbola dentro de la localidad, mejor aprovechamiento de las materias primas en los procesos productivos a que es sometida la madera, incrementar el reciclaje de papel cartón, y otros productos en el municipio, aumentar la eficiencia en el uso de la leña como combustible.

Ejemplo: Si se aprovecha en un 50 % el uso de los residuos forestales podría disminuir la Huella Ecológica en 0.000707 ha/cap/año.

6 Políticas sobre superficie construida.

Mejor distribución y uso de las carreteras, construcción de edificios verticales.

Para la construcción de 20 viviendas uniplantas de 200 m² incluyendo los residuales de cada una, se necesita una extensión de 4,000 m², con esa misma extensión se podrían construir 6 edificios verticales de 6 m de ancho por 40 m de largo de 5 plantas cada uno, lo que se lograrían 120 apartamentos, junto a ello resolvería problemas eléctricos en el ahorro de materia prima (cables eléctricos para acometidas), en averías por cuestiones de inclemencias del tiempo al estar soterradas las instalaciones, acueductos centralizados y la solución de residuales.

Ejemplo: Si se utiliza una política de construcción de edificios de mediana altura en lugar de viviendas uniplantas, disminuirá por cada 1000 casas, la subhuella de la superficie construida en 0.00009 ha/cap/año, se ahorraría el consumo de materia prima y energía y la Huella Ecológica total disminuiría en la misma proporción.

En resumen la tabla No. 5 muestra como quedaría la Huella Ecológica al aplicarse diferentes acciones en el municipio:

- Ahorrando un 15.0 % de nuestro consumo de energía.
- Utilizando un 20 % del consumo de energía eléctrica con fuentes renovables de energía.

- Aumentando el rendimiento de los cultivos en un 20 %.
- Acrecentando el rendimiento de leche de vaca y sus derivados en 25 %.
- Incrementar el área de bosques en un 30 % a partir del incremento del rendimiento de los cultivos.
- Ampliando en un 10 % los rendimientos de pescado fresco en la acuicultura.
- Utilización de una política de construcción de edificios de mediana altura en lugar de viviendas uniplantas, se reduce la superficie de asentamiento poblacional en 10 ha.

Tabla No. 5: Comparación de la Huella Ecológica y la capacidad de carga calculada para el 2009, con las medidas tomadas.

Subhuella	Huella Ecológica real (ha/cap/año)	Huella Ecológica con medidas (ha/cap/año)	Capacidad de carga real (ha/cap/año)	Capacidad de carga con medidas (ha/cap/año)	Déficit o superávit real (ha/cap/año)	Déficit o superávit con medidas (ha/cap/año)
Energía	0.210147	0.147852	0.109623	0.142510	(0.100524)	(0.005342)
Bosque	0.053202	0.053202			0.056421	0.089308
Cultivos	0.427235	0.356018	1.445248	1.412362	1.018013	1.089230
Pastos	0.140369	0.125556	0.211529	0.211529	0.071160	0.085973
Mar	0.000450	0.000428	0.016252	0.016252	0.015801	0.015823
Superficie Construida	0.140958	0.140508	0.156938	0.156849	0.015981	0.016430
<i>Subtotal</i>	<i>0.972361</i>	<i>0.823564</i>	<i>1.939590</i>	<i>1.939590</i>	<i>0.967230</i>	<i>1.258535</i>
-12 % para Biodiversidad			0.232751	0.232751		
Total	0.972361	0.823564	1.706839	1.706839	0.734479	0.883275

Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior evidencia como podemos disminuir la Huella Ecológica; una posible solución es aumentar la biocapacidad. El área bioproductiva se puede aumentar recuperando tierras degradadas y haciendo más productivas las tierras marginales. Por ejemplo, la restauración de bosques o plantaciones en zonas degradadas aumenta la biocapacidad, no solamente por la producción de madera, sino también por la regulación del agua, la prevención de la erosión y salinización y la absorción de CO₂. Aumentar el rendimiento de los cultivos por unidad de área puede también aumentar la biocapacidad.

CONCLUSIONES

1. Se demuestra que la Huella Ecológica es un acertado indicador de economía ecológica para medir el desarrollo, sirviendo para evaluar y comparar la sostenibilidad de las distintas regiones del país.
2. Utilizando un procedimiento metodológico propuesto por López Bastida y colaboradores para medir la Huella Ecológica de la provincia Cienfuegos, fue posible determinar la Huella Ecológica del municipio Lajas; se crean hojas de cálculo mediante la utilización de Excel para el cómputo de cada una de las formulaciones, lo que agiliza y humaniza el trabajo de cálculo de los mismos.
3. La determinación de la Huella Ecológica del municipio Lajas mostró valores de 0.97 ha/cap/año, su capacidad de carga es 1.71 ha/cap/año, lo que muestra un superávit de 0.74 ha/cap/año, la misma se encuentra repartida en el 21.6 % energía, 43.9 % cultivos, 14.4 pastos, 5.5 % bosque y el 14.5 de la superficie construida.
4. Las mayores posibilidades de disminución de la Huella Ecológica de la municipio y obtener un buen equilibrio entre todas las subhuellas y la capacidad de carga son el aprovechamiento de todas la tierras agrícolas ociosas, el aumento de la superficie

boscosa del territorio, el mejor uso de los potenciales de fuentes renovables de energía, la sustitución de alimentos importados y el desarrollo de la acuicultura en sus presas.

5. Se propone un conjunto de medidas centradas fundamentalmente en estrategias energéticas, alimentarias y forestales que permiten llevar al municipio Lajas hacia una Huella Ecológica sostenible.

RECOMENDACIONES

1. Discutir el trabajo con los tomadores de decisiones del municipio Lajas a fin de ayudar a la búsqueda de la sostenibilidad.
2. Aplicar el procedimiento al resto de los municipios de la provincia Cienfuegos a fin de obtener un valor comparativo integral de la situación de la provincia por municipios con vistas a mejorar las políticas de desarrollo local.
3. Seguir trabajando en la optimización de la metodología propuesta fundamentalmente en la disminución de la incertidumbre de los datos de entrada a la misma y el seguimiento de la mejoras en sus métodos de cálculos.
4. Combinar la metodología propuesta con otros complementarios tales como la huella hídrica, análisis del ciclo de vida de los productos y servicios del municipio, de manera de obtener una información más integral de los indicadores de economía ecológica del municipio.
5. Repetir el trabajo dentro de dos años a fin de valorar las tendencias a la sostenibilidad del municipio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Argentina. (2008). La Huella Ecológica es una herramienta que nos ayuda a analizar la demanda de naturaleza por parte de la humanidad. Recuperado a partir de <http://www.autosuficiencia.com.ar/img>.
2. Bélgica. (2007). Concepto de Huella Ecológica. Recuperado a partir de http://es.wikipedia.org/wiki/Huella_ecol%C3%B3gica.
3. Cálculo de la huella ecológica de Navarra. (2008). . Recuperado a partir de <http://www.cfnavarra.es/Medioambiente/agenda/Huella/EcoNav.htm>.
4. Colarte Morando Tomás Elías, & Becerra Lois Francisco. (2003). Economía y desarrollo, 133, 189-216.
5. Cuellar Verges, Idiel. (2008). Estudio comparativo de indicadores de desarrollo sostenible para algunos países de América Latina. Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.
6. Estados Unidos. Las huella de los países. (2008). . Recuperado a partir de <http://www.redefiningprogress.org/publications/footprintnations2004.pdf>.
7. García Chediak Rosa. (2004). Bimestre cubana, XCVI, 143-148.
8. Informe Planeta vivo 2006. (2008). . Recuperado a partir de <http://www.wwf.es/planetavivo04.php>.
9. Informe Planeta vivo 2008. (2009). . Recuperado a partir de <http://www.wwf.es/planetavivo.php>.
10. Informe sobre el Desarrollo Humano 2006. (2008). . Recuperado a partir de <http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2006/chapters/spanish/>.
11. La Huella Ecológica es una herramienta que nos ayuda a analizar la demanda de naturaleza por parte de la humanidad. (2008). . Recuperado a partir de <http://www.autosuficiencia.com.ar/img>.
12. Leiva Hernández, Rubiel. (2008). Determinación de la Huella Ecológica de la provincia Cienfuegos. Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.
13. López Bastida Eduardo. (2010). La Huella Ecológica como indicador de desarrollo sostenible: Caso de estudio América Latina. La Habana, Cuba.
14. Márquez Rodríguez, A. (2009). Sostenibilidad y sustentable. Recuperado a partir de <http://www.analítica.com/biblioteca/amarquez/sostenible.asp>.
15. Mathis Wackernagel. (2008). ¿Cuánto mide nuestra Huella Ecológica? Recuperado a partir de <http://www.tierramerica.org/consumidor/huella.shtml>.
16. México. (2009). Huella Ecológica, método cuantitativo para medir el desarrollo sustentable. Recuperado a partir de <http://asesores.uv.mx/Gaceta/Nov05/seraca6.htm>.
17. Nova Gonzáles, Armando. (2006). La agricultura en Cuba. La Habana, Cuba: Ciencias Sociales.
18. Oakland. (2009). Ventajas claves para los tomadores de decisiones. Recuperado a partir de <http://www.redefiningprogress.org.programs/sustainability/eflpr2000>.
19. Oficina Nacional de Estadística ONE Lajas. (2009). Anuario Estadístico de Lajas. Lajas, Cuba.

20. Oficina Nacional de Estadística ONE Cienfuegos. (2009). Anuario Estadístico de Cuba. Cienfuegos, Cuba.
21. Planeta vivo Informe 2010. (2010). . Recuperado a partir de <http://www.wwf.es/planetavivo.php>.
22. Rees, William E., (1996). Indicadores territoriales de sostenibilidad, 12, 27-40.
23. Rees, William E., (2009). La ciudad glotona. Recuperado a partir de <http://www.unchs.org/unchs/spanish/hdmar98/vista.htm>.
24. Senghor, Albin. (2010). Huella ecológica. Hasta fin de existencia. Recuperado a partir de <http://www.ladinamo.org/ldnm/articulo.php?numero=22&id=555>.