

CAMBIO TEMPORAL EN LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA REGIÓN DE MURCIA Y SU USO COMO INDICADOR DE DESERTIFICACIÓN

*E. Hernández Laguna**, *F. López Bermúdez***¹

* Dr. Investigador en el Proyecto HISPASED. ** Universidad de Murcia

RESUMEN

Numerosos estudios han alertado sobre el proceso de desertificación en la Región de Murcia, en el Sureste de la Península Ibérica. Su clima semiárido junto con la deficiente gestión de sus fértiles suelos, son responsables de la degradación de sus recursos naturales.

La Huella Ecológica de una población es una medida de la presión sobre la tierra en términos de hectáreas de tierra *per capita* necesarias para el sostenimiento de dicha población dada la tecnología usada. Junto con la biocapacidad de la tierra, HE mide la sostenibilidad del territorio. En este trabajo, se mide la HE de la Región de Murcia para dos años consecutivos, 1995 y 2001. Un claro paralelismo es observado entre la variación de este indicador y la desertificación.

ABSTRACT

Numerous studies have alerted on the desertification process of the Region of Murcia, in the extreme south east of the Iberia peninsula. Its semiarid climate, but also an inadequate management of its fertile soil, are responsible for the impoverishment of its natural resources.

The Ecological Footprint (HE) of a population is a measure of the pressure on the land in terms of hectares per capita used by its inhabitants for their subsistence. Together with the biocapacity of the land, it measures the sustainability of the territory. In this work, we have measured the HE of the Region of Murcia for two successive years, 1995 and 2001. A clear parallelism is observed between the variation of this index and desertification.

Fecha de recepción: 3 de septiembre de 2004. Fecha de aceptación: 14 de febrero de 2005.

¹ Departamento de Geografía Física, Humana y Análisis Geográfico Regional. Facultad de Letras. Universidad de Murcia. Campus de La Merced. 30001 Murcia.

INTRODUCCIÓN

La *Huella Ecológica* es un indicador de carácter global definido por sus autores (Rees & Wackernagel, 1996) como «el área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos) necesaria para producir los recursos utilizados y para simular los residuos producidos por una población determinada con un nivel de vida específico de forma indefinida y en cualquier área». La Huella Ecológica (HE) es, pues, un indicador de la sostenibilidad del estilo de vida de una comunidad o individuo o de una acción humana o simplemente estilo de vida de un individuo que se compara con la capacidad regenerativa o biocapacidad (BC) del espacio biofísico (sistema soporte de vida) donde la comunidad o la acción tiene lugar (Chambers, *et al.* 2000). La Huella Ecológica puede utilizarse a diferentes escalas territoriales (nacional, regional o local) y se expresa en hectáreas *per cápita*. Cuanto mayor sea la huella de un país, región, o ciudad o actividad humana, mayor será el impacto ambiental que provoca.

La acción o estilo de vida será sostenible si el HE no sobrepasa la BC y será insostenible si HE es mayor que BC (déficit ecológico). Obviamente, ambos conceptos HE y BC deben de ser medidos en las mismas unidades físicas, hectáreas (has) de tierra necesaria para producir los bienes que consume esa comunidad o ese individuo y para absorber los productos de desecho que desprende. De la misma manera la BC es expresada has de tierra productiva. En España se ha aplicado la HE en ciudades como Sevilla (Calvo, 2001), Barcelona (Reha y Prat, 1998) y San Sebastián.

Para aplicar la Huella Ecológica a la Región de Murcia, se han utilizado como referentes los estudios similares que realizaron los autores del indicador Huella Ecológica (William Rees y Mathis Wackernagel (1996, 1997). El cálculo de la HE y BC se realiza en hectáreas por habitante y año y, generalmente, en un año concreto, por lo que se trata de una medida estática, como si se tratara de una foto fija. Para estudiar los cambios en los estilos de vida y en los hábitos de consumo de una comunidad hay que calcular la HE de series anuales. Sin embargo, la tarea de calcular la HE para períodos de tiempo largos es arduo y muy exigente en datos. Algunos trabajos que han considerado períodos amplios de tiempo son los Haberl *et al.* (2001) para Austria desde 1926 a 1995 y los de Warckernegel *et al.* (2002) sobre el cálculo de HE mundial para los años 1960-1999.

Este trabajo presenta la *Huella Ecológica de la Región de Murcia* en dos años, 1995 y 2001, por un lado, para comprobar si se puede llegar a las mismas conclusiones que trabajos anteriores sobre los aspectos dinámicos de la HE y poder usar el método allí donde haya series anuales incompletas de datos socioeconómicos y, por otro, ensayar si el método de la Huella Ecológica puede ser utilizado como un indicador de desertificación y aplicarlo a una región amenazada por el proceso de degradación, como es la de Murcia, en el Sureste semiárido de la península Ibérica.

METODOLOGÍA

Las fuentes de los datos con las que se han realizado el cálculo de la HE de los años 1995 y 2001 proceden de los *Anuarios Estadísticos* que publica la Consejería de Economía y Hacienda de la Región de Murcia. Los correspondientes a los bienes importados

y exportados, de los *Anuarios de Comercio Exterior de la Región de Murcia*. Las cifras correspondientes a rendimientos de los productos agrícolas y ganaderos han sido extraídos de las bases de datos de la FAO (FAOSTAT, 2003). Los factores de rendimiento para el cálculo de la energía incorporada a los bienes comercializados, se han extraído de los utilizados para el cálculo HE de la energía incorporada de Andalucía (Calvo, 1995) y de las hojas de cálculo disponibles que estiman la huella ecológica en diversos países, como la ciudad Santiago de Chile en 1993, Italia 1995 y de Canadá en 1995 (<http://www.rprogress.org>).

Los cálculos de la Huella Ecológica están basados en dos hechos: (a) en contabilizar físicamente los recursos consumidos, en toneladas; (b) estos *inputs* pueden traducirse en superficie biológicamente productiva, en hectáreas. Los cálculos se realizan a partir de datos de consumos anuales y de datos de productividad del terreno, expresados en las hectáreas necesarias por cada tonelada consumida. Con los datos de consumo y productividad del terreno, se confecciona una matriz que relaciona cada consumo con las hectáreas *per capita* necesarias de cada tipo de terreno utilizado (cultivos, pastos, bosques, terreno urbanizado, mar). La Huella Ecológica *per capita* total, resulta de sumar todas las hectáreas *per capita* calculadas (Relea Ginés y Prat Noguer, 2002).

Se han utilizado los rendimientos globales de cada año para determinar la HE. Por ejemplo, para calcular el área *per capita* para hacer crecer el consumo de cereales consumidos por los habitantes de la Región de Murcia en 1995, se ha utilizado el rendimiento promedio global (mundial) de cereales en ese año y, para determinar esta misma área en 2001, se ha utilizado el rendimiento promedio global de este año. Así, cambios en la HE entre los dos años reflejarán cambios en el consumo de los habitantes de la región y cambios en los rendimientos globales. La razón de utilizar rendimientos globales para el cálculo de la HE es para fines comparativos entre la HE de diferentes países, ya que en cada región, dependiendo del clima y la fertilidad de la tierra, un mismo cultivo tendrá un rendimiento diferente. Para reducir la HE a una base común se utilizan los rendimientos globales. (Hernández Laguna, 2001).

Pero el cálculo de BC dependerá de si los rendimientos de la región cambian más rápido o más lento que los rendimientos globales. Utilizar rendimientos globales variables para el cálculo de la HE es equivalente a decir «¿cuánta tierra global promedio es necesaria para producir los alimentos? ¿qué superficie global promedio de bosque es necesaria para ofertar los productos forestales y absorber el CO₂, eliminado por los combustibles fósiles, utilizados por un ciudadano de la Región de Murcia durante un año y cuánta superficie de territorio cubren las infraestructuras?» (Haberl et al. 2001).

RESULTADOS

Los resultados son presentados primero, globalmente, en las figuras 1 y 2 y después la cifras de la HE se desglosan en sus componentes, en las figuras 3 y 4 a la que sigue una exposición más detallada. En la figura 1, la HE es expresada en km² para el total de habitantes y la figura 2 en hectáreas globales por habitante y año, (gh/pc). Para expresar la huella ecológica en términos de las productividades o rendimientos medios de la Tierra, las HE de los diferentes usos de la tierra de un país hay que multiplicarlos por unos factores de equivalencia para transformarlos en superficies referidas al rendimiento promedio de la

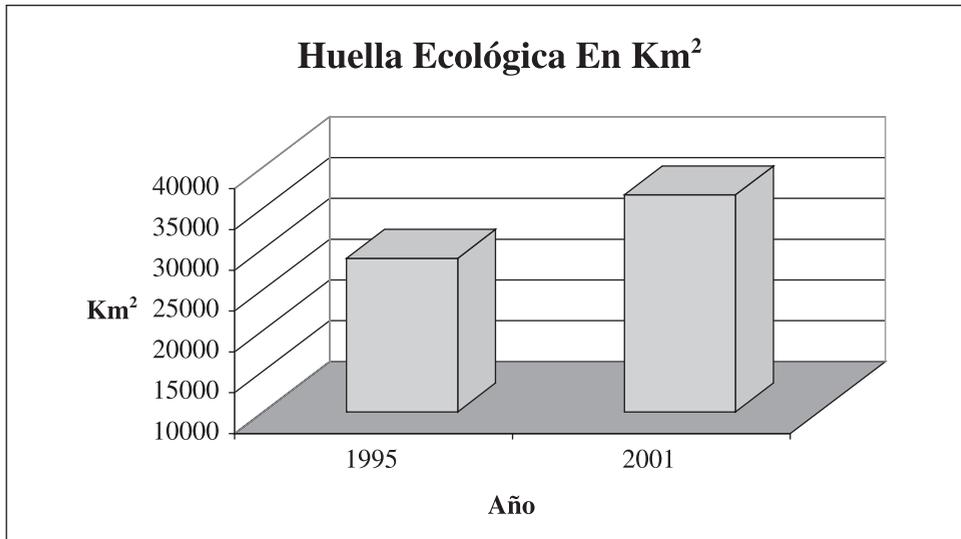


FIGURA 1
Huella ecológica de la Región de Murcia en km²

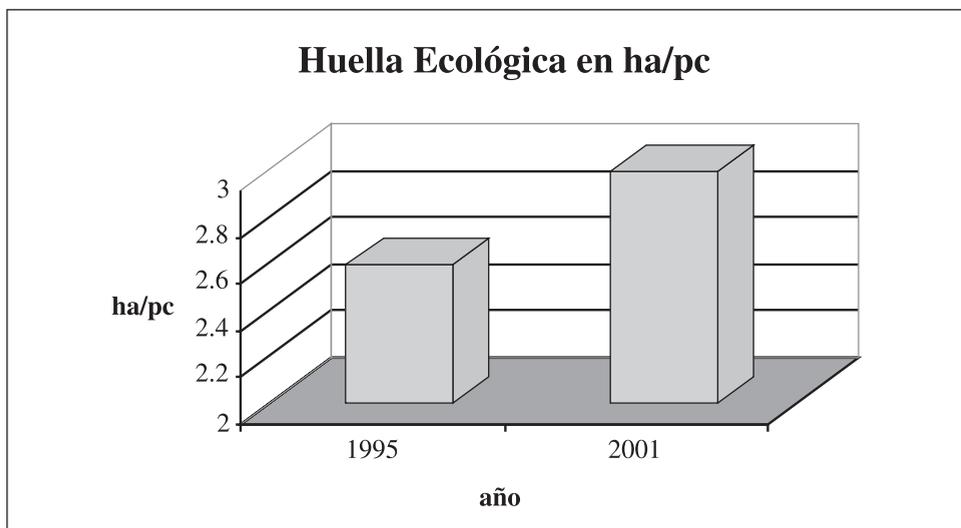


FIGURA 2
Huella ecológica de la Región de Murcia en ha/pc

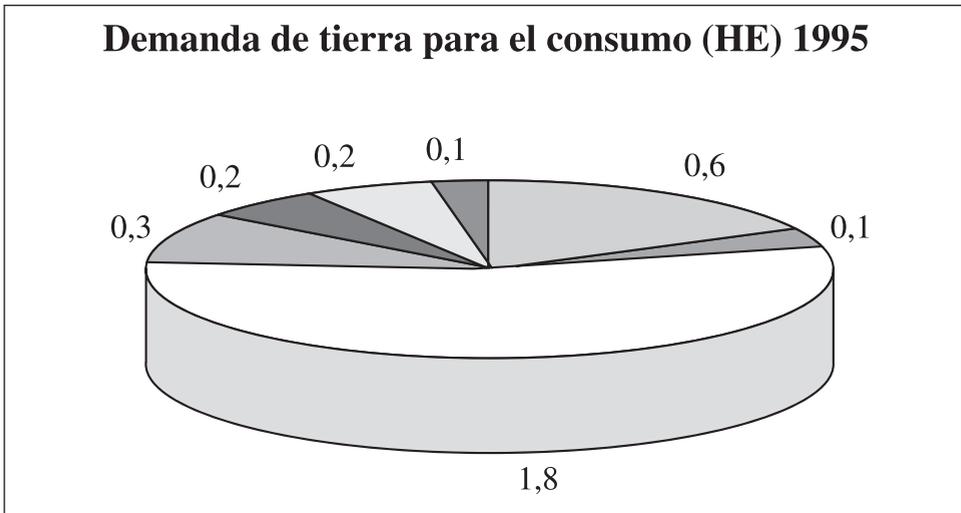


FIGURA 3 a
Componentes de la huella Ecológica de la Región de Murcia en 1995

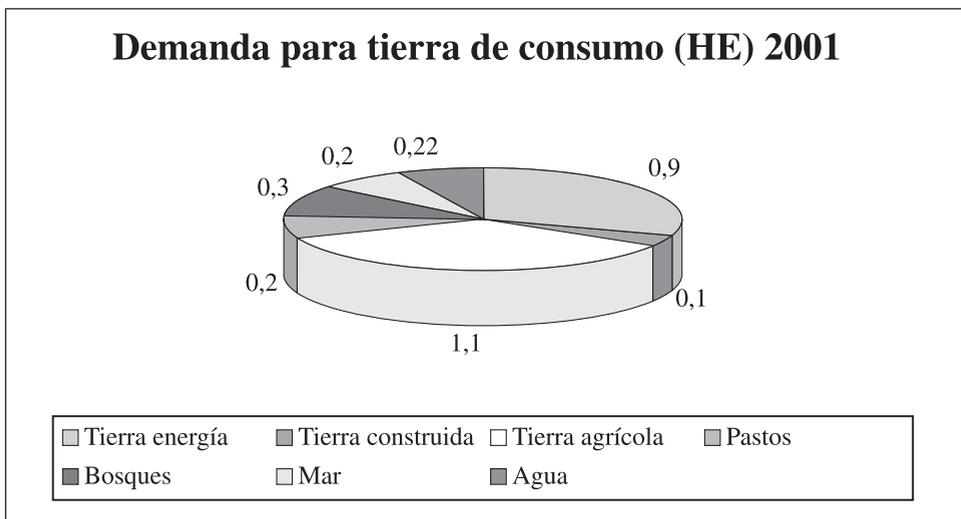


FIGURA 3 b
Componentes de la huella Ecológica de la Región de Murcia en 2001

tierra, estas se expresan en hectáreas globales (gh). En 1995 la demanda para el consumo de bienes y servicios de los habitantes de la Región de Murcia ocupó 27,730 Km² ó 2.5 gh/pc, mientras que en 2001 ocupó 32,957 km² o 2.7 gh/pc.

Con objeto de establecer comparaciones, la Región de Murcia tiene una superficie de 11.314 km², correspondiente a 1.02 ha/pc en 1995 y 0.92 ha/pc en 2001. Es decir, en 1995 la población de Murcia y sus actividades necesitó el doble de la superficie regional para soportar su consumo, mientras en el año 2001 el consumo de los murcianos necesitó casi tres veces la superficie regional, estas cifras indican que el estilo de vida y muchas de las actividades desarrolladas en la región, no resultan sostenibles a largo plazo.

Las Figs. 3a y 3b expresan los tipos de tierra productiva para soportar el consumo de los habitantes de la Región de Murcia en los años considerados.

Como se desprende de la observación de ambas figuras, la principal actividad que demanda tierra es la actividad agrícola seguido de la superficie de bosques para producir la biomasa requerida para suministrar la energía que se consume de combustibles fósiles. Ésta última, aumenta desde 1995 a 2001. Los restantes componentes de la HE permanecen casi constantes entre ambos años.

(a) La huella agrícola

Como se desprende de las figuras 3a y 3b, la actividad de consumo que demanda mayor cantidad de espacio global es la alimentación de más de un millón de habitantes de la región, que requirió del orden 1.8 hectáreas globales (gh) en 1995 y 1.1 gh en el 2001 respectivamente. El consumo de cereales es el alimento que mayor espacio global demanda (0.174 y 0.147 ha/pc en 1995 y 2001, respectivamente), las legumbres y hortalizas (0.049 y 0.046) y los frutales (0.018 y 0.035). Los cultivos que más contribuyen a la huella ecológica no siempre coinciden con los más consumidos, esto es debido a las diferencias entre rendimientos, por ejemplo, de dos cultivos consumidos en la misma cantidad, aquel cultivo que tenga menor rendimiento agrícola contribuirá con una mayor huella ecológica (Calvo, 2001).

(b) Huella ecológica ganadera

El consumo *per capita*, de alimentos de origen animal (carne, leche, huevos y miel) es descendente entre 1995 y 2001, cayendo la HE del consumo de estos alimentos de 0.318 ha/pc en 1995 a 0.259 ha/pc; sin embargo, en Murcia se consume tanta carne como en el resto de España y los países de Europa, ocupando 0.198 ha/pc en 1995, algo más que la media de España que pasó de la 0.18 has/pc en 1987 a 0.22 en 1997 (Hernández Laguna, 2001). La misma tendencia al alza de consumo de carne se muestra en los países del resto de Europa (Goodland, 1997). El consumo de carne a escala regional muestra un estilo de vida de los países ricos, pero esto resulta ineficiente desde el punto de vista ecológico.

(c) La huella debida al consumo de alimentos marinos

De las estadísticas oficiales de la Región de Murcia se desprende que cada habitante consumió 20 Kg de alimentos marinos en 1995 y 17 Kg en el 2001. Teniendo en cuenta el rendimiento medio del océano de 35 tm/ha de océano (Wackernagel, 1996), la huella resultante es de 0.587 ha/pc en 1995 y de 0,489 ha/pc en el 2001. Si, como se desprende de estos datos, la disminución en el consumo de productos marinos en la Región es una tendencia general, o simplemente coyuntural, es una cuestión que debe ser investigada, pues de ser general indicaría que los habitantes de la Región de Murcia están derivando hacia un tipo de alimentación de menor calidad.

(d) La huella forestal

La Región de Murcia en 1995 consumió 59,644 tm de madera bruta, 108,927 tm de leña, 36,485 tm de productos madereros, carbón vegetal, etc, y 11.878 tm de papel, cartón, etc. Todos estos productos extraídos de masas forestales autóctonas y del exterior supuso 0.2 gh/pc. En el 2001 el consumo fue 228.579 tm que consumió 0.3 gh/pc. Se registra, pues, un claro aumento en el consumo de productos forestales en la Región.

(e) Energía incorporada en los bienes manufacturados

La huella ecológica de los productos manufacturados (maquinaria, productos textiles, bienes de equipo, etc.) sometidos a comercio (importaciones menos exportaciones), es calculada en unidades de la energía (Gigajulios) invertida en su producción y desecho, y luego sumada a la energía consumida en la región. Estas energías son transformadas en hectáreas de biomasa necesaria para suministrar la energía total consumida en la Región de Murcia.

El balance positivo de este tipo de energía demuestra el carácter importador de la Región. En efecto, en 1995 este balance fue de 429.248 tm a favor de las importaciones, destacando por su volumen los productos minerales inorgánicos 367.457 tm importadas, 242.316 tm de fertilizantes químicos y 111.304 tm en otros productos.

En 2001, el balance de comercio exterior arrojó una cifra de 710.284 tm. En este año también los minerales inorgánicos fueron los productos de mayor volumen de importación con 506.473 tm, seguido por los abonos 237.469 tm y la maquinaria 167.871 tm. Sin embargo, la Región de Murcia es exportadora neta de productos agroalimentarios con 56.114 tm exportadas en 1995 y 168.142 tm en el 2001.

No obstante, la energía incorporada a los productos manufacturados comercializados, en la Región, arroja una cifra de 6.7 Gigajulios/pc en 1995 y de 12.5 en 2001. Destaca que en seis años se haya duplicado el balance de comercio exterior de la región contabilizado por su energía incorporada.

(f) Superficie de tierra para producir energía

Se ha adoptado una innovación, propuesta por Wackernagel en 2002, para calcular la superficie de tierra forestal necesaria para absorber el CO₂ liberado por los combustibles

fósiles usados en la Región de Murcia y en la producción de los bienes consumidos (energía incorporada). La innovación consiste en calcular la superficie de terreno necesaria para hacer crecer especies vegetales productoras de biomasa que supliría el consumo de energía a partir de combustibles fósiles. Este enfoque resulta más apropiado que el primitivo, que calculaba la superficie de bosques necesarios para secuestrar el CO₂ emitido. Debido a que sólo los bosques en crecimiento fijan cantidades significativas de carbono y a una tasa muy por debajo de la producción primaria neta (Folke *et al*, 1996). Una proporción considerable de lo asimilado anualmente en los bosques es oxidado de nuevo por respiración y transformado en CO₂ y por lo tanto no contribuye al carbono secuestrado en la biomasa. Si se reserva tierra para hacer crecer bosques para secuestrar CO₂, conforme estos crecieran y llegaran a la madurez, habría que ampliar el área de tierra dedicada a absorber nuevo CO₂ emitido. Según Wackernagel *et al*. 2002 se necesitarían 0.0163 hectáreas globales de especies vegetales productoras de leña para reemplazar cada Gigajulio producido por cualquier combustible fósil.

En los anuarios estadísticos de los años elegidos para el estudio de la HE de la Región de Murcia 1995 y 2001, no se contabiliza el carbón consumido como combustible; en cambio, si se refleja el consumo de combustibles líquidos y gaseosos derivados del petróleo (Tabla 1.) También se produjo energía en 18 centrales hidroeléctricas en 1995.

TABLA 1
Combustibles fósiles consumidos en la Región de Murcia en 1995 y en 2001

Tipo de Combustible	1995	2000
Hidráulica	56,439 MWH	121,835 MWH
Fuel-Oil I y II	126,156 Tm	190,111 Tm
Gasolina	223,334 Tm	203,314 Tm
Gasoléo A	329,652 Tm	562,964 Tm
Gasoléo B	69,683 Tm	131,713 Tm
Butano, propano industrial	13,393 Tm	14,486 Tm
MWH = Megavatios hora; Tm = Toneladas métricas		

Fuentes: Anuario Estadístico de la Región de Murcia, 1995, 2001.

Sumando la energía incorporada a los bienes de consumo y la energía consumida, en la región, y aplicando el factor de conversión, se obtiene una HE para la región de 0,7 gh/pc para 1995 y de 0,9 gh/pc para el 2001. Se registra, también, un neto incremento de la superficie de tierra para producir biomasa que absorba el CO₂ desprendido por los combustibles fósiles.

(g) Huella ecológica debido superficie construida

En las estadísticas oficiales no existen datos sobre la superficie regional que se encuentra urbanizada y ocupada por las infraestructuras viarias e hidráulicas, por lo que esta superficie se ha estimado por extrapolación de otras superficies regionales similares (Anuario Estadístico de la Región de Murcia, 2001). En este aspecto, la huella ecológica de Murcia debe ser del orden de 0.024 ha/pc.

(h) Huella ecológica del agua consumida

Para contabilizar la superficie de tierra que una comunidad debe de apartar para contener el agua que consume, se sigue el método propuesto por Chamber *et al.* 2000. En él se computa la energía necesaria para tratar, distribuir y entregar el agua consumida por la comunidad. Datos proporcionados por estos autores (Chambers *et al.* 2000, Hernández Laguna, 2001, Wackernagel, Monfreda & Guraire. 2002) indican que por cada millón de litros consumidos, se liberan 370 kg de CO₂ a la atmósfera. Indudablemente, la tierra forestal necesaria para secuestrar el CO₂ liberado en el tratamiento del agua consumida, habría que restarlo del área destinada a absorber el CO₂ liberado por el consumo energético general de esa comunidad. Así se ha realizado en este trabajo.

En 1995 la Región de Murcia consumió 742 Hm³ de aguas subterráneas y de procedencia del Trasvase Tajo Segura, equivalente a una HE de 0.06 ha/pc y en 2001 se consumieron 517 Hm³, es decir una HE de 0.04 ha/pc. Parece lógico que la HE en el año 1995 sea mayor que en 2001 ya que aquél fue un año de fuerte sequía, en el que hubo que consumir más agua subterránea para mantener la demanda. Mientras que el 2001 fue un año de lluvia normal. La HE del consumo de agua subterránea y de trasvases puede ser un indicador de la insostenibilidad del uso del agua en una región. Cuando se traducen estas cantidades anteriores a hectáreas globales (gh) multiplicándolas por el factor de equivalencia correspondiente 0.35 (Wackernagel, Monfreda & Guraire, 2002) se obtienen unas HEs en hectáreas globales de 0.021 gh para 1995 y de 0.014 para 2001.

Biocapacidad

Para que la HE sea un indicador de desarrollo sostenible (DS) se ha de comparar con la capacidad productiva del territorio o *biocapacidad* (BP), expresada también en hectáreas globales *per capita*, para saber si se está agotando ésta o por el contrario se está respetando los límites impuestos por la naturaleza. La diferencia entre HE y BP será el verdadero indicador de sostenibilidad del estilo de vida o modelo económico de los habitantes de la Región. Esta diferencia es denominada *Déficit Ecológico*, si es positivo indica que el consumo *per capita* de recursos naturales de la Región es mayor que su Capacidad productiva, también en términos *per capita*, y en ese caso se está agotando el Capital Natural (CN), como en Economía Ecológica se denomina a la dotación de recursos naturales de un territorio. En caso de ser negativo, el modo de vida de los habitantes de esa región viven sosteniblemente y ahorran Capital Natural (Ekins, 2003).

Para calcular la biocapacidad de un territorio en unidades globales se ha de multiplicar los factores de productividad local por los factores de equivalencia globales para expresar aquellos en términos de productividad global. Los factores de productividad local se calculan para los usos agrícola, forestal y ganadero. La biocapacidad para la tierra construida es la misma de la tierra agrícola, debido a que la mayoría de las ciudades y las infraestructuras suelen estar construidas sobre tierras productivas.

Los valores en hectáreas *per capita* muestran el carácter eminentemente agrícola de la Región: 0.54 ha/pc en 1995 y 0.50 ha/pc en el 2001, de tierras de cultivo. La superficie dedicada a pastos es poca (0.015 ha/pc en 1995 y 0.013 ha/pc en el 2001); sin embargo gran parte de la superficie forestal es dedicada a la cría de ganado. Destaca también la superficie forestal (0.25 ha/pc en 1995 y 0.22 ha/pc en el 2001) (Anuario Estadístico de la Región de Murcia, 2001). La superficie de mar productivo asignada por habitante es de 0.54 hectáreas, lo que corresponde a un reparto equitativo de la superficie marina productiva disponible en el mundo por cada uno de sus habitantes, independientemente de si el lugar donde vive posee o no litoral. Según las recomendaciones de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, en su informe *Nuestro Futuro Común* (CMMAD, 1987), una sociedad sostenible debería reservar para la conservación de la biodiversidad el 12% de su espacio productivo. En consecuencia, al final del cálculo total de éste último se ha deducido el 12 %, quedando una superficie productiva o biocapacidad de 1.1 gh/pc en 1995 y de 1.2 gh/pc en 2001.

Se ha comprobado que la biocapacidad en los dos años estudiados aumenta, lo cual puede ocurrir por factores tecnológicos que aumente los rendimientos del uso de los recursos naturales o por un factor biofísico como el aumento de la superficie agrícola, de pastos o forestal. En este caso, la biocapacidad del año 2001 es 0.1 gh mayor que la del 1995

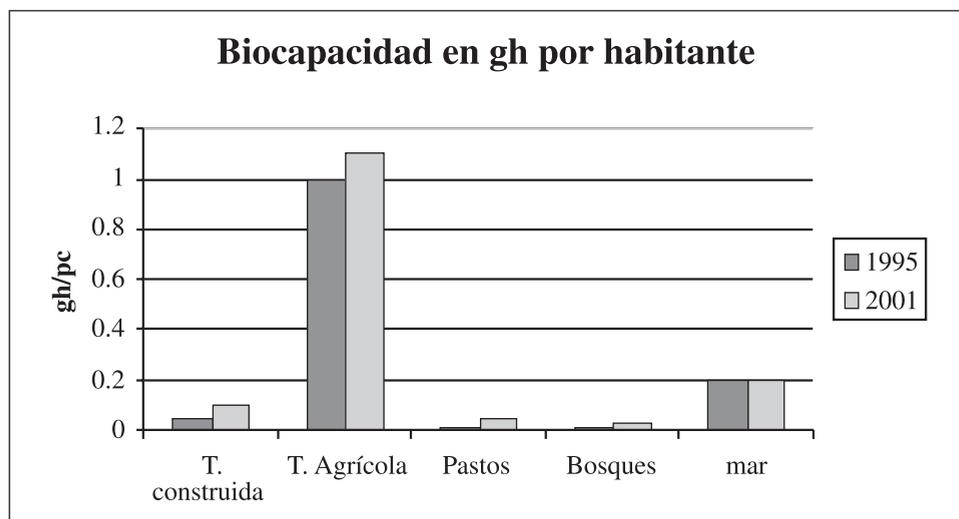


FIGURA 4

Componentes de la Biocapacidad de la Región de Murcia en los años 1995 y 2001

debido, fundamentalmente, a un rendimiento mayor de la tierra agrícola que fue en este último año el 17% del rendimiento medio agrícola mundial y en el 2001, 1.06 veces mayor que el rendimiento medio mundial (recuérdese que 1995 fue un año de severa sequía en la región) esto hace que la biocapacidad para la tierra agrícola y la de la tierra construida aumentasen en 2001 respecto a 1995, como puede observarse en la Fig. 4.

Déficit ecológico

Se ha definido el *déficit ecológico* como la diferencia entre la Huella Ecológica (HE) y la Biocapacidad (BP) de un país, comunidad, población, etc. En el caso de la Región de Murcia este arroja unas cifras de 1.4 gh (2.5 - 1.1) en 1995 y 1.5 gh (2.7-1.2) en el 2001. Como se ve, globalmente, los habitantes de la Región de Murcia viven de modo escasamente sostenible al consumir recursos naturales (Huella Ecológica), 1.45 gh de media, por encima de la Biocapacidad, expresadas ambas, en términos de capacidad productiva global, hectáreas globales (gh). Además, con el transcurso de los años la brecha de la insostenibilidad se va ensanchando (déficit ecológico).

Huella Ecológica y Desertificación

La desertificación es un proceso que causa la «*degradación ecológica por el cual la tierra productiva pierde parte o la totalidad de su potencial de producción, que lleva a la aparición de las condiciones desérticas*» (PNUMA, 1977). Es un conjunto de procesos o manifestación de fenómenos implicados en el empobrecimiento y degradación de los ecosistemas terrestres por impacto humano. Se interpreta como una disminución en los niveles de productividad en los ecosistemas como resultado de la sobreexplotación, el uso y la gestión inapropiados de los recursos en territorios fragilizados por la aridez y las sequías (López Bermúdez, 1996, 2002a). En el proceso de desertificación colaboran factores climáticos como la aridez y las sequías, torrencialidad de las lluvias, erosión del suelo, salinización, determinadas prácticas agrarias abusivas, desaparición de tierras fértiles bajo infraestructuras, etc., y factores socio económicos como sobreexplotación de los suelos agrícolas, sobrepastoreo, la tala de los bosques, los incendios forestales. El resultado es el deterioro de los ecosistemas, la pérdida de biodiversidad, la degradación de los suelos y aguas que pueden ocasionar una marcada disminución del potencial productivo y conducir a ecosistemas cada vez más pobres y vulnerables.

Aquí se proponen determinados componentes de la Biocapacidad y de HE que podrían ser utilizados como indicadores biofísicos y sociales de desertificación ya que son el resultado de acciones de gestión de los recursos naturales de una región o territorio. Por ejemplo:

- 1) *Área construida*. La superficie de tierra fértil que es utilizada irreversiblemente para la construcción de infraestructuras (autovías, carreteras, edificaciones, etc.). Hasta que las Evaluaciones de Impacto Ambiental no estaban en vigor se han utilizado todo tipo de tierras para las construcción y aún hoy la expansión de las ciudades se realiza sobre suelos aluviales de gran fertilidad como es el caso de la expansión urbana de la ciudad de Murcia (Fig. 5).



FIGURA 5

Urbanización creciente de la Huerta de Murcia. Frente Norte de la ciudad, Junio de 2004

- 2) *Factores que componen la biocapacidad agrícola. Rendimiento local de los cultivos agrícolas.* La biocapacidad agrícola de una región es calculada por comparar el rendimiento local de los cultivos más representativos de esa región en kg por hectárea y año con el rendimiento global. Es obvio que si a lo largo de los años el rendimiento de los cultivos de una región disminuye es debido a una degradación de los factores de producción, como por ejemplo, la fertilidad de los suelos, la disminución del recurso agua en cantidad y calidad, el trabajo aplicado a la producción, etc. Aquí el estudio del rendimiento agrícola está basado en cuatro cultivos: cereales, raíces y tubérculos, leguminosas y hortalizas.
- 3) El rendimiento agrícola para estos cuatro cultivos, en 1995 fue de 26.680 kg/ha.año y para el 2001 fue de 12.164 kg/ha.año. Esta disminución de más de dos veces el rendimiento agrícola de 1995 no tiene fácil explicación, pero probablemente entre las causas se halle una pérdida de fertilidad de los suelos dedicados a la agricultura que de manifestarse, en una tendencia negativa, indicaría signos de evidente desertificación.
- 4) *Consumo aparente de abonos por unidad de superficie cultivada.* Aunque no es un componente de la biocapacidad de una región, el consumo neto o aparente (en términos de HE) de fertilizantes consumidos por unidad de superficie, es un indicador de la pérdida de fertilidad de los suelos agrícolas por cierto tipo de agricultura

intensiva. Si la tendencia es a un aumento neto de la cantidad de fertilizantes por unidad de superficie cultivada, podría indicar una pérdida progresiva de capacidad productiva por erosión o por sobreexplotación de los suelos. Aunque en el cálculo de la HE hay una entrada para el comercio de abonos (importaciones e exportaciones), para calcular la energía incorporada a su consumo, se puede calcular el consumo de abonos por superficie cultivada. En 1995 se consumieron 170 kg/ha de abonos mientras que en 2001 el consumo fue de 213 kg/ha. Estas cifras harían pensar un deterioro de la fertilidad de los suelos agrícolas por mineralización de suelo, salinización, erosión y, en general, por un deficiente uso y gestión.

- 5) *Factor rendimiento local para el pasto.* Es calculado para la biocapacidad de las tierras de pasto, sumando la producción total ganadera (en unidades energéticas utilizando los factores de conversión adecuados) alimentada con pastos locales (convertida a producto animal promedio en Gigajulios) y dividida por la superficie de pasto local. En este estudio el rendimiento local del pasto disminuye a la mitad entre 1995 a 2001 (4.8 a 2.8 GJ/ha,año), denotando una degradación de la capacidad sustentadora de los pastos y por lo tanto un posible indicador de desertificación.
- 6) *Superficie forestal total y superficie forestal per capita.* El cambio en ambos parámetros es un indicador importante de desertificación. La disminución de la superficie de bosques en una región está directamente implicada en el aumento de la erosión del terreno, así como en su capacidad para ofertar servicios ambientales proporcionados por los bosques como son la estabilidad climática, absorción de CO₂, refugio de biodiversidad, y ofrecer bienes de consumo como madera, leña, frutos propios del bosque así como caza. La superficie forestal *per capita* también informa de los valores estéticos y espirituales ofrecidos por el bosque a los habitantes de la región. En 1995 la superficie forestal de la Región de Murcia era de 279.100 ha con una superficie de 0.25 ha de bosque *per capita*. En el 2001 se redujo la superficie total a 275.300 ha, y una superficie *per capita* de 0.22 ha/pc. Estas cifras expresan pérdida de Capital Natural en la Región de Murcia.
- 7) *Huella Ecológica de Consumo de agua:* La Huella Ecológica del agua es un indicador de la cantidad de agua consumida por una comunidad, su aumento indicaría insostenibilidad en las zonas áridas y semiáridas. En el caso de la Región de Murcia se detecta un aumento de la HE del agua desde 1995 (0.035 gh/pc) a 2001 (0.038 gh/pc). El consumo de agua es otro indicador importante de la sostenibilidad o no del recurso y del fenómeno de la desertificación en esta región mediterránea semiárida, otro factor cuyo uso y gestión debería de ser mejorado para no agotar o deteriorar el recurso.

CONCLUSIONES

La Huella Ecológica (HE) constituye un excelente indicador de sostenibilidad como ha sido probado en numerosos estudios realizados en la mayoría de los países y en numerosas actividades que impactan el medio ambiente.

La HE, calculada para un año da una medida del impacto, en términos de la superficie de terreno global, que es necesario para sostener el estilo de vida de un grupo social en

un año determinado y sería comparable a una fotografía fija. Calculando la HE en años sucesivos se puede determinar los cambios en el estilo de vida de esa sociedad, o cambios tecnológicos y de esta manera una medida de su evolución hacia un desarrollo sostenible (disminución de la huella ecológica) o alejamiento de él (aumento de la huella ecológica). Los mismos resultados se obtienen calculando la biocapacidad de un territorio y el déficit ecológico.

Dado el alto riesgo de desertificación de la región (López Bermúdez, 1989, 1990, 1995a, 1995b, 1999a, 1999b, 2002 a, 2002 b; López Bermúdez et al., 1999, 2000; Martínez Vicente et al., 2003), se ha intentado demostrar si HE podría ser utilizada como un indicador de desertificación. Aún a falta más estudios que apoyen este uso, sin embargo, aquí se apunta que la HE o bien componentes de ella, pueden ser útiles indicadores de la vulnerabilidad de un territorio a la desertificación, como es el que registra la Región de Murcia en el Sureste Ibérico.

El modelo de desarrollo económico imperante en la Región de Murcia deja de ser sostenible como lo revela su déficit ecológico y el aumento de este déficit en los dos años para los que se ha calculado la HE. Este aumento del déficit ecológico confirma el riesgo de deterioro del territorio. Sin embargo, un análisis más fino exigiría un periodo de observación más amplio.

Para corregir este déficit, parece razonable recomendar una política económica que apueste por el aumento en la eficiencia en el uso de los recursos, sobre todo de los recursos básicos agua y suelo, y un plan de lucha contra la desertificación en el que la conservación de esos recursos vitales, más la biodiversidad sea una acción prioritaria.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el marco del Proyecto de Investigación REN 2000–1507–CO3–03/GLO, financiado por el Plan Nacional de I + D, Ministerio de Ciencia y Tecnología. Enrique Hernández Laguna desea Agradecer a la Consejería del Educación y Cultura de la Comunidad de Murcia la concesión de la Licencia por Estudios durante la cual se ha realizado este trabajo.

REFERENCIAS

- ANUARIO DE COMERCIO EXTERIOR DE LA REGIÓN DE MURCIA 1995. Dirección de Economía y Estadística. Centro Regional de Estadística de Murcia, p. 173.
- ANUARIO DE COMERCIO EXTERIOR DE LA REGIÓN DE MURCIA 2000 avance 2001. Dirección de Economía y Estadística. Centro Regional de Estadística de Murcia, p. 188.
- ANUARIO ESTADÍSTICO DE LA REGIÓN DE MURCIA 1995. ECONET (<http://www.carm.es/econet>), última visita 22-09 – 2003.
- ANUARIO ESTADÍSTICO DE LA REGIÓN DE MURCIA 1996. Dirección de Economía y Estadística. Centro Regional de Estadística de Murcia, p. 623.
- ANUARIO ESTADÍSTICO DE LA REGIÓN DE MURCIA 2001. Dirección de Economía y Estadística. Centro Regional de Estadística de Murcia, p. 567.

- CALVO, M., SANCHO, F. 2001. *Estimación de la Huella Ecológica en Andalucía y aplicación a la aglomeración urbana de Sevilla*. Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo, Consejería de Obras Públicas y Transportes. Sevilla, p. 148.
- CMMAD 1987. *Nuestro Futuro Común*. Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo. Alianza Editorial, 460 pp.
- CHAMBERS, N., SIMMONS, C., WACKERNAGEL, M. 2000. Sharing Nature's Interest. Ecological Footprints as a indicator of suatainability. Eartscan. UK, p. 186.
- ECONET (<http://www.carm.es/econet>), última visita 22-09-2003.
- Ekins, P. 2003. Identifying critical natural capital. Conclusions about critical natural capital. *Ecological Economics*, 44, 277-292.
- FAOSTAT. (<http://www.fao.org>), última visita 1-08-2203.
- FOLKE, C., LARSON, J., SWEITSER J., 1996. Renewable Resource Appropriation by Cities. en: COSTANZA, R., SEGURA, O., MARTÍNEZ ALIER, J., (Ed.). *Getting Down to the Herat. Practical Applications of Ecological Economics*. Island Press, Washington, DC.
- HABERL, H., ERB, K. - H., KRAUSSMAN F. 2001. How to calculate and interpretet ecological footprints for long periods of time: the case of Austria 1926-1995. *Ecological Economics*, 38, 25- 45.
- HERNÁNDEZ LAGUNA, E. 2001. La Huella Ecológica de la dieta de los españoles. *El Ecologista*. nº 27: 44-46.
- HERNÁNDEZ LAGUNA, E. 2001. La Huella Ecológica y Biocapacidad de España. *El Ecologista*. nº 31: 54-57.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F., 1989: Incidencia de la erosión hídrica en la desertificación de una cuenca fluvial mediterránea semiárida: Cuenca del Segura. España. En *Degradación de Zonas Aridas en el entorno mediterráneo*. Monografías de la Dirección General de Medio Ambiente. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid: 63-81.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F.; 1990: Soil erosion by water on the desertification of a Semi-Arid Mediterranean fluvial basin: The Segura basin. Spain. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 33. Nº 2, pp. 129-145. Elsevier Science Publishers. Amsterdam. The Netherlands
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F., 1995a. Desertificación: una amenaza para las tierras mediterráneas. *El Boletín*, 20: 38-48. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F., 1995b: «Murcia, un modelo de erosión hídrica en la España mediterránea». En *Agua y Futuro*. M. Senent y F. Cabezas, Eds., Asamblea Regional de Murcia. Murcia: 427-444.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F., 1996: «Erosión del suelo e intervención humana en las regiones Mediterráneas de la Península Ibérica». En *Portugal-España: Ordenación territorial del Suroeste comunitario*. A.J. Campesino; C. Velasco, Coordinadores. Universidad de Extremadura. I.S.B.N. 84-7723-251-2. Cáceres: 141-170.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F., 1999a: Indicadores de la Desertificación: Una propuesta para las tierras mediterráneas amenazadas. *Murgetana*, 100: 113-128. Real Academia Alfonso X El Sabio. Murcia.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F., 1999b: El riesgo de desertificación en una región mediterránea de transición climática: Murcia. *Foresta*, 7. 3ª Epoca: 38-41. Revista de la Asociación y Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales. Madrid.

- LÓPEZ BERMÚDEZ, F., 2002a: *Erosión y Desertificación*. Nivola Libros y Ediciones. Madrid, 190 pp.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F., 2002b: Cambio climático y desertificación, amenazas para la sostenibilidad de las tierras del Arco Mediterráneo. Situación y perspectivas. *Revista Valenciana D'Estudis Autonomics*, núm.36: 93-116 (Núm. Monográfico). Generalitat Valènciana. Valencia.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F.; BARBERÁ, G.G.; ALONSO SARRÍA, F.; ROMERO DÍAZ, A., 1999: Guadalentín basin (Murcia, Spain): An area threatened by desertification. In *Mediterranean desertification. Research results and policy implications*. P. Balabanis, D. Peter, A. Ghazi & M. Tsogas, Eds. European Commission. Directorate-General Research. EUR 19303. ISBN 92-828-8127-X. Luxembourg: 399-422.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F.; BARBERÁ, G.G., 2000: Indicators of Desertification in Semiarid Mediterranean Agroecosystems of Southeastern Spain. In *Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean*. J.Enne; M. d'Ángelo & C. Zanolla, Eds. Osservatorio Nazionale sulla Desertificazione. Ministero della Ricerca Scientifica. Università degli Studi di Sassari. United Nations Convention to Combat Desertification. Porto Torres, Cerdeña, Italy: 164-176.
- MARTÍNEZ VICENTE, S.; LÓPEZ BERMÚDEZ, F.; IBÁÑEZ PUERTA, J.; ALONSO SARRÍA, F., MARTÍNEZ VALDERRAMA, J., 2003: Aquifer Overexploitation and Desertification Dynamics in The Guadalentín Basin. *Envirowater 2003*. VI Inter-Regional Conference on Environment-Water, Land and Water Use Planning and Management. Albacete. ISBN 84-688-3144-1
- RELEA GINÉS, F.; PRAT NOGUER, A., 2002: *Aproximación de la Huella Ecológica de Barcelona: Resumen de los cálculos y reflexiones sobre los resultados*. Comisión de Medio Ambiente y Servicios Urbanos del Ayuntamiento de Barcelona. Presidencia. Barcelona: 10 pp.
- WACKERNAGEL, M., REES, W. 1996. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. *New Society*, Gabriola Island, BC, Canadá, p. 160. Wackernagel, M. 2002 (<http://www.rprogress.org>)
- WACKERNAGEL, M. 2002 (<http://www.rprogress.org>)
- Wackernagel, M., Monfreda, Ch., Guraire, E. 2002. Improvement to National Footprint Account since the Living Planet Report. (<http://www.redefiningprogress.org>)
- WACKERNAGEL, SCHULZ, N. B., DEUMLING, D., CALLEJAS, A., JENKINS, M., KAPOS, V., MONFREDI, Ch., LOH, J., MYERS, N. NORGAARD, R., RANDERS, J. 2002. Tracking the ecological overshoot of the human economy. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.142033699.
- WACKERNAGEL, M. LILLEMOR, L. & HANSON, C. 1998. *Evaluating the Sustainability of a Catchment Area: The Ecological Footprint Concept Applied to Malmöhus County and the Kävlinge Watershed. Southern Sweden*. Anáhuac University of Xalapa and Lund University.
- WACKERNAGEL, M., LEWAN, M., HANSSOM, C. 1999. *Evaluating the use of natural capital with the ecological footprint. Applications in Sweden and subregions*. Ed. AMBIO.