

ARTÍCULO ORIGINAL

Índice simplificado de gestión de la cuenca del río Naranjo, municipio Majibacoa, provincia Las Tunas

Watershed management simplified index of Naranjo river, Majibacoa municipality, Las Tunas province

Yoandris García Hidalgo¹ y Carlos E. Balmaseda Espinosa²

RESUMEN. La sostenibilidad de las cuencas es de vital importancia para el desarrollo de las comunidades que conviven en ellas. El objetivo de esta investigación fue evaluar la gestión ambiental de la cuenca del río Naranjo a través de un índice. Para ello se empleó el Índice simplificado de Gestión de Cuencas (IsGC) propuesto por especialistas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. Se convocó a 14 expertos para definir el peso de cada variable utilizada. Los valores del IsGC obtenidos para los años 2009-2011, indican que la gestión se clasifica como Media, lo que implica el desarrollo e implementación de estrategias por parte de todos los actores sociales y las comunidades.

Palabras clave: índice de gestión de la cuenca; río Naranjo; IsGC.

ABSTRACT. Watershed sustainability is very important for communities' development that cohabits in them. The objective of this research was to evaluate the environmental management of the watershed Naranjo River through an index. For it was used the watershed management simplified index (IsGC, for its initials in Spanish) proposed by specialists of the National Institute of Hydraulic Resources. It was consulted 14 experts to define the weight of each used variable. The values of the IsGC obtained for the years 2009-2011, indicate that the administration is classified Moderate, what implies the development and implementation of strategies on the part of all the social actors and the communities.

Keywords: watershed management index; Naranjo river; IsGC.

INTRODUCCIÓN

El manejo sostenible en las cuencas hidrográficas es de vital importancia para el desarrollo de las comunidades, en estas se realizan diferentes actividades que afectan de forma directa e indirecta la sostenibilidad de sus recursos naturales.

En el mundo se han desarrollado diversos índices para calcular la sostenibilidad ambiental en una cuenca hidrográfica. Uno de los más empleados es el indicador integrado propuesto por Chaves y Alipaz (2007), conocido como HELP (*Hydrology, Environment, Life, Policy*). Según sus autores, este índice considera la habilidad de los países para proteger el medio ambiente en las próximas décadas, por lo que es identificado por las Naciones Unidas para definir el desarrollo sostenible. De ahí la importancia de su estudio en las cuencas hidrográficas.

El índice HELP fue usado en tres subcuencas de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (Alhajueta, Gatún y Miraflores). Los resultados obtenidos manifiestan una situación ambiental de las tres subcuencas de buena a excelente, mostrando la mejor condición para la subcuenca de Alhajueta, seguido por Gatún y Miraflores. Se advierte que la presión que ejercen las actividades antropogénicas es más evidente en la subcuenca de Miraflores, debido principalmente al incremento de las áreas pobladas, al igual que la subcuenca de Gatún; mientras que para la subcuenca de Alhajueta se puede decir que la presión es mínima o inexistente (*Programa Hidrológico Internacional*, 2008).

Catano *et al.* (2009) aplicaron este modelo de dinámica, a partir de un enfoque Presión-Estado-Respuesta en la cuenca Reventazón en Costa Rica. Los resultados obtenidos mues-

Recibido 13/09/11, aprobado 12/12/12, trabajo 08/13, artículo original.

¹ M.Sc., Profesor Asistente de la Facultad de Agronomía, Universidad de Las Tunas, provincia Las Tunas, Cuba. E-✉: yoandrisgh@ult.edu.cu

² Dr.C., Profesor Titular de la Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de La Habana, Autopista Nacional y Carretera de Tapaste, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

tran un nivel de gestión bajo en esta cuenca hidrográfica. El indicador presión estado y respuesta identifica que la disponibilidad y de calidad del agua, son una preocupante para los próximos años.

Cortés *et al.* (2011) determinó el índice de sostenibilidad en la Cuenca del Río Elqui en Chile. El resultado obtenido fue de 0,6 (en un rango de 0-1) clasificando la gestión como “intermedia”. Las fortalezas más importantes de la cuenca estuvieron relacionadas con los componentes Ambiente y Política. Por otro lado, las debilidades observadas estuvieron relacionadas al indicador Hidrología, principalmente debido a los problemas de escasez.

Kretschmer *et al.* (2011) aplicaron el índice de sostenibilidad en la cuenca del río Limarí en Chile, obteniendo niveles intermedios de sostenibilidad, los principales problemas que inciden en la disminución del índice fueron los indicadores de hidrología y de los medios de subsistencia, en ellos se deben centrar las acciones de gestión.

En el caso de Cuba, García (2011) propone un índice simplificado de gestión de cuencas (IsGC), el cual tiene como objetivo fundamental propiciar el análisis del estado de dicha gestión y facilitar la toma de decisiones para la mejora continua de su situación ambiental.

El IsGC fue probado por Castro (2011) en las diez principales cuencas hidrográficas de Cuba (Cuyaguaje, Ariguanabo, Almendares- Vento, Ciénaga de Zapata, Hanabanilla, Zaza, Cauto, Mayarí, Toa y Guantánamo- Guaso). Se considera que las cuencas con una puntuación de 75,1 o más tienen un alto nivel de gestión. La única cuenca que ocupa esta categoría es

la del río Hanabanilla, seguida muy de cerca por la del Toa. El resto de las cuencas se encuentra entre los 35,1 - 75,0 puntos, y se considera que tienen un moderado nivel de gestión. La jerarquización de los indicadores en el cálculo del IsGC permite identificar los avances o impulsar acciones que contribuyan a la mejor gestión de la cuenca.

La cuenca del río Naranjo es una de las más importantes de la provincia Las Tunas, cubre la casi totalidad del municipio Majibacoa (95%), con una población superior a los 42000 habitantes que ejerce presión en sus recursos naturales. El objetivo de esta investigación fue evaluar la gestión ambiental de la cuenca del río Naranjo a través de un índice. Para ello se empleó el IsGC propuesto por especialistas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos y recomendado para todas las cuencas del país (Castro, 2011 y García, 2011).

MÉTODOS

La zona de estudio se localiza entre las coordenadas: 20° 39' 00''-21° 01' 00'' latitud norte y 76° 36' 30''-76° 52' 30'' longitud oeste, en el municipio Majibacoa, provincia Las Tunas (Figura 1). Su superficie es de 412,8 km², por lo que representa el 7,8% de la cuenca del río Cauto de la cual es tributaria (DMPF, 2011). La misma limita al Norte con la divisoria central de las aguas, al Sur con el río Salado (Provincia de Granma), al Este con el municipio Calixto García y al Oeste con la cuenca hidrográfica del río Las Arenas. El río presenta un cauce permanente y una densa red de afluentes aunque muchos de ellos son intermitentes.

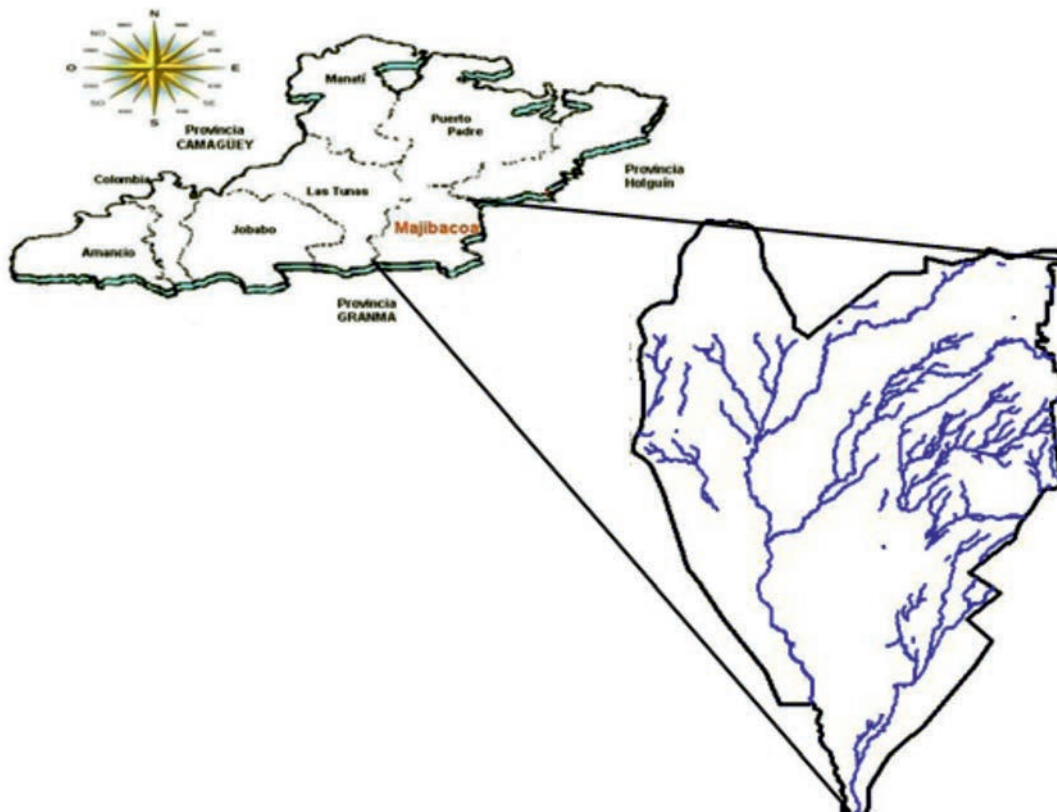


FIGURA 1. Ubicación geográfica de la cuenca del río Naranjo, municipio Majibacoa, provincia Las Tunas.

Etapas metodológicas para el desarrollo del Índice simplificado de Gestión de Cuencas

Para el desarrollo de esta etapa se asumió la guía metodológica propuesta por García (2011), por considerar su desarrollo relativamente sencillo y confiable, cuyas etapas fundamentales son:

- Definición de los pesos relativos o importancia de cada indicador seleccionado (i).
- Escala de valores o contribuciones de cada indicador seleccionado en puntos de 0 a 100 y clasificación por rango (p).
- Cálculo del índice simplificado.
- Definición de la clasificación de la gestión de cuencas, por el valor del Índice simplificado (IsGC).

Los indicadores que considera el IsGC son importantes, medibles y tienen impacto directo e indirecto en la calidad de vida de la población. Ellos son:

- Superficie de suelos beneficiada respecto al total de la superficie agrícola de la cuenca, en%.
- Superficie cubierta de bosques respecto al área de la

cuenca, en %.

- Carga contaminante dispuesta respecto a la total generada, en %.
- Cobertura de agua potable actual de la población respecto al total de la población, en %.
- Cobertura de saneamiento ambiental actual de la población respecto al total de la población, en %.
- Relación entre el uso de las aguas en la cuenca, respecto al total de recursos hidráulicos disponibles, en %.

Definición de los pesos relativos o importancia de cada indicador seleccionado

Se dirige a la definición de los pesos relativos para cada indicador según su importancia o jerarquía en la cuenca hidrográfica. Es requisito obtener el consenso de un grupo de expertos, a través la aplicación del Método Delphi. En la Tabla 1 se propone el cuestionario que debe ser respondido de forma anónima e individual y se realizará de la siguiente manera:

TABLA 1. Cuestionario para definir la importancia de los indicadores propuestos

No.	Indicadores	Jerarquía (0-4)
a	Superficie de suelos beneficiada respecto al total de la superficie agrícola de la cuenca	
b	Superficie cubierta de bosques respecto al área de la cuenca	
c	Carga contaminante dispuesta respecto a la total generada	
d	Cobertura de agua potable actual de la población respecto al total de la población	
e	Cobertura de saneamiento ambiental actual de la población respecto al total de la población	
f	Relación entre el uso de las aguas en la cuenca, respecto al total de recursos hidráulicos disponibles	

Jerarquía otorgada por el experto

0. Muy poco importante
1. Poco importante
2. Medianamente importante
3. Importante
4. Muy importante

Procesamiento estadístico

El procesamiento estadístico inicial se realiza a través de la ponderación de los seis indicadores y los criterios de los expertos dados en los cuestionarios.

Escala de valores-contribuciones

La escala de valores-contribuciones de cada indicador seleccionado en puntos de 0 a 100 y clasificación por rango (p) se muestra en las Tablas 2 a la 7.

La determinación del IsGC se hace a partir de la ecuación siguiente:

$$IsGC = \sum_a^f i * p$$

Donde:

i – Peso relativo de cada indicador.

p – Puntos otorgados a cada indicador de acuerdo con su escala (Tablas 2 - 7).

a, b, c, d, e, f – Indicadores que intervienen en el cálculo del IsGC.

TABLA 2. Escala del indicador superficie de suelos beneficiada (a)

Escala del indicador	Puntos
Menor que 4,9%	15
Entre 5 y 10%	30
Entre 10,1 y 15%	45
Entre 15,1 y 20%	60
Entre 20,1 y 25%	80
Mayor que 25,1%	100

TABLA 3. Escala del indicador Superficie cubierta de bosques (b)

Escala del indicador	Puntos
Menor que 50%	15
Entre 50,1 y 65%	25
Entre 65,1 y 80%	50
Entre 80,1 y 90%	75
Mayor que 90,1%	100

TABLA 4. Escala del indicador relación carga dispuesta-generada (c)

Escala del indicador	Puntos
Menor que 15%	100
Entre 15,1 y 25%	75
Entre 25,1 y 50%	50
Entre 50,1 y 75%	25
Mayor que 75%	15

TABLA 5. Escala del indicador agua potable (d)

Escala del indicador	Puntos
Menor que 45%	15
Entre 45,1 y 65%	25
Entre 65,1 y 80%	50
Entre 80,1 y 95%	75
Mayor que 95%	100

TABLA 6. Escala del indicador saneamiento ambiental (e)

Escala del indicador	Puntos
Menor que 45%	15
Entre 45,1 y 65%	25
Entre 65,1 y 80%	50
Entre 80,1 y 95%	75
Mayor que 95%	100

TABLA 7. Escala del indicador relación uso-disponibilidad de las Aguas (f)

Escala del indicador	Puntos
Menor que 30%	100
Entre 30,1 y 70%	90
Entre 70,1 y 90%	70
Entre 90,1 y 100%	50
Mayor que 100%	15

Definición de la clasificación de la gestión de cuencas, por el valor del Índice simplificado (IsGC)

Se propone una clasificación que intenta reflejar de manera directa, a partir del valor del IsGC, el grado de intervención en cada una de las cuencas, así como su evolución. Los valores

mayores del IsGC, más cercanos a 100, indicarán una alta intervención en la cuenca y los valores inferiores, más cercanos a cero o al límite inferior, indicarán una baja intervención. Rangos medios de valores indicarán intervenciones medias. Se creó una convención de colores para la representación gráfica y cartográfica como se muestra en la Tabla 8.

TABLA 8. Definición de la clasificación de la gestión de cuencas

Valor del IsGC	Clasificación	Representación gráfica
75,1 a 100	Alta (AG)	Verde
35,1 a 75	Media (GM)	Amarillo
Menor que 35,0	Baja (BG)	Rojo

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Índice simplificado de gestión de la cuenca del río Naranjo, constituye una herramienta de aproximación de la gestión y un instrumento para la toma de decisiones del desempeño del Consejo de Cuenca en el municipio. Los resultados obtenidos a partir del criterio de expertos fueron determinantes en todas sus fases.

La jerarquía propuesta por cada experto a los indicadores aparece en la Tabla 9. A partir de la importancia concedida se determinaron los pesos relativos. La mayor importancia la tiene, según los especialistas encuestados, la “cobertura de saneamiento ambiental actual de la población” (e), seguida de la “relación carga contaminante dispuesta respecto a la total generada” (c). Ambos indicadores son fundamentales al analizar la contaminación en una cuenca. Menor importancia fue dada a la “superficie de suelos beneficiada” (a), tal vez, debido a los trabajos que en ese sentido se realizan en la cuenca, como se puede apreciar en la Tabla 10.

En la Tabla 10 se muestran los índices determinados para los años 2009 – 2011, la tendencia es al crecimiento o mejoría de la gestión ambiental. Esto se explica por el incremento de las “coberturas de agua potable” (d) y del “saneamiento ambiental a la población actual respecto del total” (e), especialmente este último que como ya se dijo tiene el mayor peso en la determinación del índice.

TABLA 9. Peso Relativo otorgado por los expertos a cada indicador

Indicador	Importancia Relativa otorgada por los expertos														Σ e	Relación e/ t=PR
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
a	3	2	3	1	1	2	2	2	4	3	3	3	2	2	33	0,13
b	2	3	2	2	4	3	3	3	3	4	2	4	4	2	40	0,15
c	3	3	3	4	2	4	4	3	4	4	3	3	4	4	48	0,18
d	4	2	2	3	4	2	4	4	3	4	4	4	2	3	45	0,17
e	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	3	51	0,20
f	3	3	4	4	2	1	3	2	4	4	3	4	3	4	44	0,17
															Σ t	=1

Leyenda: Σ e- Sumatoria de los criterios de los expertos sobre cada indicador, Σ t- Sumatoria total de los criterios del total de indicadores, PR-Peso Relativo

Independientemente de la mejoría, algunos indicadores se encuentran por debajo de su potencial, tal es el caso de la superficie cubierta por bosques (15%) muy por inferior al 27,27% del promedio nacional (Fernández, 2012).

Un aspecto prioritario a considerar en la gestión estratégica de la cuenca del río Naranjo debe ser la disminución de la carga de contaminantes que no es procesada y queda dispuesta, siendo focos de contaminación de suelos y aguas.

TABLA 10. Evaluación del índice simplificado de gestión de la cuenca del río Naranjo (2009-2011)

Ind	Escala del indicador por años (%)			Puntos otorgados en función de la escala del indicador			Puntos otorgados · Peso relativo del indicador		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
a	26	34	42	100	100	100	13,00	13,00	13,00
b	15	15	15	15	15	15	2,25	2,25	2,25
c	54	60	66	25	25	25	4,50	4,50	4,50
d	48	57	72	25	50	50	4,25	8,50	8,50
e	60	72	88	25	50	75	5,00	10,00	15,00
f	40,4	48	52	90	90	90	15,30	15,30	15,30
Índice simplificado de gestión de la cuenca del río Naranjo							44,30	53,55	58,55

Como se observa en la Tabla 10, según el IsGC, la gestión ambiental en la cuenca del río Naranjo para los años 2009-2011, se clasifica de **Media**, lo que implica la definición e implementación de estrategias que involucren a todos los actores sociales y las comunidades de la zona para mejorarla.

CONCLUSIONES

- El índice aplicado en la cuenca del río Naranjo, indica que la

gestión ambiental que se realiza es Media. Estos resultados constituyen una base de información y conocimientos disponibles para la toma de decisiones, al facilitar una evaluación integral de seis indicadores, que contribuirán al establecimiento de estrategias para su conservación y explotación por las generaciones presentes y futuras.

- Las estrategias para la gestión sostenible de la cuenca del río Naranjo deben priorizar la disminución de la carga contaminante dispuesta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CASTRO, V. C.: Un Índice simplificado para evaluar la gestión sostenible en cuencas hidrográficas (IsGC) 2da Etapa. Trabajo presentado en la **2ª Asamblea General de la RELOC**. Panamá. 24-26 de noviembre de 2011.
2. CATANO, N.; M. MARCHAND; S. STALEY & Y. WANG: *Development and validation of the watershed sustainability index (WSI) for the watershed of the Reventazón river, CONCURE, Commission for the Preservation and Management of the Watershed of the Reventazón River. Diciembre de 2009. 54 pág. Disponible en: <http://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-121609-171302/unrestricted/UNESCO-COMCURE.pdf>, [Consulta: enero 19 2012].*
3. CHAVES, H.; S. ALIPAZ: "An Integrated Indicator Based on Basin Hydrology, Environment, Life, and Policy: The Watershed Sustainability Index". *Water Resources Management*, 21: 883-895, 2007.
4. CORTÉS, A. E.; R. OYARZÚN; N. KRETSCHMER; H. CHAVES y G. SOTO. Aplicación del Índice de Sostenibilidad de Cuencas a una cuenca HELP en zona árida: La Cuenca del Río Elqui en la parte norte-central de Chile, En: **Simposio Internacional HELP 2011**, Panamá, 12 – 15 de septiembre de 2011.
5. DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN FÍSICA (DMPF). *Balance de áreas del municipio Majibacoa*, 2pp., Colectivo de autores, Las Tunas, Cuba, 2011.
6. FERNÁNDEZ, W.: "Cuba con más del 27% de superficie boscosa", Granma, edición única, 48(133):1, La Habana, 5 de junio de 2012, ISSN 0864-0424.
7. GARCÍA, J. M.: *Guía metodológica para el perfeccionamiento del Índice simplificado de Gestión de Cuencas Hidrográficas (IsGC) 2da Etapa*. Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, La Habana, 2011.
8. KRETSCHMER, N.; A. WENDT; R. OYARZUN y H. CHAVES: El Índice de Sostenibilidad de Cuencas en la cuenca del Río Limarí en Chile, En: **Simposio Internacional HELP 2011**, Panamá, 12–15 de septiembre de 2011.
9. PROGRAMA HIDROLÓGICO INTERNACIONAL (PHI). *Evaluación Preliminar de la aplicación y cálculo del Índice de Sostenibilidad de Cuenca en la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá*. PHI-VII / Documento Técnico N° 12, Panamá, 2008.