

# Una mirada hacia el Desarrollo Sustentable desde la perspectiva de la Huella Ecológica: el caso de Uruguay

Justin Boreson\* MSc, Sustento, [justin@sustento.com.uy](mailto:justin@sustento.com.uy)  
Mathis Wackernagel, Ph.D., Global Footprint Network, [mathis@footprintnetwork.org](mailto:mathis@footprintnetwork.org)

## Fundamentación

El término “desarrollo sustentable” es utilizado en varios contextos con múltiples interpretaciones y definiciones. En muchos casos la visualización del desarrollo sustentable queda como un objetivo cualitativo y subjetivo, lo cual hace muy difícil evaluar si ciertas iniciativas, actividades o políticas de desarrollo representan una oportunidad o un riesgo hacia una condición sustentable. A su vez, en muchos ámbitos comúnmente se confunden políticas y marcos legales ambientales para proteger calidad de vida humana con iniciativas de sustentabilidad.

Según Wackernagel (2014), el término “desarrollo sustentable” requiere la unión de los objetivos de desarrollo humano con las condiciones de borde ambientales. Durante las últimas décadas se han desarrollado diferentes métricas y parámetros para medir tanto el desarrollo humano (UNDP, 2015a) como las condiciones de borde ambientales (Rockström, 2009; Hoekstra, 2014). Uno de los desafíos de estos trabajos, entre otros, es poder evaluar ambos componentes en conjunto para definir cuantitativamente las condiciones de desarrollo sustentable (UNDP, 2013; GGKP, 2016).

## Objetivos

Esta ponencia presenta el uso combinado del índice de desarrollo humano (IDH), y la relación entre la biocapacidad y la Huella Ecológica para definir una condición de seguridad de recursos naturales renovables; una condición física necesaria para la sustentabilidad. Se plantea un escenario de desarrollo sustentable en donde un país como Uruguay logre un IDH de muy alto nivel y a su vez conduzca su propia Huella Ecológica por debajo de la biocapacidad disponible globalmente.

## Metodología

A continuación, se definen los fundamentos técnicos que sustentan los dos parámetros principales del marco propuesto que son: (1) desarrollo humano y (2) la relación complementaria entre la biocapacidad y Huella Ecológica.

### Desarrollo Humano

Se asume que todos los países buscan mejorar sus condiciones para sus habitantes en términos de, por lo menos, los siguientes tres aspectos fundamentales: vida (salud), educación e ingresos adecuados. El IDH es un índice cuantificado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que considera una combinación de los siguientes indicadores claves:

- Expectativa de vida en el momento de nacimiento, expresado como el índice de salud ( $I_{\text{salud}}$ );

- Años promedios de escolaridad y años esperados de escolaridad, expresado como el índice de educación ( $I_{educación}$ ); e
- Ingresos brutos nacionales (GNI, por sus siglas en inglés) per cápita convertidos en paridad del poder adquisitivo, expresado como el índice de GNI o índice de ingresos ( $I_{ingresos}$ ).

Se calcula el IDH como un promedio geométrico de los índices normalizados según la siguiente ecuación:

$$IDH = (I_{salud} \times I_{educación} \times I_{ingresos})^{1/3}$$

Para mayores detalles sobre las fuentes de datos y metodología para calcular IDH, ver UNDP (2015a). El PNUD utiliza el IDH para comparar desarrollo humano entre países y regiones y para definir las siguientes categorías de desarrollo:

Nivel de Desarrollo Humano	IDH
Muy alto	Mayor a 0,800
Alto	0,700 a 0.799
Medio	0,550 a 0,699
Bajo	Menor a 0,550

Cabe mencionar que, durante los últimos años, el PNUD ha desarrollado otros índices sobre desarrollo humano, incluyendo el IDH Ajustado por la Desigualdad, Índice de Desarrollo de Género, Índice de Desigualdad de Género, e Índice de Pobreza Multidimensional. No obstante, para simplicidad de presentación y los efectos de esta ponencia, se ha elegido sólo enfocar en IDH como el indicador principal de desarrollo humano.

### **Contabilidad de Biocapacidad y Huella Ecológica**

Biocapacidad y Huella Ecológica representan una contabilidad de la oferta y demanda, respectivamente, de la naturaleza para sostener el consumo y emisiones de la actividad humana, utilizando las tecnologías y prácticas vigentes de la gestión de los recursos naturales. Aquí es importante enfatizar que biocapacidad y Huella Ecológica no son índices, sino una contabilización aproximada de áreas productivas físicas.

**Biocapacidad** mide las áreas terrestres y marinas disponibles para proveer recursos y servicios ecológicos para la sociedad y absorber las emisiones generadas por la actividad humana. Se calcula la biocapacidad total como la suma de los siguientes usos principales de suelo productivo (o agua para el caso de pesca y otros recursos marinos):

1. Tierra de cultivos – utilizados para producción de alimentos y fibras para consumo humano, alimentos para ganado, aceites y gomas.
2. Pastizales – utilizados para productos de carne, leche, cuero, y lana
3. Bosques – utilizados para productos forestales, celulosa, y biomasa
4. Suelo construido – incluye suelos utilizados para transporte, residencias, industrias, y reservorios para energía hidroeléctrica
5. Zonas de pesca – incluye aguas marinas y aguas continentales

Se puede calcular la biocapacidad total ( $BC_{total}$ ) de una región geográfica definida (provincia, región, país o mundo) para cada uso de suelo ( $u$ ) en el territorio según la siguiente ecuación:

$$BC_{total} = \sum BC_u = A_u \times YF_u \times EQ_u$$

Donde:

$BC_u$  = biocapacidad para el uso de suelo “ $u$ ” (tierra de cultivos, pastizales, bosques, suelo construido o zona de pesca), en unidades de hectáreas globales (gha).

$A_u$  = el área física superficial disponible dentro del territorio para el uso de suelo “ $u$ ”, en unidades hectáreas físicas (ha).

$YF_u$  = un factor de rendimiento del uso de suelo “ $u$ ”, que representa la ratio entre el rendimiento del territorio al rendimiento mundial promedio, sin unidades.

$EQ_u$  = un factor de equivalencia, que convierte el área física disponible de un tipo específico de uso de suelo “ $u$ ” a unidades de un área promedio bioproductivo mundial, gha/hectáreas físicas.

La biocapacidad no es una cantidad fija, ya que la abundancia y productividad de capital natural cambian año a año. Por ejemplo, los desastres naturales como incendios forestales, deslizamientos de tierra e inundaciones, o la degradación de la tierra causada por actividades de los humanos como deforestación, pérdidas de suelos orgánicos, impactos climáticos y acidificación pueden reducir la biocapacidad. Por otro lado, el riego y manejo cuidadoso de prácticas agrícolas y forestales también puede aumentar la biocapacidad.

Complementariamente, la **Huella Ecológica** mide la demanda de los recursos biológicos para producir los recursos que consume una población (cultivos, ganado, productos forestales, productos de pesca). La Huella Ecológica también contabiliza el área desplazada por suelo construido (transporte, residencias, industrias, y reservorios para energía hidroeléctrica) y el área requerida para la secuestación de los gases de efecto invernadero (GEI)<sup>1</sup> que no fueron secuestrados por los océanos.

La Huella Ecológica de producción ( $EF_p$ ) se calcula para cada producto primario cosechado<sup>2</sup> y emisión absorbida ( $i$ ) dentro de un territorio mediante la siguiente ecuación:

$$EF_p = \sum (P_i/Y_{N,i}) \times YF \times EQ$$

---

<sup>1</sup> Actualmente la metodología de Huella Ecológica sólo considera la secuestación de  $CO_2$  debido a la falta de datos de tasas de secuestación de los otros GEI, lo cual hace que los resultados sean más conservadores.

<sup>2</sup> Considera tanto los productos primarios como los productos fabricados o derivados (por ejemplo, harina o pulpa de madera). Se convierten productos fabricados/derivados en productos primarios equivalentes (por ejemplo, el trigo o la madera en rollo) a través del uso de tasas de extracción. La Huella Ecológica también incluye la energía requerida para el proceso de fabricación de los productos.

Donde:

- $P_i$  = cantidad de un producto primario cosechado o la cantidad de emisión generada "i", kg/año
- $Y_{N,i}$  = rendimiento anual del mismo producto "i", kg/año/ha
- $YF_i$  = un factor de rendimiento, que representa la ratio entre el rendimiento del territorio al rendimiento mundial promedio para el mismo producto "i", sin unidades.
- $EQ_i$  = un factor de equivalencia, que convierte el área disponible de un tipo de uso de suelo correspondiente al producto "i" a unidades de un área promedio bioproductivo mundial, gha/hectáreas físicas.

La forma más común de expresar Huella Ecológica es en términos del consumo de una población de un país ( $EF_c$ ) que se calcula según la siguiente ecuación:

$$EF_c = EF_p + EF_i - EF_e$$

Donde:

- $EF_p$  = Huella Ecológica de producción, gha
- $EF_i$  = Huella Ecológica de los productos importados, gha
- $EF_e$  = Huella Ecológica de los productos exportados, gha

Es decir que la Huella Ecológica de consumo de un país ( $EF_c$ ) engloba toda la Huella Ecológica correspondiente a la cosecha de todos los productos generados y secuestro de GEI dentro de los límites del territorio ( $EF_p$ ) más la Huella Ecológica generada por los productos importados ( $EF_i$ ), y menos la Huella Ecológica de los productos exportados ( $EF_e$ ).

Para mayores detalles sobre las fuentes de datos y metodología para calcular biocapacidad y Huella Ecológica, ver Lazarus *et al* (2014). Cabe mencionar que la metodología y base de datos disponibles para contabilizar  $EF_c$  y biocapacidad sigue un proceso de mejora cada año, y las tendencias históricas de  $EF_c$  y biocapacidad son continuamente recalculadas utilizando la metodología y datos más actualizados del momento.

Existen dos formas de comparar  $EF_c$  de un país con el parámetro de biocapacidad.

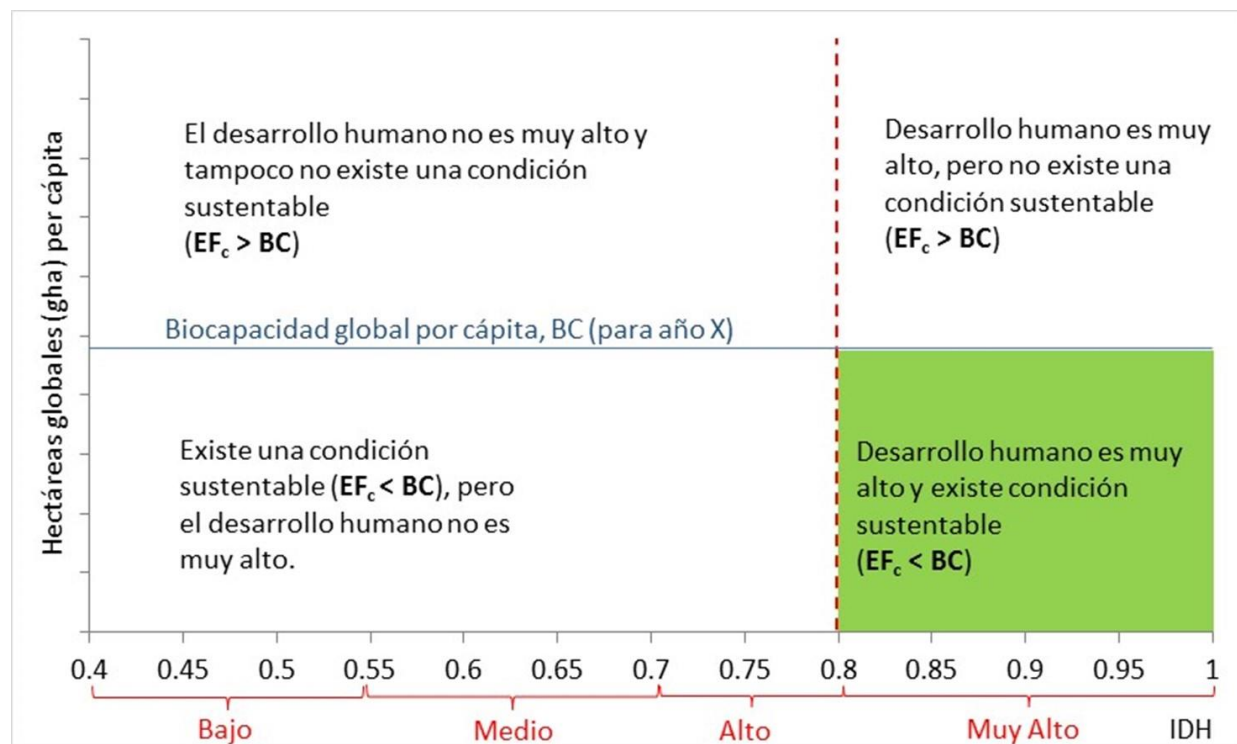
1. Comparar  $EF_c$  del país a la biocapacidad nacional. En el caso de que  $EF_c$  es menor a la biocapacidad nacional, se concluye que el país tiene una *reserva* de biocapacidad. En el caso contrario ( $EF_c$  excede la biocapacidad nacional), se concluye que el país tiene un *déficit* de biocapacidad, y no puede cubrir su propia demanda de biocapacidad. Se sugiere utilizar esta comparación para evaluar el grado de exposición de riesgos por operar con un déficit de biocapacidad.
2. Comparar el  $EF_c$  a la biocapacidad global. Esta comparación es el foco principal de esta ponencia, pues permite definir una condición necesaria para lograr sustentabilidad global. Dicha condición es que la  $EF_c$  debe ser menor a la biocapacidad global bajo el razonamiento que no se puede demandar más de lo que se puede producir (o regenerar) a lo largo plazo.

### **Cuadrante Mínimo de Desarrollo Sustentable Global**

En base lo señalado en el punto 2 anterior, se presenta un marco que combina los siguientes objetivos (umbrales) de las dos dimensiones de **desarrollo sustentable**<sup>3</sup>:

1. Lograr un IDH de muy alto nivel, y
2. Mantener la  $EF_c$  menor a la biocapacidad global

La siguiente figura presenta gráficamente el cruce de estas dos dimensiones para definir el cuadrante que logra una condición de muy alto desarrollo humano y, a su vez representa una condición sustentable (donde  $EF_c$  es menor a la biocapacidad disponible). Dicho cuadrante señalado en verde que se muestra en **Figura 1** se denomina el *Cuadrante Mínimo de Desarrollo Sustentable Global*. Este cuadrante no es estático, pues el límite de biocapacidad global per cápita disminuye cada año, principalmente debido al crecimiento de la población global.

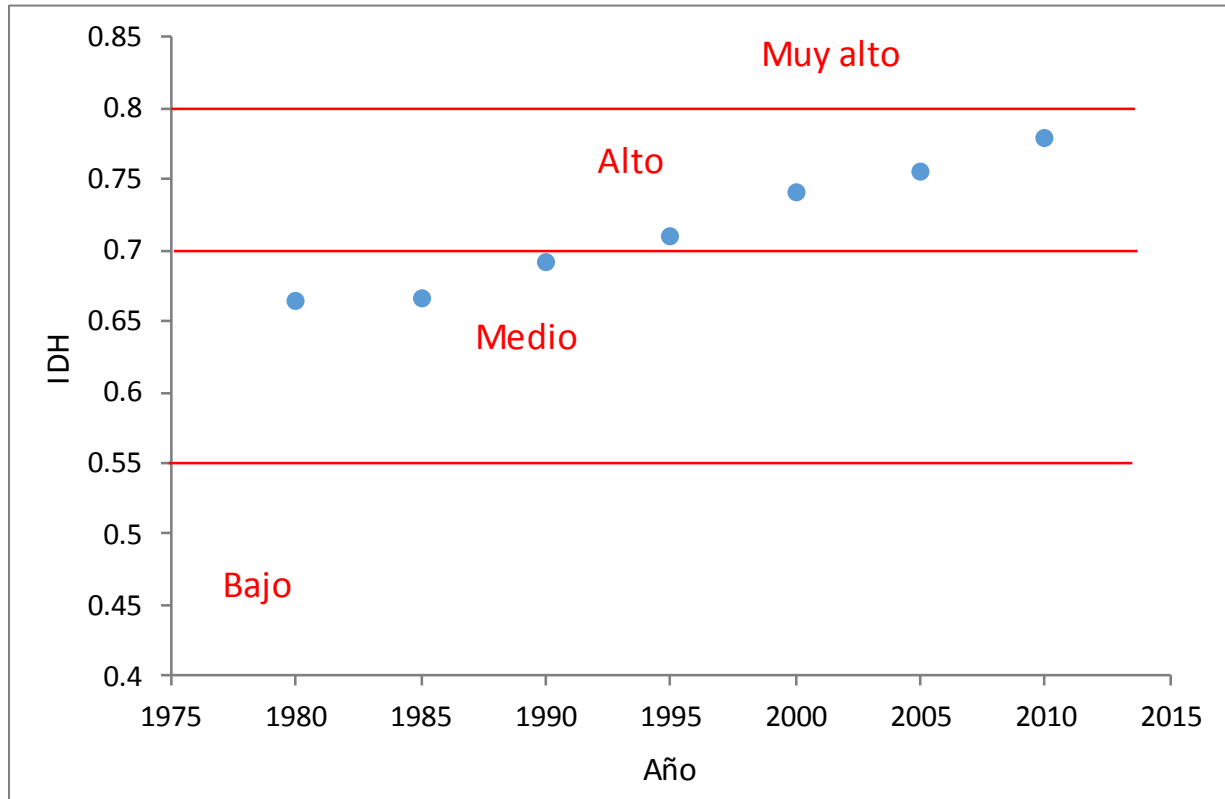


**Figura 1:** Cuadrantes para comparar desarrollo humano (IDH) con una condición física de sustentabilidad ( $EF_c < BC$ ). La biocapacidad global per cápita disminuye cada año, lo cual hace que el cuadrante sea cada vez más reducido. (Fuente: propia)

<sup>3</sup> Si bien existen otras condiciones de borde ambientales para medir sustentabilidad (por ejemplo, recursos hídricos, biodiversidad, nitrógeno, materiales no renovables, otros), el enfoque de esta ponencia se limita a biocapacidad y Huella Ecológica.

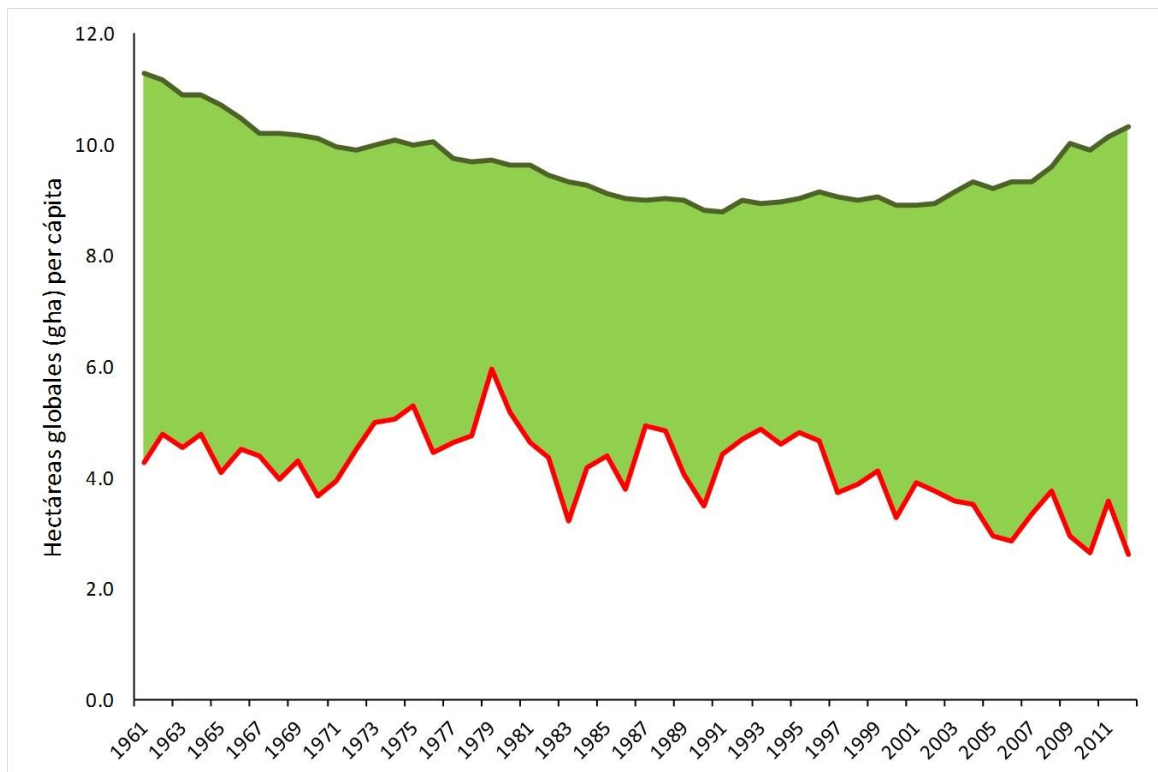
## Resultados

Se puede observar en la siguiente **Figura 2** que el IDH en Uruguay se ha incrementado sustancialmente desde el año 1980 hasta la actualidad, y está al punto de pasar al nivel muy alto.



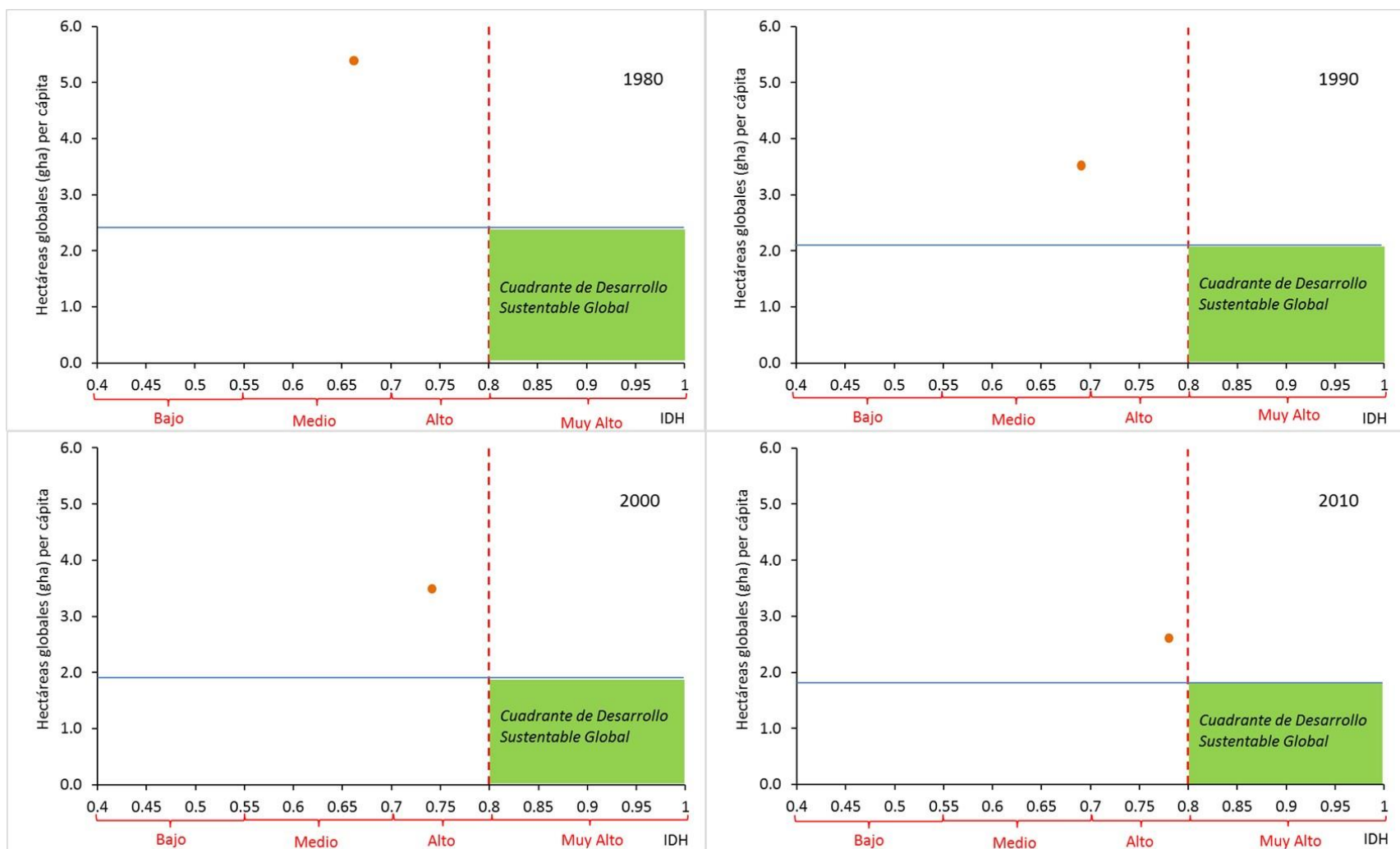
**Figure 2:** Tendencia de IDH en Uruguay, 1980 hasta la actualidad (Fuente: UNDP, 2015b. Elaboración propia)

Paralelamente, en **Figura 3** se constata una pérdida de biocapacidad per cápita entre 1961 y 1993, y luego una recuperación continua de la biocapacidad del territorio hasta la actualidad (casi al nivel original en 1961). En contraste, la  $EF_c$  en Uruguay generalmente ha disminuido desde 1980. Uruguay siempre ha operado con una reserva de biocapacidad per cápita y está aumentando esta reserva, lo cual no es una situación típica para los países en el mundo de hoy.



**Figura 3:** Tendencias de Huella Ecológica y biocapacidad para Uruguay entre 1961 y 2012 (Fuente: Global Footprint Network, 2016. Elaboración propia).

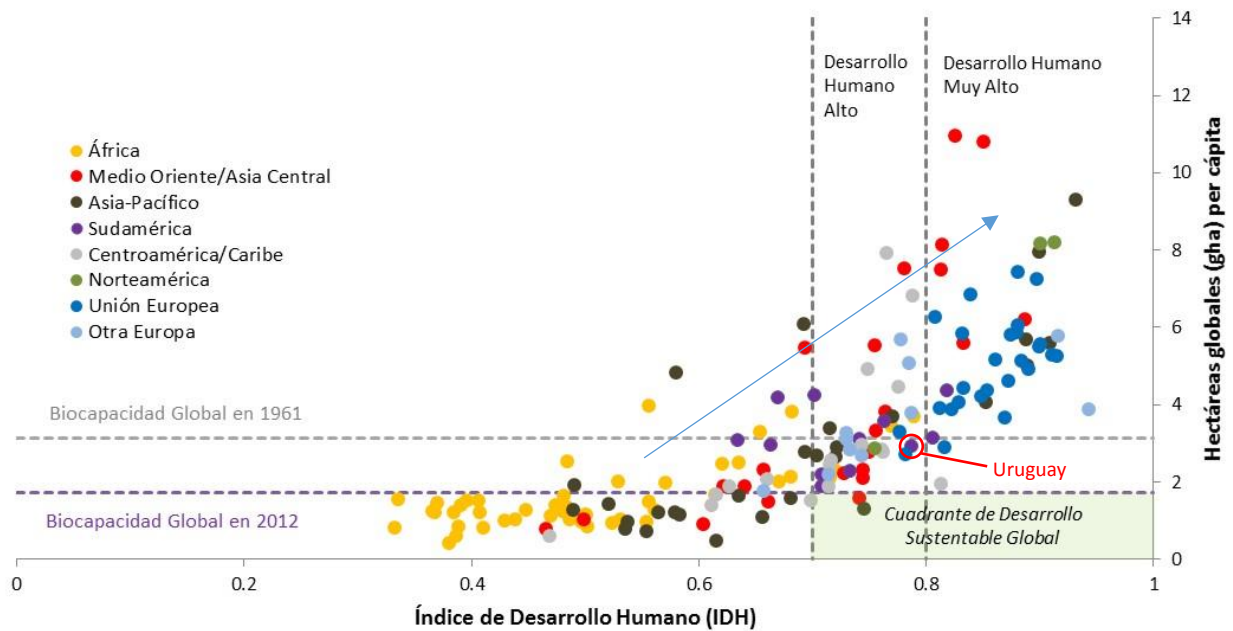
En la siguiente **Figura 4**, se puede observar que la  $EF_c$  per cápita de Uruguay tiene una correlación negativa con el IDH (es decir,  $EF_c$  disminuye con mayor IDH) entre 1980 y 2010. Durante el mismo periodo, la biocapacidad global disponible per cápita bajó desde 2,4 a 1,8 gha. Por lo tanto, el Cuadrante Mínimo de Desarrollo Sustentable Global sigue reduciendo debido a que hay una disminución de la disponibilidad de biocapacidad global per cápita cada año. Esto hace que cada vez sea más difícil mantener un IDH muy alto y una condición físicamente sustentable.



**Figura 4:** Visualización de IDH versus  $EF_c$  de Uruguay para los años 1980, 1990, 2000, y 2010 (Fuente: Global Footprint Network, 2016; UNDP, 2015b. Elaboración propia).



La tendencia de una disminución de la  $EF_c$  con un aumento (mejora) de IDH como se observa en el caso de Uruguay no es común en el mundo, y las razones por esta tendencia requieren más estudio. En cambio, la tendencia mundial es exactamente el opuesto (es decir,  $EF_c$  típicamente aumenta con mayor IDH), como se puede observar en la siguiente **Figura 5**. Existen varias razones muy conocidas por esta tendencia mundial. Desarrollo humano típicamente aumenta la tasa y magnitud de consumo personal, cambia los patrones de consumo alimentario hacia productos de mayor  $EF_c$ , y requieren actividades que resultan en más emisiones de GEI (demanda de energía, transporte, y manufactura, entre varios otros) que a su vez exigen más capacidad de secuestro de GEI.



**Figura 5:** Tendencias de  $EF_c$  versus IDH para cada país y región del mundo en 2012 (Global Footprint Network, 2016; UNDP, 2015b). Típicamente,  $EF_c$  aumenta con mayor IDH (flecha azul). Se identifica la posición de Uruguay en el año 2012 que ha estado siguiendo una relación descendente entre  $EF_c$  e IDH, contra la tendencia global.

## Conclusiones y Recomendaciones

Se destacan dos reflexiones importantes sobre Uruguay en base a los resultados presentados. El primero es una perspectiva nacional sobre la seguridad de sus recursos naturales renovables y el segundo es sobre Uruguay en el contexto de sustentabilidad global.

1. **Seguridad Nacional de Recursos Naturales.** En comparación con otros países con el mismo o más alto nivel de desarrollo, Uruguay se encuentra en una posición bastante única ya que ha logrado disminuir su huella ecológica per cápita mientras que su IDH sigue aumentando. Dicha tendencia "atípica" es un tema destacable y muy relevante para estudiar con mayor profundidad. Uruguay debe reconocer el valor de su reserva de biocapacidad y tomar medidas para gestionar y monitorear cuidadosamente tanto su biocapacidad como su huella ecológica, sobre todo porque el país estará cada vez bajo más presión debido a las crecientes demandas e inminentes limitaciones de recursos naturales renovables.

2. **Sustentabilidad Global.** Una condición necesaria para lograr sustentabilidad es que la  $EF_c$  debe ser menor a la biocapacidad bajo la premisa que no se puede demandar más de lo que se puede producir (o regenerar) a lo largo plazo. Se plantea un escenario de desarrollo sustentable en donde un país como Uruguay sigue aumentando su IDH hacia un nivel muy alto y a su vez conducir su  $EF_c$  por debajo de la biocapacidad disponible globalmente, lo cual define el Cuadrante Mínimo de Desarrollo Sustentable Global. Cabe mencionar que, si bien  $EF_c$  es específica para las propias actividades y comportamientos de cada país, hoy en día mucha de la biocapacidad dentro del mismo territorio es compartida globalmente por comercio global y secuestro de emisiones de GEI. Por lo tanto, es necesario comparar la  $EF_c$  de un territorio con los límites de biocapacidad global. Esto es particularmente desafiante para Uruguay (y muchos otros países) por dos razones: (1) la biocapacidad global disponible es bastante menor a la biocapacidad disponible a nivel nacional per cápita y además (2) la biocapacidad global per cápita sigue disminuyendo con el tiempo.

Se concluye que la Huella Ecológica, biocapacidad e IDH humano son parámetros relevantes y necesarios para definir objetivos cuantitativos en términos de desarrollo sustentable y que se pueden aplicar estos conceptos a cualquier escala geográfica.

## Bibliografía

Global Footprint Network, 2016, National Footprint Accounts 2016 edition: Uruguay.

Green Growth Knowledge Platform (GGKP), 2016. Measuring Inclusive Green Growth at the Country Level: Taking Stock of Measurement Approaches and Indicators

Hoekstra, A. and Wiedmann, T., Humanity's unsustainable environmental footprint, Science, 6 June 2014, Vol. 344, Issue 6188

Lazarus, E., G. Zokai, M. Borucke, D. Panda, K. Iha, J. C. Morales, M. Wackernagel, A. Galli, N. Gupta. 2014. Working Guidebook to the National Footprint Accounts: 2014 Edition. Oakland: Global Footprint Network.

Rockström, J., et al., 2009. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. Ecology and Society 14(2): 32

UNDP, 2015a. Human Development Report: Technical Notes.

UNDP, 2015b. Human Development Report 2015: Work for human development, Briefing note for countries in the 2015 Human Development Report, Uruguay.

UNDP, 2013. Human Development Report 2013: The Rise of the South: Human Progress in a Diverse World

Wackernagel, M., et al., 2014. "Chapter 24: Ecological Footprint Accounts: From Research Question to Application," Giles Atkinson, Simon Dietz, Eric Neumayer and Matthew Agarwala (eds), 2014, Handbook of Sustainable Development: second revised edition. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK ISBN-13: 978-1782544692