

Salud y desarrollo en el mundo: emisiones de CO₂ versus los indicadores de saneamiento y educación

Health and development in the world: CO₂ emissions versus sanitation and education indicators

Darner Adrián Mora Alvarado¹ y Carlos Felipe Portuguez Barquero²

¹ Licenciatura en Microbiología y Química Clínica, Maestría en Salud Pública. Director del Laboratorio Nacional de Aguas de Acueductos y Alcantarillados. Director Ejecutivo del Programa Bandera Azul Ecológica. dmora@aya.go.cr

² Licenciatura en Gestión Ambiental. Laboratorio Nacional de Aguas del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. fportuguez@aya.go.cr

Recibido 07 mayo 2009 Revisado 24 julio 2009 Aprobado 01 diciembre 2009

RESUMEN

Objetivos: analizar si las emisiones de CO₂ per-cápita por país tienen o no mayor asociación con los indicadores de desarrollo y salud, en comparación con las coberturas porcentaje de cobertura de agua por cañería (PAC) y saneamiento, en 106 países del mundo.

Materiales y Métodos: usando una muestra de 106 países se realizaron análisis de frecuencias entre los intervalos de emisiones de CO₂ per-cápita y el porcentaje de cobertura con PAC con los indicadores de desarrollo y salud. Con un Análisis de Correlación Lineal de Pearson al 95% de confianza entre los indicadores, y un análisis de frecuencias entre los intervalos de emanaciones de CO₂ y los indicadores de desarrollo y el acceso a (PAC) con los mismos indicadores, se pretende verificar cual de estos dos aspectos explica mejor el desarrollo y la salud de los países.

Resultados: los análisis de frecuencias demuestran una mayor concordancia entre las coberturas con PAC con el Índice de Desarrollo Humano y la Tasa de mortalidad <5 años/1000 que las emisiones de CO₂ per-cápita. Por otro lado, las Correlaciones Lineales de Pearson, al 95% de confianza, indican asociaciones fuertes inversas, o "r", entre el PAC con la TM <5 años/1000 de -0.76, y una asociación positiva con la EVN de 0.76. El saneamiento, definido por disposición de excretas (DAE), tiene relaciones menos fuertes con estos mismos indicadores, con valores de -0.64 y 0.61 respectivamente; además, la "r" entre el PAC y el IDH fue de 0.83, considerado como muy fuerte, contrario las ECO₂ per-cápita con los mismos indicadores, presentan asociaciones muy débiles de -0.41 con la TM <5 años/1000 y 0.45 con la EVN.

Conclusión: Los resultados demuestran que las coberturas con PAC y la DAE, explican mejor la asociación con los indicadores de salud y desarrollo en el mundo.

Palabras clave: agua, educación, indicadores, mortalidad, salud. (fuente: DeCS, BIREME).

ABSTRACT

Objective: To analyze if per capita emissions of carbon dioxide in a country are or are not associated with indicators of development, in comparison with drinking water and sanitation coverage in 106 countries around the world.

Methods: In a sample 106 countries around the world, an analysis of frequency was done between per capita emissions, the percentage of coverage with services of drinking water and other indicators of development and health. We used a Pearson Linear Correlation Analyses to 95 % confidence between indicators and an analyses of frequencies among the intervals of CO₂, development indicators and the access to these same indicators and, in this manner, we tried to verify which one of these aspects better explains the different countries' indices of health and development.

Results: Analysis of frequency indicates a good concordance between coverage with safe drinking water (PAC), the human development index (IDH) and the mortality rate (TM) <5 years old/1000 rather than CO₂ emissions per capita. On the other hand, a Pearson Linear Correlation coefficient to 95% confidence, indicates inverse strong associations (r= 0,76) between PAC and TM at less than 5 years per 1000 and a positive association with life expectancy at birth (EVN=0,76) and availability of safe drinking water. Indexes of sanitation as shown by the adequate sewage disposal (DAE) has a weak association with the same indicators (r= -0,64 y EVN=0,61). Furthermore, the "r"(PAC/IDH)=0,83 was considered to be very strong in comparison with per capita CO₂ emissions in comparison with the same indicators (r ECO₂/TM <5 years old = -0,41 and r ECO₂/EVN=0,45)

Conclusions: We conclude that safe water coverage and adequate sewage disposal better explain the association between health indicators and development around the world than the per capita emissions of CO₂.

Key words: water, education, indicators, mortality rate, health. (source: MeSH, NLM).

En la denominada, Cumbre de la Tierra”, en Río de Janeiro en 1992, se creó la Convención Marco sobre el Cambio Climático, y se estableció el principio de que, los gases de efecto invernadero deberían estabilizarse en niveles que eviten la influencia humana sobre el clima (1). En ese entonces se alertó a los países desarrollados para que estabilizaran las emisiones de CO₂ (ECO₂) para el año 1990, sin embargo, pocas alertas han sido tan peligrosamente ignoradas (2).

Actualmente, las ECO₂ tienen un efecto directo sobre las perspectivas de desarrollo humano en un gran segmento de la humanidad, debido a que, paradójicamente, los países industrializados son los más avanzados económicamente, pero a su vez son, los que más producen CO₂, afectando con sus emisiones a la globalidad del planeta Tierra. En este aspecto, el cambio climático es diferente de los demás problemas que afectan a la humanidad y nos obliga a cambiar nuestros hábitos consumistas, pero sobre todo, nos desafía a pensar en la colectividad humana y a la interdependencia ecológica de todos los países del mundo; es decir, la emisiones de CO₂ que produce China afectan a Costa Rica y viceversa (3).

El calentamiento global está poniendo en evidencia que sobrepasamos la capacidad de carga de la atmósfera del planeta, lo cual genera y generará cambios en los ciclos hidrológicos y regímenes de lluvia con los siguientes impactos: la agricultura y el desarrollo rural se verán seriamente afectados, la extrema pobreza y la malnutrición aumentarán a medida que se acentúa la inseguridad del agua, los patrones climáticos más extremos aumentarán incrementando los riesgos y vulnerabilidad de los monzones asiáticos y las sequías en las zonas áridas, la contracción de los glaciares implicará una amenaza relativa de inundaciones a corto plazo, y la disminución de la disponibilidad de agua a largo plazo en Asia, América Latina y partes de África Oriental.

Ante estos impactos, el calentamiento global

sobre la disponibilidad de agua afectará al 40 % más pobre de la población mundial, unos 2 600 millones de habitantes (4), lo que estancará los pocos avances de los objetivos de desarrollo del milenio, principalmente el objetivo 8, indicador 11 sobre la disminución del 50% de la población mundial con acceso a agua potable en el 2015 con respecto a 1990. El fracaso de los países en ampliar las coberturas de agua y disposición adecuada de excretas, tendrá efectos negativos sobre la consecución de los otros siete objetivos, debido a que diferentes estudios a nivel mundial han demostrado que el acceso a agua potable por cañería y la disposición adecuada de excretas, en conjunto con la educación, son aspectos esenciales para mejorar los indicadores de salud y desarrollo de las naciones del orbe (5, 6).

A raíz de situación expuesta, se determino que no existen estudios anteriores al respecto. En razón de esta trampa ecológica que está viviendo la humanidad al buscar el desarrollo económico y social con el impulso de la industria, que incrementa las ECO₂ y el calentamiento global e impacta negativamente la disponibilidad de agua, se planteó el presente estudio, con el objetivo de analizar si las emisiones de CO₂ per cápita por país tienen, o no, mayor asociación con los indicadores de desarrollo y salud, en comparación con los porcentajes de cobertura de agua por cañería (PAC) y saneamiento, en 106 países del mundo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir con el objetivo antes mencionado, se desarrolló una investigación descriptiva-analítica-retrospectiva. Se seleccionaron 106 países de una fuente secundaria (7) y se tomo como criterio de selección los países que contaban con la totalidad de los datos de los indicadores.

Los datos seleccionados se dividieron en indicadores de desarrollo, de saneamiento y de salud, como se especifica en la tabla 1.

Tabla 1. Indicadores de desarrollo, saneamiento y salud seleccionados

Indicadores de desarrollo	Indicadores de saneamiento	Indicadores de salud
Índice de desarrollo humano (IDH)	Fuentes de agua potable mejoradas (FAPM-t)	Esperanza de vida al nacer (EVN)
Producto interno bruto per-cápita (PIB per-cápita)	Porcentaje de cobertura de agua por cañería (PAC)	Tasa de mortalidad en niños menores de 5 años por 1000 nacimientos (TM<5 años/1000)
Porcentaje de población alfabetizada (%Alf)	Porcentaje de agua por otras fuentes (PAOF)	
Emisiones de CO ₂ per-cápita (ECO ₂ per-cápita)	Disposición de excretas por alcantarillado (DEA)	
	Disposición de excretas por tanque séptico y letrinas (DET y L)	

El acceso a PAC y la DAE, tienen mayor asociación con los indicadores de desarrollo y salud, que las emisiones de CO₂ y el PIB per-cápita.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de frecuencias, utilizando intervalos de las ECO₂ per-cápita y los porcentajes de cobertura de PAC, ubicando en cada intervalo seleccionado los indicadores de IDH, EVN y TM<5 años/1000, PIB per-cápita (\$ USA) y % Alf. Para probar la hipótesis de estudio se realizó un análisis de Correlación Lineal de Pearson al 95% de confianza entre los 11 indicadores estudiados, el cual permite identificar las parejas de indicadores con mayor asociación. El análisis de correlación lineal sigue el siguiente esquema:

RESULTADOS

Como lo muestran las tablas 2 y 3, tanto en los intervalos de cobertura con agua suministrada por cañería y los intervalos de CO₂ per-cápita, se observa una tendencia al incremento en casi todos los indicadores. En el caso de la TM<5 años/1000, la tendencia es la disminución; sin embargo, el incremento o disminución de los indicadores es más regular en los intervalos del PAC que con los de CO₂ per-cápita.

Tabla 2. Intervalos ECO₂ per-cápita, indicadores de desarrollo y salud en el mundo, 2004

Intervalos CO ₂ per-cápita *	n	Valores promedio, indicadores de desarrollo y salud				
		IDH	EVN	Tm<5 años /1000	PIB \$ USA	% Alf
0.0 – 2.0	53	0.605	60.3	104	891	70
>2.0 – 4.0	16	0.769	70.6	41	2037	89.9
>4.0 – 6.0	7	0.845	75.1	18	10863	91.6
>6.0 – 8.0	8	0.852	74.5	14	9104	95.0
>8.0 – 10.0	6	0.726	66.7	45	7522	81.4
>10.0 – 12.0	3	0.739	66.1	77	8903	94.1
>12.0 – 14.0	6	0.859	73.8	21	11003	92.5
>14.0	7	0.924	77.8	21	25476	95.4

* Toneladas de CO₂- fuentes de CO₂: combustibles fósiles líquidos, gaseosos y producción de cemento.

FUENTE: Elaboración de los autores, a partir del informe sobre el desarrollo humano 2007-2008.

Tabla 3. Intervalos de porcentaje de cobertura con ACH por cañería e indicadores de desarrollo y salud en el mundo 2004-2006

Intervalos de PAC	n	Valores promedio de indicadores de desarrollo y salud				
		IDH	EVN	Tm<5 años /1000	PIB \$ USA	% Alf
0 – 10%	15	0.547	57.1	149	505	64.3
>10 – 20%	11	0.500	52.0	138	370	59.0
>20 – 30%	11	0.639	62.6	80	1365	78.0
>30 – 40%	7	0.615	59.1	104	971	74.8
>40 – 50%	4	0.723	60.8	79	2165	90.3
>50 – 60%	6	0.730	68.2	49	2228	79.4
>60 – 70%	7	0.761	70.8	32	1626	91.3
>70 – 80%	16	0.762	71.0	40	3019	82.0
>80 – 90%	10	0.816	72.8	20	4892	94.0
>90%	19	0.912	78.4	9	20047	95.0

FUENTE: Elaboración de los autores, a partir del informe sobre el desarrollo humano 2007-2008.

De la tabla 4 se determina que los mayores valores o correlaciones se encuentran entre PAC y la TM<5 años/1000, con un valor “r” de -0.76 y una correlación positiva con la EVN de 0.76. Por otro lado, las correlaciones entre DEA con la TM<5 años/1000 fue de -0.64 y de 0.61 con la EVN. Además, la correlación entre el PAC y el IDH fue de 0.83; es decir, estas

correlaciones indican asociación muy fuerte entre estos indicadores. Por el contrario, el PIB per-cápita con los indicadores de salud, como la TM>5 años/1000 y la EVN, son muy bajas, con valores de 0.47 y 0.53 respectivamente.

En el caso de las E.CO2 per-cápita con ambos indicadores, los valores de “r” con la TM<5 años/1000 fue de -0.41 y 0.45 con la EVN. En este mismo contexto, el PIB per-cápita y las E.CO2 per-cápita con el IDH presentaron un valor de “r” de 0.64 y 0.57, respectivamente.

Tabla 4. Valores de “r” correlaciones lineales de Pearson, entre indicadores de desarrollo y salud del mundo. IC al 95%

	IDH	EVN	Alf	TM <5 años	FAPM-t	% PAC.	% PAOF	% DEA	% DET y L	PIB	CO ₂
IDH	1,000										
EVN	0.91	1,000									
Alf	0.81	0.63	1,000								
TM<5 años	-0.89	-0.88	-0.67	1,00							
FAPM-t	0.74	0.68	0.55	-0.76	1,00						
% PAC.	0.83	0.75	0.59	-0.76	0.71	1,00					
% PAOF	-0.64	-0.59	-0.44	0.55	0.39	0.83	1,00				
% DEA	0.68	0.61	0.48	-0.64	0.54	0.73	0.63	1,00			
%DET y L	0.04	0.07	0.13	-0.05	0.14	-0.12	0.21	-0.54	1,00		
PIB	0.64	0.53	0.37	0.47	0.46	0.58	-0.50	0.56	-0.13	1,00	
CO ₂	0.57	0.45	0.42	-0.41	0.40	0.51	-0.41	0.49	0.00	0.66	1,00

FUENTE: Elaboración de los autores, a partir del informe sobre el desarrollo humano 2007-2008.

El análisis de correlaciones lineales demuestran que los valores de “r” de las E.CO2 per-cápita son de poca fuerza con la mayoría de los indicadores de desarrollo, saneamiento y salud. Los resultados son: IDH = 0,57; PAC= 0,51; EVN= 0,45; PAOF= 0,41; TM<5 años/1000= -0,41; DEA= 0.49; %Alf= 0,42; DET y L= 0,00

Sin embargo, el acceso a PAC y la disposición de excretas por alcantarillado explican mejor los avances en los indicadores de desarrollo y salud, que la riqueza de los países expresada en el PIB per-cápita y las E.CO2 per-cápita.

La correlación entre el PAC y los indicadores de salud, evidencian asociación inversa muy fuerte, específicamente con la TM<5 años/1000, con un valor “r” de -0.76 y una asociación positiva con la

EVN de “r”= 0.76. Sin embargo, el PAC y el PIB per-cápita obtuvo un “r” de 0.58, resultados que comprueban las conclusiones de otros estudios realizados (8, 9).

El único valor de “r” alto o fuerte es el de E.CO2 per-cápita con el PIB per-cápita con “r”= 0.66, lo cual ratifica que, en general, existe una correlación significativa entre las E.CO2 y la riqueza de los países.

CONCLUSIÓN

Se pudo comprobar que el acceso a PAC y la disposición adecuada de excretas, tienen mayor asociación con los indicadores de desarrollo y salud que las emisiones de CO2 y el PIB per-cápita, en los 106 países estudiados.

La industrialización conlleva un aumento de emisiones de CO2, pero esto a su vez afecta o impacta negativamente la disposición futura de recursos hídricos, lo cual ocasionará un estrés sobre las fuentes de agua y los servicios de agua potable, los que también son esenciales para mejorar la salud y el desarrollo de los países (10).

Es fundamental que cada país establezca estrategias para enfrentar el cambio climático, semejante a la que está realizando Costa Rica y otros países del mundo (11). En este sentido el desarrollo y despliegue acelerado de tecnología con bajas emisiones de carbono es útil para la mitigación del cambio climático.

Se sugiere implementar programas comunitarios semejantes a *Bandera Azul Ecológica*, el cual cuenta con seis categorías que promueven la participación de la sociedad civil en la protección de los recursos naturales y establece acciones para enfrentar el cambio climático (12). Además de ampliar las coberturas de los servicios de agua potable mediante la creación de estrategias de mejoramiento, sostenibilidad y calidad de los servicios (13).

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El perfil epidemiológico de los 106 países estudiados introduce un sesgo en la comparación de los avances de los países, en el desarrollo y la salud.

La Correlación Lineal de Pearson solamente permite identificar cuáles pares de indicadores tienen mayor asociación, es decir, por lo tanto no determinar causalidad.

REFERENCIAS

1. Organización de las Naciones Unidas. Cumbre de la Tierra: convención marco sobre el cambio climático. Río de Janeiro, Brasil; 1992.
2. PNUD. 2006. Informe sobre el desarrollo humano 2006. Más allá de la escasez: poder, pobreza y crisis mundial del agua. New York, USA: Pág 422.
3. Gore A. La verdad incómoda. (Película o documental); Estados Unidos de América; 2005.
4. OMS. Informe sobre la salud en el mundo 2003. Forjemos el futuro. Ginebra, Suiza; 2003: 152.
5. Heller L. Saneamiento y Salud. Brasilea; Primera Edición; Editado en el CEPIS, OPS/OMS; 1997.
6. Rosero, L. Determinantes del desarrollo de la mortalidad infantil en Costa Rica. 1985; Bol. Of. Panamericana; 99 (5):510-535.
7. PNUD. Informe sobre el desarrollo humano 2007-2008. La lucha contra el cambio climático: solidaridad frente a un mundo dividido. México DF. Mundi-Prensa México SA; 2007.
8. Mora, D. Importancia de las coberturas con agua para consumo humano, disposición de excretas y alfabetización sobre los indicadores básicos de salud en América Latina y El Caribe. 2002; Revista costarricense de Salud Pública; Año 11(21):25-31.
9. Dobles R. Estrategia nacional de cambio climático. San José. Ministerio de ambiente y Energía; febrero 2008 : 23 pp.
10. Mora D, Galvis G. Costa Rica approach to climate change and variability. June 4-6 2008; Atlanta, Georgia; USA.
- Mora D, Portuguese F. Saneamiento y educación y su relación con los indicadores básicos de salud en el contexto mundial. 2005; Revista costarricense de Salud Pública; Año 14(27):17-35.
11. Gobierno de Costa Rica. El Gobierno toma las acciones para enfrentar el cambio climático. Diario Oficial La Gaceta; N° 116 del martes 17 de junio del 2008. San José, Costa Rica.
12. Gobierno de Costa Rica. Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable 2007-2015. Diario Oficial La Gaceta; N° 175 del miércoles 12 de septiembre del 2007. San José, Costa Rica.