

## **Limite al crecimiento poblacional en el contexto de sustentabilidad**

### **(Limit to population growth in the context of sustainability)**

Badii, M.H., A. Guillen, M. García-Martínez & J.L. Abreu  
UANL, San Nicolás, N.L., México

**Abstract.** Fundamental bases which cause limit to population growth are described. Concepts and implications of the carrying capacity, ecological déficit, ecological footprint, natutal capital, natural income, human economy, second law of thermodynamics as determinant factors for sustainability are noted and explained.

**Keyword:** Carrying capacity, ecological déficit, ecological footprint, natutal capital, natural income, human economy

**Resumen.** Se describen las bases fundamentales que provocan un límite al crecimiento de la población. Se manejan los conceptos y las implicaciones de capital natural, ingreso natural, capacidad de carga, huella ecológica, déficit ecológico, ecología humana, la segunda ley Termodinámica como determinantes del crecimiento poblacional.

**Palabras clave:** Capacidad de carga, capital natural, economía humana, ingreso natural, huella ecológica, déficit ecológico

### **Introducción**

Con respecto al límite al crecimiento de la población, hay que señalar que tanto para los individuos como para la población el tema central es el “Niche ecológico”, lo cual es la cantidad de recurso requeridos para crecer y reproducir. Además se debe enfatizar otros conceptos como “capacidad de carga o CC”, la “huella ecológica o HE”, el “déficit ecológico o DE”, etc., (Badii et al, 2015a, 2015b, 2016, 2017a, 2017b, Oviedo-Salazar et al, 2015, Zurita et al, 2015, Torrecillas et al, 2019).

Todos los problemas relacionados con el crecimiento poblacional, se centran en partición inequitativa de los recursos (bienes y servicios) (Badii y Abreu, 2006a, 2006b, Badii y Ruvalcaba, 2007, Badii et al, 2020), por tanto, es esencial comprender la noción de consumo de los recursos, la asimilación de los deshechos, y el papel de la tecnología en este proceso (Meadows y Forester, 1972). Según Aldritch (1968) la ecuación siguiente:  $I = P \cdot A \cdot T$ , cuantifica el impacto (I) de la población sobre el medio ambiente, en función del tamaño de la población (P), la afluencia (A), es decir, el consumo de los recursos y la regulación de los residuos y deshechos y el papel de la tecnología (T).

Si la población actual del planeta de 7.8 billones hubiese vivido a una tasa ecológica estándar similar al de Norte América (4.5 hectáreas por persona), a una primera vista, se requiere un total de la tierra de 35.1 billones, es decir, 7.8 billones multiplicado por 4.5

ha/cápita = 35.1 billones de hectáreas, asumiendo el uso de la tecnología al nivel actual. Sin embargo, solo hay 13 billones de hectáreas de tierra en el planeta, de los cuales solamente 8.8 billones de hectáreas son ecológicamente productivos, es decir, son tierras de cultivo, pastoreo, y selvas. Por tanto, 8.8 billones (tierra) dividida entre 7.8 billones (población), nos arroja la cantidad de 1.12 hectáreas per cápita lo cual constituye la huella ecológica.

### **Huella Ecológica (HE) & Capacidad de Carga Apropiada (CCA)**

**Capacidad de Carga Apropiada.** Se refiere al flujo de recursos biofísico y la asimilación de desechos por unidad de tiempo para una ecología determinada o una población específica (Rees & Wackernegel, 1994, Badii, 2008, Dresner, 2002; Bell & Morse, 2003, Princen & Maniates, 2002).

**Huella Ecológica o HE.** Debido a que para cada flujo material debe haber una correspondiente “fuente” y “resumidero”, la suma de áreas requeridas para sostener este flujo continuo se denomina la huella ecológica o HE (Rees & Wackernegel, 1994, Chapman et al, 2000, Chambers et al, 2000).

### **Indicadores de Sustentabilidad (basado en áreas)**

**Planeta personal.** Lo cual es realmente per cápita huella ecológica o HE.

#### **Parte Justa.**

**Parte justa de tierra.** La cantidad de área productiva per cápita disponible sobre la tierra (aproximadamente, 1.12 ha, calculada anteriormente).

**Parte justa de mar.** La cantidad del área productiva per cápita disponible en el mar (aproximadamente 0.37 ha).

**Déficit ecológico.** Nivel del consumo y la carga de basura por una economía o una población determinada, en exceso, de la capacidad local de producción y asimilación

sustentable, en otras palabras el déficit ecológico es la diferencia entre la HE de la población y el área ocupada por la misma (Rees & Wackernegel, 1994).

### **Capital Natural (CN), Ingreso Natural (IN)**

**Capital Natural (CN).** Se refiere a un stock de créditos naturales que produce un flujo de bienes y servicios hacia el futuro. El stock constituye el capital natural, y bienes y servicios forma en ingreso natural.

Ejemplo. Un bosque produce flujo de materiales que es potencialmente sustentable, El stock que produce este flujo se llama “capital natural”, y el flujo se denomina “ingreso natural”.

Cabe destacar que el capital natural también produce servicios como, asimilación de basura, protección versus los rayos Ultra Violeta (UV, que constituye el capital natural), control de erosión e inundación. A estos servicios que soportan la vida se llaman “ingreso natural” (Chapman et al, 2000).

### **Clases de Capital Natural**

**1.- Capital Natral Renovable:** Incluye especies vivas y ecosistemas, los cuales son auto-productores y auto-equilibrados (utilizan la energía solar y realizan fotosíntesis). Estos capitales naturales producen bienes comerciables (madera) y servicios esenciales no-contabilizados como “regulación del clima” (Rees & Wackernegel, 1994).

**2.- Capital Natral Restituible:** Incluye aguas freáticas y la capa de ozono (entes no-vivos). Estos capitales naturales dependen de Ingeniería solar para su renovación.

**3.- Capital Natral No-Renovable:** Incluyen combustibles de origen fósil y minerales. Por tanto son análogo de un inventario. Cualquier uso de estos recursos disminuye el volumen del stock.

Debido a que los grupos 1 y 2 son necesarios para el soporte de vida, por tanto, constituyen mayor relevancia para el desarrollo sustentable versus el grupo 3.

### **La segunda Ley Termodinámica: Implicaciones a la economía**

Los sistemas cerrados crecen, es decir, incrementan el nivel de su orden interno, al costo del desorden a niveles altos en la organización jerárquica de los sistemas. En otras palabras, los sistemas complejos y dinámicos se mantienen a un estado de desequilibrio por medio de diluir la energía y la materia disponible extraída del medio ambiente.

### **Características de la economía humana**

La economía humana se distingue de la economía clásica por rasgos siguientes (Rees & Wackernagel, 1994).

- 1.- Es un ejemplo de los sistemas dinámicas y ordenadas lejos del equilibrio.
- 2.- Es un sub-sistema creciente de un sistema material cerrada y no-creciente, llamada ecósfera y para su desarrollo depende en la energía que se forma en la Ecósfera.
- 3.- Pasando un punto crítico, el crecimiento continuo de la economía será posible solamente, al costo del aumento del desorden en la ecósfera.
- 4.- Este punto es en donde “el consumo” rebasa el “ingreso natural” y esto será manifestada vía dilución de “capital natural”, “biodiversidad”, “contaminación”, “cambio climático”, “deforestación”, etc.
- 5.- La evidencia empírica sugiere que la “carga poblacional” ya ha rebasado la “capacidad de carga” del cual la propia vida humana depende.
- 6.- Finalmente, esto ocasiona la amenaza de reestructurar ecosistemas (cambio climático) yendo hacia la escases de los recursos e incremento de inestabilidad ambiental.
- 7.- En este contexto hay que enfocar sobre: (1) el comportamiento de los sistemas, y (2) el papel de la economía en la jerarquía termodinámica global como “base fundamental” para la sustentabilidad. Sin embargo, estos dos conceptos son ignorados por las instituciones dominantes actuales.

**8.-** Modelos económicos actuales del desarrollo carecen de cualquier representación de energía, materia, estructura física y proceso de tipo tiempo-dependencia, los cuales son básicos para el crecimiento ecológico.

**9.-** A pesar de que la segunda Ley Termodinámica es el *Gobernador de actividades económicas*, los modelos económicos estándares no reconocen el flujo unidimensional y termodinámicamente irreversible de la energía y la materia sobre el cual la economía depende.

**10.-** Debido a este desconocimiento, la sustentabilidad se entiende mejor vía a) el análisis de stock físico, y b) el flujo de la energía y la materia en la luz de la teoría ecológica y de sistemas (Chapman et al, 2000).

**En resumen:** Modelos de análisis monetario estándar son ciegos a la estructura y función ecológica y por ende, son incapaz de indicar a) los escasos ecológicos, y b) la incipiente desestabilización de sistemas.

### **Capacidad de Carga (CC)**

Capacidad de Carga (Catton, 1986) es la capacidad de carga de un ambiente refiriendo a su máxima carga soportable, sin embargo, normalmente, se define como la máxima población de una especie determinada que un ambiente puede soportar indefinidamente sin perjudicar su productividad.

Hay que destacar según esta definición existe una irrelevancia por el aparente incremento de CC debido a: (1) eliminar especies competidoras, (2) el Comercio: importar recursos escasos localmente, y (3) La tecnología, los cuales son totalmente falsos. Además no hay que olvidar que una CC delgado constituiría la amenaza más relevante confrontando la humanidad. Este punto será más claro, si en la definición de CC, en lugar de la “población máxima” utilizar el término “Carga Humana Máxima” que una población pueda imprimir de manera segura al ambiente. La carga humana está en función de consumo per cápita y no solo en función del tamaño de la Población (Chapman et al, 2000).

Es claro que la carga humana crece más rápido que el tamaño de la población, justamente e irónicamente, debido a los componentes del comercio y la tecnología. En otras palabras, el mundo debe soportar no solamente más gentes sino gentes “más grandes”.

La noción ecológica indica que hemos conseguido logros económicos, culturales, científicos y tecnológicos, sin embargo, lograr el desarrollo sustentable requiere el entendimiento que el hombre es un ente ecológico.

### **Resumen**

1.- El hombre *similar* a otros seres vivos satisface sus necesidades dependiendo en la energía y los recursos materiales.

2.- Sin embargo, a diferencia de otras especies, aparte del metabolismo biológico, el hombre. se caracteriza por realizar el metabolismo Industrial.

**En término ecológico:** Todos los juguetes, instrumentos (capital de economía) son como órganos del cuerpo y para su función requieren flujo de la energía y la materia desde y hacia el ambiente.

**Por tanto, la estimación de la condición humana:** debe estar basada en análisis ecológico y biofísico.

**Según este análisis:** El Hombre es el consumidor dominante del planeta, ya que (a) consume el 40% y el 35% de la producción primaria del suelo y del mar, respectivamente, y (b) genera los resumideros de la basura global hasta el tope.

### **Cálculo de HE**

Huella ecológica per cápita o HE es igual a  $\sum aa_i$ ; ( $HE = \sum aa_i$ ), donde  $aa =$  área apropiada. Ahora bien,  $aa_i$  es per cápita área utilizada para producir la “i”ésimo ítem de cualquier recurso para el consumo (Rees & Wackernegel, 1994).

$$aa_i = C_i/P_i$$

donde,

C<sub>i</sub> es el promedio anual de consumo de “i”ésimo ítem del recurso y está en kg/cápita.

P<sub>i</sub> es el promedio anual de producción de “i”ésimo ítem del recurso y está en kg/hectárea.

Por tanto  $aa_i$  está en hectárea per cápita.

En la práctica se divide el total del consumo (expresada en áreas productivas) entre el tamaño de la población del referente.

En resumen, per cápita HE es la suma de  $aa_i$  y la HE de una población es igual a per cápita HE multiplicado por el tamaño de la población; (per cápita HE) \* (N).

**Ejemplo práctico, Caso de Vancouver, British Columbia, Canadá (Rees & Wackernegel, 1994):**

La población de Vancouver es igual a 472,000.

La suma de las áreas productiva es igual a 11,400 hectáreas.

**Una persona en promedio requiere**

1.0 ha: para producir su dieta de carne (para adquisición de proteína)

0.6 ha: para producir su uso de madera y relacionados

0.2 ha: zona ecológica degradada (zona urbana)

La suma de estas áreas es igual a 1.8 ha (1 + 0.6 + 0.2)

Adicionalmente, cada persona requiere 2.4 ha adicionales para resumidero de carbono.

Por tanto, la planta personal de cada consumidor promedio de éste lugar es casi 4 veces de su parte justa de la tierra, ya que 4.2 (1.8 + 2.4=4.2) es 3.8 veces de la HE promedio o la parte justa de la tierra (1.1) a nivel global.

Basado en estos datos: [472,000 X 4.2 = casi 2,000,000 hectáreas]

472,000 personas requieren 2 millones de hectáreas Para mantener una tasa sustentable de consumo.

Acordar que el área productiva total es 11,400 ha, esto significa que  $2,000,000 / 11,400 = 175$  veces del tamaño del área requerida para soportar su estilo de vida actual.

Por tanto, cada persona en Vancouver utiliza 175 veces su parte real de la tierra. Obviamente, este trae 175 veces más presión sobre los recursos y por tanto ocasiona lo que se denomina Déficit Ecológico o DE.

### **Dependencia en productividad externa**

Muchos países tienen este tipo de dependencia para soportar el estilo de vida.

Ejemplo. Caso Holanda. En término de uso de recursos, requiere 15 veces más de su tamaño.

### **Caso de Holanda y Japón**

Estos países están considerados como modelo a seguir (Chapman et al, 2000), a penas con:

**A.-** Tamaño pequeño de extensión territorial.

**B.-** Pocos recursos naturales.

**C.-** Alta Población

Los 2 países disfrutaban de:

**A.-** Alto nivel de estándar de vida

**B.-** Balance comercial positiva

**C.-** Estas medidas se reflejan en término monetario

Sin embargo, el análisis de flujo físico indica que estos y muchos países similares a ellos tienen “déficit ecológico enorme” con el resto del mundo.

**Mayoría de los países Europeos** tiene “Déficit Ecológico” 3 veces o más que el “ingreso natura” doméstico de cada país.

Con la excepción de Canadá (Tabla 1, modificado y actualizado de Rees & Wackernegel, 1994, Wackernegel & Rees, 1996), estos países son incapaz de sostener su estilo de vida (si por cualquier circunstancia solo dependiesen de su territorio).

**Resumen:** Consumir menos de su “Ingreso Natural”

Tabla 1. Déficit ecológico a nivel nacional per cápita de algunos países.						
País	a	p	C	D	E	
					%	OM
Países con HE = entre 2 y 3			Suponer HE = 2			
Japón	30,340,000	126,476,461	0.24	1.76	733	7.3
Corea	8,669,000	51,269,185	0.17	1.83	1,076	10.8
Países con HE = entre 3 y 4			Suponer HE = 3			
Austria	6,740,000	9,006,398	0.75	2.25	300	3.0
Francia	45,385,000	65,273,511	0.70	2.30	329	3.3
Dinamarca	3,270,000	5,792,202	0.56	2.44	436	4.4
Suiza	3,073,000	8,654,622	0.36	2.64	733	7.3
Alemania	27,734,000	83,783,942	0.33	2.67	8,091	8.1
Bélgica	1,987,000	11,589,623	0.17	2.83	1,664	16.6
Holanda	2,300,000	17,134,872	0.13	2.87	2,207	22.1
Países con HE = entre 4 y 5			Canadá con HE = 4.3, USA con HE = 5.1			
USA	725,643,000	330,000,000	2.19	2.91	133	1.3
Canadá	433,000,000	37,742,154	11.47	7.17 +	374	3.7 +
A= área productiva, p= población, C= a/p, D = HE – C, E = D/C, OM = Orden de magnitud, (D = Déficit, E= Déficit estandarizado per cápita).						

**Desarrollo sustentable y planeta fantasma**

Los “déficit ecológico” son una medida de la carga entrópica y el resultante “desorden” imprimida en la ecósfera por los países avanzados (como un costo no-contabilizado de mantener y expandir su economía basado en consumo irracional).

Primera axioma de huella ecológico como la consecuencia de arriba mencionada indica que en un planeta finito, no todos los países pueden ser importadores netos de capacidad de carga, ya que este tiene implicaciones serías para el desarrollo global.

Objetivo actual de desarrollo internacional es que los países en desarrollo incrementen su estándar de vida para llegar al nivel de países avanzadas.

Sugerencia del Comité de Brundtland: Para alcanzar el objetivo arriba, habrá 5-10 veces incremento en outputs de los países avanzadas para cuando la población global se estabiliza en algún punto de tiempo en Siglo XXI (Chapman et al, 2000).

**Sugerencia del Comité de Brundtland**

Suponer un huella ecológica = 4.5 hectáreas/persona (irreal globalmente)

Suponer una población = 7.8 billones

Suma de áreas productivas sería:  $4.5 * 7.8 = 35.1$  billones de ha.

Pero existe un total de 13 billones de hectáreas de tierra sobre el planeta, de los cuales solo 8.8 billones son ecológicamente productivos ( $8.8/7.8 = 1.13$  hectáreas/persona = huella ecológica) (Chapman et al, 2000).

### **Resumen**

1.- Se necesitan 3 planetas para contestar la carga creciente de personas hoy en día.

2.- Si la población se estabiliza a 10 o 11 billones, se requiere 5 planetas más.

Cambios globales (clima, ozono, pérdida de suelo, pérdida de agua subterránea, deforestación, colapso de zonas de pesquerías, pérdida de biodiversidad) están acelerando.

Este es la primera evidencia que la tasa global de consumo rebasa el “ingreso natural” en ciertas categorías críticas y que la capacidad de carga global está reduciendo. En otras palabras: la huella ecológica actual rebasa el total de áreas productivas globales hoy en día.

**Razón fundamental:** Consumo de 75% de recursos por 25% de población de los países avanzadas.

La sugerencia de 5-10 veces incremento en output de países industrializadas ha sido considerado necesario para contestar este dilema. Pero el planeta ya está ecológicamente llena y saturada, por tanto: usando el presente tecnología se necesita 5-10 planetas iguales.

### **Posibilidad de alcanzar el escenario arriba**

Existen tres caminos para esta situación: a) La reducción absoluta en promedio de estándar de vida materialística, b) incremento masivo en la eficiencia de manejo de la energía y la materia, y c) combinación de los dos rubros arriba.

La cultura tanto en los países avanzados como los países en desarrollo no permite el primer punto. Por tanto, la única salida es el incremento masivo de la eficiencia del consumo de la energía y la materia (Chapman et al, 2000).

### **Dos noticias relevantes: una mala y una buena**

**La mala:** El crecimiento está considerado como la única manera política e económica para reducir la pobreza e inequidad tanto dentro - como entre países.

**La buena:** Mayoría de los proponentes de la mala noticia al menos aceptan que hay límite material al crecimiento (Chapman et al, 2000).

Un fuerte consenso (Pearce, 1994): Incremento en el consumo será sustentable solo si está asociada con la reducción en la intensidad del consumo de la energía y la materia de los bienes y servicios.

### **Invertir en capital social**

**Capital social** se refiere a los valores culturales y valores éticos. La eficiencia tecnológica no toma en cuenta el capital social. El corazón de crisis ecológica y casi todos los problemas humano, es la ausencia de capital social. La eficiencia tecnológica por sí solo no trae sustentabilidad. Se requiere una inversión en la eficiencia del capital social.

Si el incremento del stock de capital social puede sustituir la acumulación de capital manufactura, entonces una reducción en la huella ecológica será posible aun sin la ganancias de eficiencia tecnológica (Chapman et al, 2000).

### **Existen 2 líneas en este contexto**

**1.-** La relación interesante entre el consumo (ingreso \$) y bienestar. Datos disponibles indican que la esperanza de vida incrementa inicialmente rápido con per cápita ingreso y llega a un asíntota cerca de 10,000 – 25,000 (US dólares), y casi 90% de la esperanza de vida se alcanza con casi \$7,000 o \$8,000, lo cual es menos de 1/3 de per cápita ingreso de países avanzadas.

Por tanto, se puede tener reducciones sustanciales en consumo de recursos en éstos países.

**2.-** Ejemplo de Kerala, India (30 millones): Con un ingreso anual de \$350.00 (US Dólares) esta población ha conseguido una esperanza de vida de 72 años (un nivel para sitios con

\$5,000 ingreso) y una tasa de fertilidad de menor de dos, y una matrícula de estudios secundarios de 93% (Chapman et al, 2000).

**Por tanto**, el incremento en los indicadores de calidad de vida (tasa de mortalidad, nivel de esperanza de vida, educación, participación social) son consecuencias políticas públicas de no solo crecimiento económico sino también las consideraciones de equidad (capital social).

Caso de Kerala: Alta calidad de vida con mínimo impacto sobre la tierra es posible vía acumulación de capital social en lugar de capital manufacturera. No hay razón de no aprender de Kerala.

### **Conclusión y Preguntas clave**

Capital social, es decir los valores culturales y valores éticos y no solo la eficiencia tecnológica es la respuesta para alcanzar la sustentabilidad (Chapman et al, 2000).

Los tomadores de decisión y políticos deben hacer las siguientes preguntas “clave” hacia sustentabilidad:

- 1.- ¿Cómo el Estado puede facilitar el cambio en valores personales y sociales en una sociedad más amable?
- 2.- ¿Qué circunstancias facilitan el desarrollo de compartir y apoyo mutuo como un modo de vida aun en la situación de los escasos material?
- 3.- ¿Qué tipo de relaciones sociales formales e informales incrementan el sentido de autoestima y la seguridad personal?
- 4.- ¿Cuál de estas relaciones personales y cualidades a nivel de comunidad reducen la compulsión de consumo de recurso y la acumulación de capital, en otras palabras, qué tipo de capital social se debe sustituir la capital manufacturera?
- 5.- ¿Qué tipos de políticas facilitan el desarrollo de éstos tipos de capital social?

Hasta ahora, las sociedades industriales intencionalmente han evitado éstas preguntas en debates sobre producción-consumo, Sin embargo, involucrar éstos debates no solo contribuye a sustentabilidad ecológica sino también llena el vacío espiritual y la maldad

social general que de forma ascendente invade y contagia las sociedades de alto ingreso y alto consumo.

## **Conclusión**

El nombre del juego, es decir el punto central en todos los conflictos y las contradictorias se denomina el nicho ecológico, es decir la cantidad de los recursos requeridos para sobrevivir y reproducir. Los recursos vitales son el alimento, el agua, el refugio, la pareja, y hasta los aspectos emocionales interconectados con los deseos de poseer distintas cosas para satisfacer las necesidades físicas y emocionales de los entes vivos. El impacto, es decir el uso de los recursos y la asimilación de los deshechos es el papel que cada individuo realiza en su medio ambiente, a este se denomina la huella ecológica. La raíz de los problemas sociales, económicos, políticos, militares, culturales, etc., radica en tomar una parte “más” de los recursos que constituye el capital natural “a uno le toca”, con el obvio impacto negativo sobre el nicho de otros al causar déficit ecológico. De ahí surgen todos problemas mundiales tanto a nivel individual, o grupal. Por tanto, una comprensión correcta de la capacidad de la carga ambiental, la capital y el ingreso natural, la huella ecológica, el déficit ecológico y la capital social nos permite tener una esperanza a mitigar los problemas existentes en todos los ámbitos.

## **Referencias**

- Badii, M.H. 2008. La huella ecológica y sustentabilidad. Daena, 3(1): 672-678.
- Badii, M.H. & J.L. Abreu. 2006a. Sustentabilidad. Daena International J. of Good Conscience, 1(1): 21-36.
- Badii, M.H. & J.L. Abreu. 2006b. Metapoblación, conservación de recursos y sustentabilidad. Daena International J. of Good Conscience, 1(1): 37-51.
- Badii, M.H. & I. Ruvalcaba. 2007. Sustentabilidad en función de estabilidad y complejidad. Daena 2(1): 71-88.
- Badii, M.H., A. Guillen, C.E. Rodríguez, O. Lugo, J. Aguilar & M. Acuña. 2015a. Pérdida de Biodiversidad: Causas y Efectos. Daena 10(2): 156-174.
- Badii, M.H., A. Guillen O. Lugo & H.J. Sánchez. 2015b. Aspectos del Calentamiento Global. Daena 10(2): 175-195.

- Badii, M.H., A. Guillen, & J.L. Abreu. 2016. Energías renovables y conservación de energía. *Daena* 11(1): 141-155.
- Badii, M.H., A. Guillen, L.G. Fernández & J.L. Abreu. 2017a. La urbanización en relación con el desarrollo sustentable. *Daena*. 12(1): 69-94.
- Badii, M.H., A. Guillen & J.L. Abreu. 2017b. LA industria y el desarrollo sostenible *Daena*. 12(1): 105-126.
- Badii, M.H., A. Guillén, J.L. Abreu, Y. Toribio & E. Fernández. 2018. Indicadores de desarrollo sustentable y su aplicación *Daena*. 13(1): 178-236.
- Badii, M.H., A. Guillen, D. Castillo-Martínez, M. García-Martínez & J.L. Abreu. 2020. La energía, elemento central del desarrollo sustentable. *Daena* 15(1): 40-51.
- Bell, S., & S. Morse. 2003. *Measuring Sustainability*. Earthscan, London.
- Catton, W. 1986. Carrying capacity and limits to freedom. Paper for Social Ecological Session 1. XI World Congress of Sociobiology- New Delhi, India.
- Chambers, N., C. Simmons & M. Wackergel. 2000. *Sharing Nature's Interest*. Earthscan, London.
- Chapman, A.R., R.L. Peterson & B. Smith-Moran (Editors). 2000. *Consumption, Population and Sustainability*. Island Press, USA.
- Dresner, S. 2002. *The Principles of Sustainability*. Earthscan, London.
- Ehrlich, P. 1968. *The Population Bomb*. Ballantine Books, N. Y.
- Meadows, D. y J. Forrester. 1972. *The Limit to Growth*. Universe Books, N. Y.
- Oviedo-Salazar, J.L., M.H. Badii, A. Guillen & O. Lugo Serrato. 2015. Historia y uso de energías renovables. *Daena* 10(1): 1-18.
- Pearce, D. 1994. Sustainable consumption through economic instruments. Paper for Government of Norway Symposium on Sustainable Consumption. Oslo, Norway.
- Princen, T., M. Maniates & K. Conca (Editors). 2002. *Confronting Consumption*. The MIT Press. Cambridge.
- Rees, W. & M. Wackernagel. 1994. Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: Measuring the Natural Capital Requirements of the Human. In A.M. Janssen, M. Hammer, C. Folke & R. Costanza. Eds., *Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability*, pp. 362-390. Washington, D.C. Island Press.
- Torecillas, B., M.H. Badii, O.P. Lugo Cerrato, A. Guillen & J.L. Abreu. 2019. Iniciativa de Biosfera Sustentable: IBS. *Daena*. 14(2): 326-335.

Zurrita, A.A., M.H. Badii, A. Guillen, O. Lugo Serrato & J.J. Aguilar Garnicas. 2015. Factores causantes de degradación ambiental. Daena 10(3): 1-9.

Wackernegel, M. & W. Rees. 1996. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. Stony Creek, Conn: New Society Publishers.