



Ciencia en su PC

ISSN: 1027-2887

cpc@megacen.ciges.inf.cu

Centro de Información y Gestión
Tecnológica de Santiago de Cuba
Cuba

Almarales-Castro, Abel; Castell-Puchades, Miguel Angel; Fornaris-Gómez, Euclides;
Portuondo-Ferrer, Eduardo; Revilla-Góngora, Yenisey
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DE LOS HÁBITATS DE RIBERA DE LA
CUENCA DEL RÍO SAN JUAN, SANTIAGO DE CUBA, CUBA
Ciencia en su PC, núm. 2, abril-junio, 2017, pp. 1-22
Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba
Santiago de Cuba, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181351615001>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DE LOS HÁBITATS DE RIBERA DE LA CUENCA DEL RÍO SAN JUAN, SANTIAGO DE CUBA, CUBA

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL QUALITY OF THE RIPARIAN HABITATS OF THE WATERSHED OF RIVER SAN JUAN, SANTIAGO DE CUBA, CUBA

Autores:

Abel Almarales-Castro, aac@bioeco.cu¹

Miguel Angel Castell-Puchades, miguel@bioeco.cu¹

Euclides Fornaris-Gómez, euclides@bioeco.cu¹

Eduardo Portuondo-Ferrer, eduardo@bioeco.cu¹

Yenisey Revilla-Góngora, yenisey@bioeco.cu¹

¹Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO). Teléfono:
623277. Santiago de Cuba, Cuba.

RESUMEN

En este trabajo se caracterizan las principales fuentes contaminantes de la cuenca del río San Juan y se evalúa el efecto que ejercen en el estado de conservación de los hábitats de ribera del área. Esta evaluación se realizó mediante el índice de Calidad Biológica de Ribera (QBR). Se establecieron seis estaciones de trabajo (una como referencia) distribuidas a lo largo del río, siguiendo como criterio la presencia de distintas fuentes contaminantes. El número de especies y el ensamblaje de la vegetación difieren significativamente entre las estaciones de trabajo, se destaca el incremento de la abundancia de especies exóticas invasoras en las zonas de mayor degradación ambiental. Los registros del índice QBR en las diferentes estaciones de trabajo son en su mayoría bajos, lo cual refleja la existencia de hábitats de ribera de muy mala calidad, con tres estaciones calificadas como pésimas.

Palabras clave: río San Juan, Calidad Biológica de Ribera (QBR), Santiago de Cuba.

ABSTRACT

We characterize the main pollution sources of the watershed of the river San Juan, and it is evaluated the impact they exert in the conservation status of the riparian habitats of the area. This assessment was made through the Riparian Biological Quality index (QBR), establishing six workstations (one as the reference) distributed alongside the river, following as criteria the presence of diverse pollution sources. The number of species and the vegetation assembles defer significantly among the workstations, giving emphasis to the increase of the abundance of invading exotic species at the areas of high environment degradation. The records of the QBR index at the different workstations are majority low, which indicate the existence of riparian habitats of bad quality, with three stations qualified as worsen.

Key words: San Juan River, Riparian Biological Quality, QBR, Santiago de Cuba.

INTRODUCCIÓN

Los bosques de ribera constituyen uno de los sistemas ecológicos más complejos de la biosfera y uno de los más importantes en el mantenimiento de la vitalidad de los paisajes y ríos. Dichos ecosistemas proporcionan alimento y hábitat adecuado a las comunidades ribereñas y son muy útiles en el control o atenuación de determinadas sustancias contaminantes, como el exceso de nitrógeno, fósforo y sedimentos, presentes en los cursos de los ríos (Naiman y Décamps, 1990, 1997). También se considera que el sombreado que producen estos bosques sobre la superficie de arroyos, canales y ríos genera diferentes condiciones de luz y temperatura adecuadas para las plantas acuáticas y los animales, lo cual contribuye al incremento de la calidad de las aguas, la diversidad biológica y evita la erosión de los suelos (Décamps, 1996).

En este trabajo el término de bosque de ribera se refiere a la vegetación directamente adyacente al cauce del sistema acuífero de interés. Según Gregory, Swanson, McKee & Cummins (1991), la extensión del bosque de ribera incluye la superficie longitudinal y lateral, la cual varía desde la zona permanentemente cubierta de agua hasta las terrazas aluviales colindantes.

Las plantas de los bosques de ribera presentan numerosas adaptaciones morfológicas, fisiológicas y reproductivas que les permiten subsistir en ambientes perturbados. Entre los agentes de perturbación de la vegetación de ribera se incluyen los deslizamientos de tierra, las inundaciones, la deposición de sedimentos, el fuego, el viento, la herbivoría, las sequías y las enfermedades vegetales (Swanson, Kratz, Caine & Woodmansee, 1988). Las consecuencias ecológicas generadas por tales agentes de perturbación son difíciles de predecir. No obstante, van acompañadas de alteraciones en la estructura y composición de especies, cambios en la capacidad de retención de los sedimentos y en el ciclo biogeoquímico del suelo (Naiman y Décamps, 1997).

En este estudio se utiliza el índice ecológico de Calidad Biológica de Ribera (QBR) para la evaluación integral del estado de conservación de los hábitats de ribera del

río San Juan, perteneciente a la cuenca hidrográfica del mismo nombre. La aplicación del índice QBR constituye una alternativa eficiente, práctica y económica para determinar la condición ecológica de los ríos; toda vez que se basa en el análisis de las características de la flora, la vegetación y las condiciones geomorfológicas del suelo de los ecosistemas de ribera (Munné, Solá, Bonada & Rieradeval, 2003).

METODOLOGÍA

I. Área de estudio

La cuenca hidrográfica del río San Juan tiene una superficie de 141.7 km² y es la segunda en importancia del municipio Santiago de Cuba. Es una cuenca de tipo irregular, estrecha en la parte sur y amplia en la parte norte. La principal fuente tributaria de la cuenca es el río San Juan, que nace a 480 m snm en la localidad La Purísima, en las estribaciones de la Sierra de Boniato, al norte de la ciudad de Santiago de Cuba. El río San Juan alcanza una longitud de 25.9 km, presenta un pequeño caudal de 0.34 m³/s y desemboca en el surgidero de Aguadores. Sus principales afluentes son los ríos Guamá, Seco, Zacateca y Maisí y los arroyos Las Lajas, Jagüey, Naranjo y Majín (Perrand, 2008).

La precipitación media anual varía entre los 800 mm en la porción sur de la cuenca y los 1600 mm hacia el norte, que se corresponde con las zonas montañosas de la sierra de la Gran Piedra (Rodríguez *et al.*, 2006). La humedad relativa media anual oscila entre 70 y 75 %, mientras la temperatura media anual varía entre 24 y 26 °C. Los vientos predominantes en la mayor parte de la cuenca son las brisas marinas con velocidad de 12 km/h durante todo el día (Montenegro, 1991a; Montenegro, 1991b).

De acuerdo con Renda, Calzadilla, Bouza y Valle (1980), en la cuenca existen varios tipos de suelo: pardos, fersialíticos, pardo rojizo, rendzina roja y aluviales; los cuales presentan diferentes grados de erosión.

II. Selección de las estaciones de trabajo

Para la evaluación del estado de conservación de los hábitats de ribera del río San Juan se seleccionaron como objeto de estudio seis estaciones de trabajo distribuidas a todo lo largo del río, de las cuales una se considera la estación de referencia (Estación 1), localizada en uno de los afluentes del río San Juan. Para la selección y distribución de dichas estaciones se siguió como criterio la presencia de distintos focos de contaminación en todo el cauce del río.

Estas estaciones se muestrearon durante el mes de marzo de 2015, se establecieron en cada una cuatro transeptos lineales de 100 m de longitud dispuestos en ambos márgenes del río, distanciados aproximadamente 200 m. La anchura de los transeptos varió entre 4 y 10 m, según el desarrollo de la vegetación de ribera presente en las estaciones de trabajo.

III. Descripción de las estaciones de trabajo

Estación 1 (estación de referencia): Loma La Campana, se corresponde con una zona natural libre de vertimientos contaminantes, cercana a la cabecera del río San Juan. Se localiza en la finca particular La Codicia, perteneciente al Consejo Popular El Caney. La vegetación de ribera presenta un adecuado desarrollo de acuerdo con las características de su estructura y composición florística. En los alrededores se observan especies que componen un bosque secundario en ecótopo de bosque semideciduo mesófilo, donde predominan especies arbóreas como *Tabebuia angustata* (roble blanco), *Samanea saman* (algarrobo) y *Trichilia hirta* (jubabán). Sobre este ecosistema existe escasa influencia de la actividad humana, debido a que solamente existen tres viviendas, cuyos desagües albañales terminan en una laguna de oxidación.

Estación 2: se ubica entre los poblados de San Vicente y Boniato. En esta área predomina la vegetación secundaria con abundancia de especies exóticas y heliófilas, como *Canna coccinea*, *Ricinus communis*, *Leucaena leucocephala*, *Mimosa pudica*, *Sida rhombifolia* y *Argemone mexicana* y algunas zonas de cultivo. Esta estación presenta una fuerte presión antrópica como consecuencia

del desarrollo urbano, la proliferación de microvertederos y el vertimiento directo de desechos sólidos y líquidos hacia el curso del río.

Estación 3: se encuentra entre el poblado de Boniato y el Puente Tropicana. La vegetación de ribera es dominada por las especies arbóreas *Hura crepitans* (salvadera), *Samanea saman* (algarrobo) y *Sterculia apetala* (anacahuita). Algunos individuos de estas especies fueron derribados por los vientos del huracán Sandy en 2012, por lo cual existe menor cobertura arbórea y una mayor influencia de la radiación solar en zonas cercanas al cauce. También existe abundancia de cultivos varios, entre los que se destaca el plátano (*Musa paradisiaca*). El cauce del río es variable, con áreas superiores a los 5 m de ancho en su zona inundable. La presión antrópica al ecosistema es importante, debido al vertimiento de las aguas albañales y residuos sólidos de origen doméstico.

Estación 4: se localiza entre el puente Tropicana y el puente San Juan. Consiste en un área muy antropizada, donde no existe desarrollo de vegetación de ribera. Abunda la especie exótica *Eichhornia crassipes* (jacinto de agua), típica de ecosistemas contaminados. La perturbación está determinada por la descarga de residuos domésticos e industriales, provenientes en su mayoría de la Universidad de Ciencias Pedagógicas Frank País García, el Instituto Preuniversitario Vocacional de Ciencias Exactas (IPVCE) Antonio Maceo, la Empresa de Equipos Médicos (RETOMED) y el Cabaret Tropicana.

Estación 5: localizada entre el puente de San Juan y el poblado de Aguadores. Consiste en un área muy afectada por la actividad humana, donde no existe desarrollo de una vegetación de ribera claramente definida. En cambio, las zonas inundables del río están cubiertas en su mayoría por la especie invasora *Leucaena leucocephala* (Ipil-Ipil), la cual genera determinado nivel de cobertura arbórea.

Estación 6: se ubica entre el poblado de Aguadores y la desembocadura del río San Juan. La vegetación de ribera está poco desarrollada, con predominio de especies herbáceas como: *Ruellia tuberosa* (salta perico), *Achyranthes aspera* var. *aspera* (rabo de gato) y *Petiveria alliacea* (anamú). Más del 30 % del área

está afectada por plantas exóticas, con dominancia de *Dichrostachys cinerea* (marabú), *Prosopis juliflora* (cambrón) y *Samanea saman* (algarrobo); las cuales generan un nivel de cobertura considerable que favorece la presencia de otras especies.

En general, en todas las estaciones de trabajo existen evidencias del daño generado por los fuertes vientos del huracán Sandy en octubre de 2012, que derribó árboles y arbustos y provocó deslizamientos de tierra en algunos sectores del río.

La digitalización del área de la cuenca se realizó a través del *software* MapInfo Professional vers. 12.0. Para ello se emplearon imágenes satelitales de Google Earth con resolución espacial de 1 m, además de las hojas cartográficas a escala 1:25 000 del ICGC de Santiago de Cuba, Sevilla, playa Aguadores, El Cristo y Salvador Rosales. También se utilizaron los mapas de geología, suelo, el modelo digital de elevación, la exposición y la pendiente del área de estudio.

IV. Análisis de los datos

La aplicación del índice QBR en cada una de las estaciones de trabajo se realizó según la metodología propuesta por Munné *et al.* (2003). Dicho índice considera cuatro variables fundamentales: (a) Cobertura total del bosque de ribera, (b) Estructura de la cobertura, (c) Calidad de la cobertura y (d) Alteraciones o modificaciones que afectan el canal. La puntuación total que genera el QBR en cada estación de trabajo se asigna a diferentes rangos de puntuación, que se corresponden con distintas categorías de clases, las cuales a su vez indican el estado de salud del ecosistema de ribera (Tabla 1).

Tabla 1 Clases de calidad de los ecosistemas de ribera de acuerdo con el índice QBR

Clases	Calidad	Valor del QBR	Característica del hábitat de ribera	Color
I	Muy Buena	95	Bosque de ribera en estado natural, sin alteraciones	Azul
II	Buena	75-90	Bosque ligeramente perturbado	Verde
III	Intermedia	55-70	Bosque con perturbación importante	Amarillo
IV	Mala	30-50	Bosque con fuerte alteración	Anaranjado
V	Pésima	25	Bosque con degradación extrema	Rojo

Para conocer la ordenación espacial de las distintas estaciones de trabajo se realizó un Análisis de Componentes Principales (PCA, *Principal components analysis*), utilizando matrices de correlación entre las variables de respuesta: valores del índice QBR, la riqueza de especies, el número de especies nativas y exóticas registradas en cada estación considerada.

También se realizó un análisis de agrupamiento de acuerdo con el algoritmo de encadenamiento promedio o UPGMA (*Unweighted pair-group average*), considerando medidas de distancia basadas en el índice de similitud de Bray-Curtis entre las estaciones de referencia.

Para determinar si existe diferencia estadística significativa entre las estaciones de trabajo en cuanto a la riqueza de especies y la composición de especies nativas y exóticas, se realizó un análisis de varianza no paramétrico con la prueba de Kruskal-Wallis, con cinco grados de libertad y un alfa de rechazo de 0.05.

Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el paquete estadístico PAST v.3.1 (Hammer *et al.*, 2001).

RESULTADOS

En general, se registran 88 especies de plantas con flores, pertenecientes a 87 géneros y 45 familias (Anexo 1). Entre las estaciones de trabajo el mayor número de especies corresponde a la Estación 2 (San Vicente-Boniato), con 40 especies (45,5 % del total); mientras que la de menor riqueza específica es la Estación 4

(Puente Tropicana-Puente San Juan), con solamente 13 especies (14,8 %) (Fig. 1).

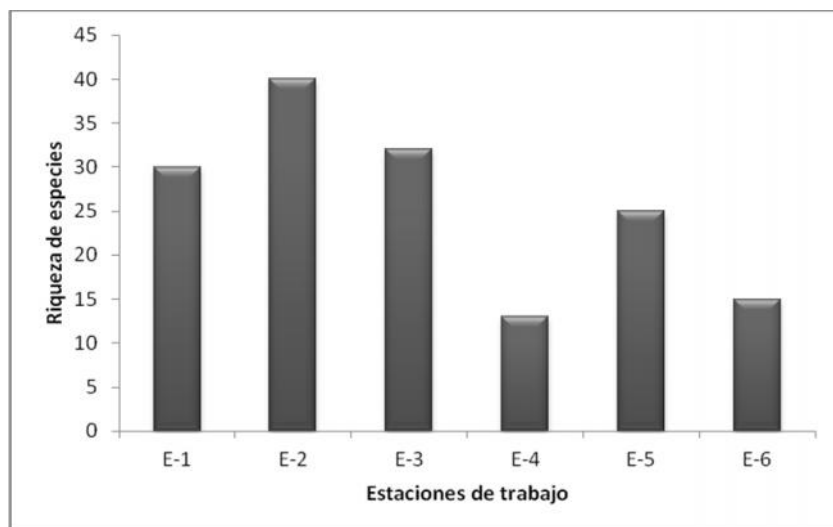


Figura 1: Riqueza específica en cada estación de trabajo del río San Juan. E-1: Estación de referencia Loma La Campana, E-2: San Vicente-Boniato, E-3: Boniato-Puente Tropicana, E-4: Puente Tropicana-Puente San Juan, E-5: Puente San Juan-Aguadores, E-6: Aguadores-Desembocadura.

El número de especies y el ensamblaje de la vegetación de ribera difieren significativamente entre las estaciones de trabajo ($H=8.126$, $p=0.017$); existen evidentes diferencias biológicas que ponen de manifiesto la calidad ecológica de cada estación. En el caso de la estación de referencia, se destaca la presencia de especies nativas, con 24, y solamente cuatro especies exóticas. Entre las especies nativas algunas son típicas de los bosques de ribera, como: *Cyperus alternifolius* (paragüitas), *Cuphea lobelioides*, *Turnera ulmifolia* (marilope) y *Pilea microphylla*. Entre las especies exóticas predomina *Syzygium jambos* (pomarroja).

Por otro lado, el número de especies exóticas se incrementa de manera notable en el resto de las estaciones, llegan incluso a superar la presencia de las especies nativas, como sucede en las estaciones 4 (Puente Tropicana-Puente San Juan) y 6 (Aguadores-Desembocadura) (Fig. 2).

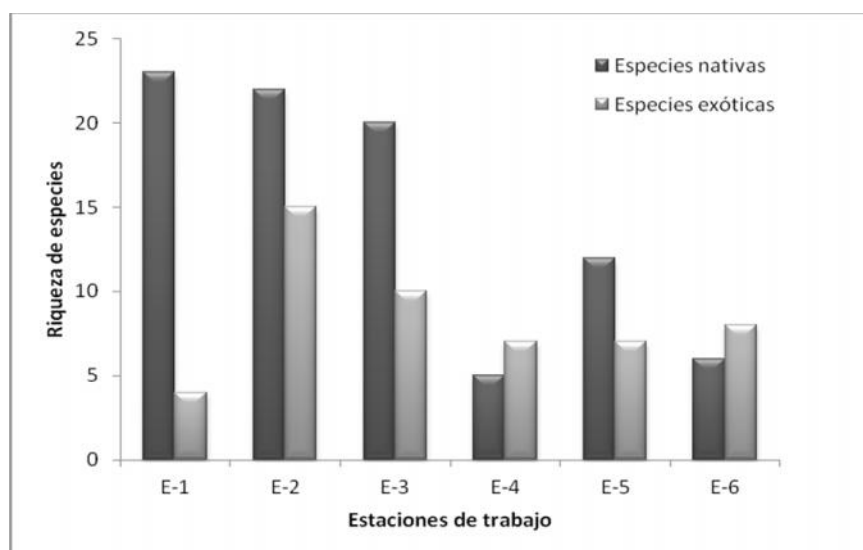


Figura 2: Variación de la representatividad de la riqueza de especies nativas y exóticas entre las estaciones de trabajo

Un aspecto común observado no solamente en las estaciones, sino además a lo largo del río San Juan, es el escaso desarrollo de la vegetación de galería que caracteriza los ecosistemas acuíferos cubanos. La estación de referencia es la única que muestra algunos elementos típicos de la estructura y composición de estos tipos de bosques, donde llega a crecer incluso la especie epífita *Tillandsia fasciculata* (curujey), ausente en los demás sitios de estudio.

En cuanto a la calidad biológica de los bosques de ribera del río San Juan, las variables muestran en su mayoría valores nulos, bajos y muy bajos en todas las estaciones, excepto en la Loma La Campana, sitio de referencia (Tabla 2). Por consiguiente, los registros del índice QBR también son en su mayoría bajos, lo cual refleja la existencia de hábitats de ribera de muy mala calidad ecológica a lo largo de la cuenca del río, con tres estaciones calificadas como pésimas y dos como mal (Fig.3).

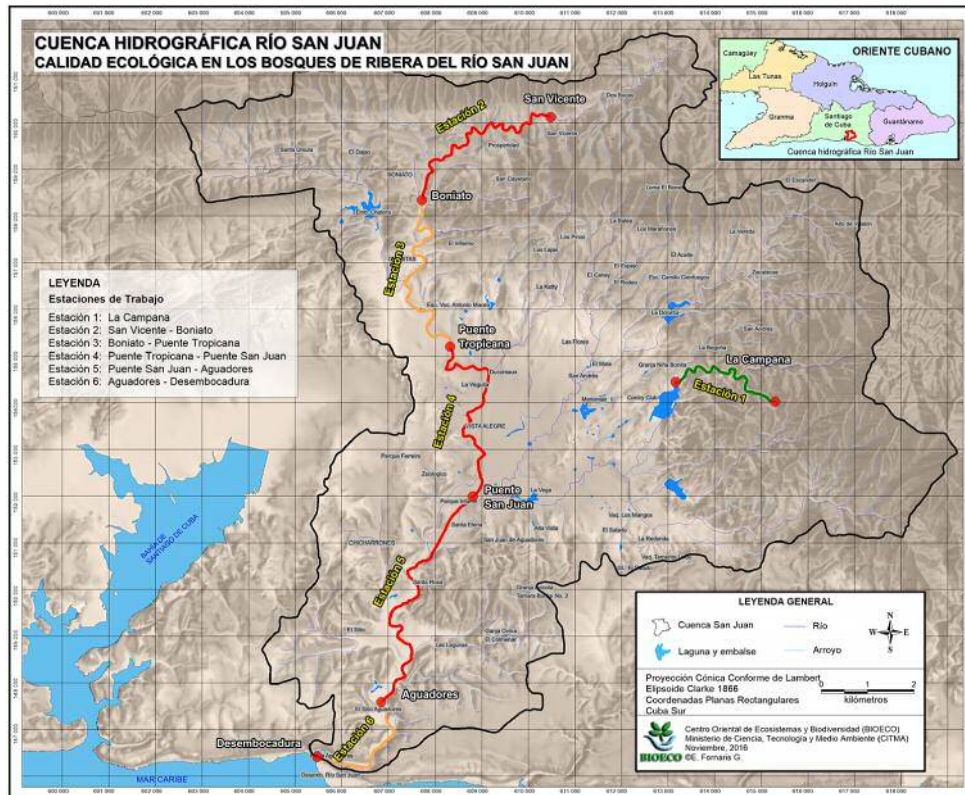


Figura 3. Representación de la calidad ecológica en los bosques de ribera del río San Juan. El color rojo predominante indica una pésima calidad en las estaciones consideradas. El color anaranjado refleja mala calidad y el verde una buena calidad en la estación de referencia.

Tabla 2 Calidad biológica de ribera en las estaciones de trabajo del río San Juan.
 E-1: Estación de referencia Loma La Campana, E-2: San Vicente-Boniato, E-3:
 Boniato-Puente Tropicana, E-4: Puente Tropicana-Puente San Juan, E-5: Puente
 San Juan-Aguadores, E-6: Aguadores-Desembocadura

Estaciones de trabajo (E)	Variables consideradas				Puntuación general del QBR	Calidad
	Cobertura total	Estructura de la cobertura	Calidad de la cobertura	Alteración del canal		
E-1	10	20	25	25	80	Buena
E-2	0	5	0	0	5	Pésima
E-3	0	10	10	25	45	Mala
E-4	0	0	0	0	0	Pésima
E-5	0	20	0	0	20	Pésima
E-6	15	20	5	10	50	Mala

Estos datos son consistentes con la representación del modelo de PCA entre las estaciones, las cuales se agrupan de acuerdo con su calidad ecológica (Fig. 4). A su vez, las variables que ejercen mayor influencia en la ordenación de las estaciones se corresponden en el caso del componente 1 con la riqueza de especies; mientras, en el caso del componente 2, se determinan principalmente por los valores del índice QBR.

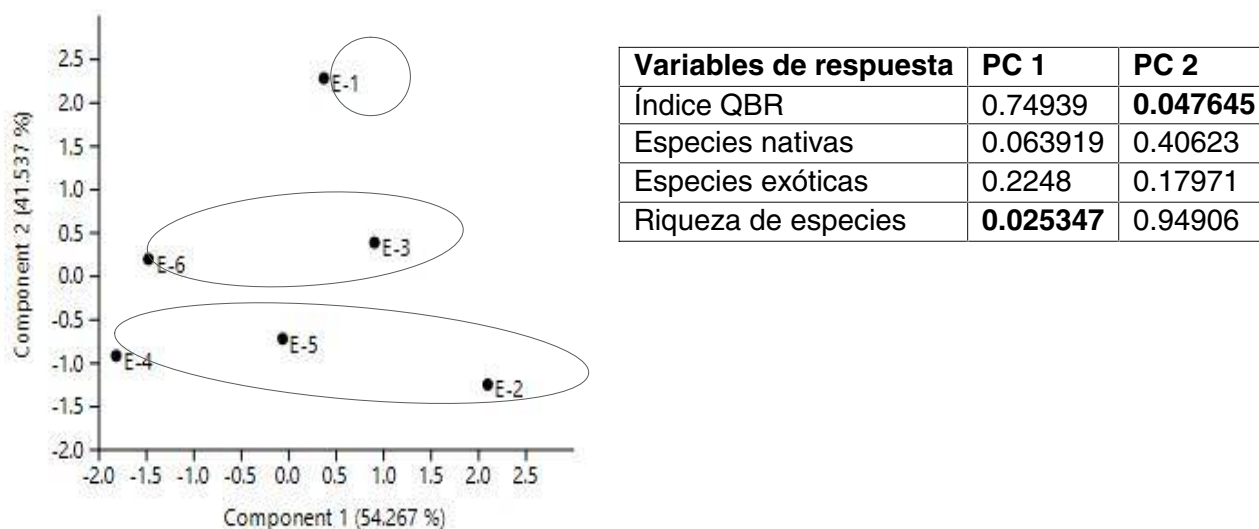


Figura 4: Análisis de componentes principales entre las estaciones de trabajo basado en cuatro variables de respuesta. Se aprecian tres agrupamientos de acuerdo con la calidad ecológica de las estaciones: Buena: E-1 (estación de referencia), Mala (estaciones E-3 y E-6), Pésima (estaciones E-2, E-4 y E-5). Se muestran los coeficientes de correlación de Spearman para las asociaciones de los componentes 1 y 2 con las variables de respuesta. Los coeficientes en negrita indican correlaciones significativas ($p < 0.05$).

Igualmente, los registros de similitud biológica entre las estaciones de trabajo se relacionan de acuerdo con su calidad ecológica; de manera que las estaciones con los mayores valores del índice QBR (E-1, E-3 y E-6) forman el grupo de mayor afinidad biológica, distante del resto de las estaciones calificadas como pésimas (Fig. 5).

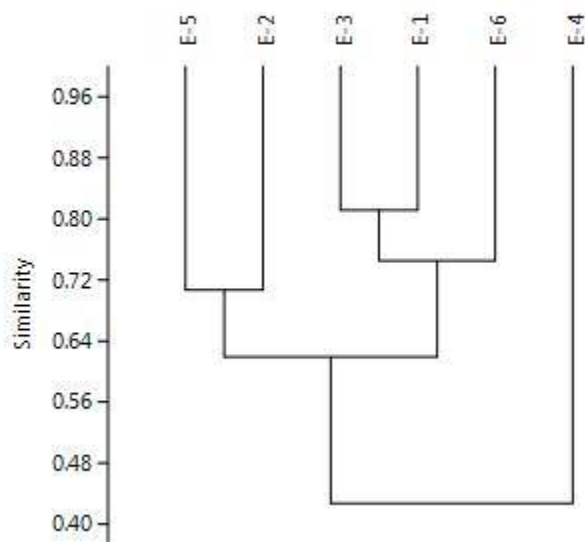


Figura 5: Dendrograma de similitud biológica entre las estaciones de trabajo. Las estaciones E-1, E-3 y E-6 muestran mayor semejanza en relación con las estaciones de calidad pésima E-2, E-5 y E-4. E-1: Loma La Campana (sitio de referencia), E-2: San Vicente-Boniato, E-3: Boniato-Puente Tropicana, E-4: Puente Tropicana-Puente San Juan, E-5: Puente San Juan-Aguadores, E-6: Aguadores-Desembocadura.

DISCUSIÓN

La escasa relación que existe entre la flora, la vegetación y el índice QBR en las estaciones de trabajo explica el mal estado de conservación en que se encuentra el bosque de ribera de la cuenca del río San Juan. Como se esperaba, la estación de referencia Loma La Campana, ubicada en la parte más alta de la cuenca, contiene la proporción más aceptable entre especies nativas y exóticas y el mejor registro del índice QBR al colocarse en la Clase II. No obstante, en este sitio de referencia tampoco se alcanza la máxima calificación del índice (Clase I), lo cual evidencia algunos signos de degradación del hábitat, asociados a cambios significativos en la cobertura total, como consecuencia de la afectación producida por los intensos vientos del huracán Sandy en 2012.

En las estaciones 2 (San Vicente-Boniato), 4 (Puente Tropicana-Puente San Juan) y 5 (Puente San Juan-Aguadores) los bajos valores de las variables consideradas reflejan intensos procesos de destrucción del hábitat e inestabilidad ambiental, que favorecen la colonización, establecimiento y reproducción de especies exóticas. En el caso de la E-2, la inestabilidad ambiental que se genera como consecuencia de la fuerte presión antrópica incrementa la formación de varios tipos de hábitats con características extremas, que favorecen el éxito reproductivo y la mayor representatividad de las especies exóticas. Estas características se relacionan principalmente con una disminución considerable de la cobertura vegetal, erosión del suelo, pastoreo de ganado menor y siembra de especies exóticas.

Lo anterior se ajusta a la consideración de Whittaker (1977), quien establece que determinadas características de inestabilidad ambiental en sitios perturbados contribuyen al incremento de la riqueza de especies, fundamentalmente oportunistas y exóticas.

Las afectaciones que existen en la vegetación de ribera de las estaciones 3 (Boniato-Puente Tropicana) y 6 (Aguadores-Desembocadura) también son importantes, principalmente en la cobertura y las modificaciones del canal. Dichas modificaciones del canal están relacionadas con la acumulación de residuos domésticos, tanto en las márgenes como en el cauce del río; una reducción de su cauce y sinuosidad debido al incremento de la sedimentación provocada por actividades agrícolas adyacentes; así como la presencia de estructuras metálicas dentro del canal, que alteran las condiciones del curso del río. Además de lo anterior, la presencia de las especies exóticas que dominan el dosel del bosque reducen significativamente los valores del índice QBR, lo cual genera calificaciones de mal en estas estaciones.

Las alteraciones del paisaje del río San Juan por factores antrópicos y naturales impiden y limitan la regeneración de las comunidades de plantas de ribera, fundamentalmente las plantas nativas. Consecuentemente, se reduce la calidad de los servicios que ofrece el ecosistema (Daily y Ellison, 2002), entre los cuales

se destacan, por su valor económico y ecológico, la formación de hábitats adecuados para especies de plantas y animales acuáticos, la calidad del agua para los diferentes tipos de uso industrial y doméstico, el control de los sedimentos y nutrientes que contaminan el suelo, el régimen de luz y oxígeno en la zona baja del ecosistema y el suministro estacional de recursos energéticos en forma de hojas, ramas y tallos.

CONCLUSIONES

Existen diferencias biológicas significativas entre las estaciones de trabajo consideradas, fundamentalmente en la composición y riqueza de especies de plantas. Se registra un incremento de las especies exóticas invasoras en los hábitats más perturbados.

En general, los hábitats de ribera de la cuenca del río San Juan presentan un estado de conservación muy degradado debido a la perturbación antrópica y natural. Estas perturbaciones producen afectaciones severas en la cobertura y la estructura de la vegetación de ribera del río, por lo cual limitan la conectividad ecológica con zonas naturales adyacentes, además de las alteraciones del cauce del río y la escasa presencia de especies nativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Daily, G. C. y Ellison, K. (2002). *The New Economy of Nature*. Washington DC: Island Press.
- Décamps, H. (1996). The renewal of floodplain forests along rivers: A landscape perspective. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung fur Theoretische und Angewandte Limnologie*, 26, 35-59.
- Gregory, S. V., Swanson, F. J., McKee, W. A. & Cummins, K. W. (1991). An ecosystem perspective of riparian zones. *Bioscience*, 41, 540-551.
- Hammer, Ø., Harper, D. y Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 1-9.

Montenegro, U. (1991a). Precipitaciones y Humedad relativa, escala 1: 500 000. En *Atlas de Santiago de Cuba* (p. 28). Academia de Ciencias de Cuba.

Montenegro, U. (1991b). Temperatura media anual, escala 1: 500 000. En *Atlas de Santiago de Cuba* (p. 26). Academia de Ciencias de Cuba.

Munné, A., Solá, C., Bonada, N. & Rieradevall, M. (2003). A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst*, 13, 147-163.

Naiman, R. J. & Décamps, H. (1990). Aquatic terrestrial ecotones: Summary and recommendations. En R.J. Naiman y H. Décamps (Eds.), *Ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones* (pp. 295-301). Chichester: UNESCO, Paris, and Parthenon Publishing Group.

Naiman, R. J. y Décamps, H. (1997). The ecology of interfaces-riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28, 621-658.

Perrand, G. (2008). *Propuesta de una estrategia ambiental para el manejo integrado de la cuenca San Juan, bajo un enfoque de integración al medio marino* [Inédito] (Tesis de Maestría). Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

Renda, A., Calzadilla, E., Bouza, J. A. y Valle, M. (1980). *Estudio sobre las condiciones edafológicas, fisiográficas y agrosilviculturales de la Sierra Maestra, provincia Santiago de Cuba*. La Habana: Ministerio de la Agricultura, Centro de Investigación Forestal.

Rodríguez, F., Salas, A., Aguirre, A., Chao, A., Iznaga, A., Fernández, A., ... Isalgaray, Y. (2006). *Nuevos logros en el estudio de la pluviosidad en Cuba: Mapa Isoyético para el período 1961-2000*. La Habana: Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba.

Swanson, F.J., Kratz, T. K., Caine, N. & Woodmansee, R. G. (1988). Landform effects on ecological processes and features. *Bioscience*, 38, 92-98.

Whittaker, R. (1977). Evolution of species diversity in land communities. *Evolutionary biology*, 10, 1-67.

Recibido: octubre de 2016

Aprobado: febrero de 2017

Anexo 1. Lista de especies registradas en las estaciones de trabajo a lo largo de la cuenca del río San Juan

Familia	Especies	Nombre común	Estatus	Tipo biológico	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6
Acanthaceae	<i>Ruellia tuberosa</i> L.	Salta perico	Nativa	Hierba			X			X
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i> var. <i>aspera</i> L.	Rabo de gato	Naturalizado	Hierba						X
Anacardiaceae	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Bledo espinoso	Nativa	Hierba		X	X	X		
	<i>Comocladia platyphylla</i> A. Rich. ex Griseb.	Guao	Endémica	Arbusto	X					
	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	Exótica	Árbol	X					
Annonaceae	<i>Annona squamosa</i> L.	Anón	Exótica	Arbusto			X			
Apocynaceae	<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum.	Cabalonga	Exótica	Arbusto		X				
Araceae	<i>Alocasia</i> sp	Cara de chivo		Trepadora		X	X	X		
	<i>Syngonium</i> sp	Malanga trepadora	Exótica	Trepadora			X	X	X	
Asparagaceae	<i>Sansevieria hyacinthoides</i> (L.) Druce	Lengua de vaca	Exótica	Hierba suculenta		X				
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L	Romerillo blanco	Nativa	Hierba		X	X	X		
	<i>Eupatorium</i> sp	Eupatorium		Hierba		X	X			
	<i>Tridax procumbens</i> L.	Romerillo	Nativa	Hierba		X	X	X		
	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Escoba amarga	Nativa	Hierba		X	X			
Bignoniaceae	<i>Tabebuia angustata</i> Britton	Roble blanco	Nativa	Árbol	X		X			
Boraginaceae	<i>Cordia alba</i> (Jacq.) Roem. & Schult	Uvita blanca	Nativa	Arbusto						X
	<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	Alacrancillo	Nativa	Hierba						X
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i> L.	Piña ratón	Nativa	Hierba suculenta	X					
	<i>Tillandsia fasciculata</i> Sw.	Curujey	Nativa	Epífita	X					

Familias	Especies	Nombre común	Estatus	Tipo biológico	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6
Calophyllaceae	<i>Calophyllum antillanum</i> Britton	Ocuje	Nativa	Árbol	X					
Cannaceae	<i>Canna coccinea</i> Mill	Bandera	Exótica	Hierba	X	X				
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Fruta bomba	Exótica	Arbusto					X	
Familias	Especies	Nombre común	Estatus	Tipo biológico	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6
Cleomaceae	<i>Cleome spinosa</i> Jacq.	Uña de gato	Nativa	Hierba		X	X	X	X	
Combretaceae	<i>Combretum indicum</i> (L.) DeFilipp	Quiscuala	Exótica	Trepadora			X			
Commelinaceae	<i>Commellina erecta</i>	Cucaracha	Nativa	Hierba			X		X	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea alba</i> L.	Flor de Y	Nativa	Trepadora		X			X	
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	Cundeamor	Nativa	Trepadora	X	X	X		X	
	<i>Psiguria pedata</i> (L.) Howard	Siguria	Nativa	Trepadora		X				
Cyperaceae	<i>Cyperus alternifolius</i> L	Paragüita	Nativa	Hierba	X	X	X		X	
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i> Jacq.	Jibá	Endémica	Arbusto	X					
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Miliisp.		Nativa	Hierba	X	X				
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L	Lechero	Nativa	Hierba	X	X	X			
	<i>Hura crepitans</i> L	Salvadera	Nativa	Árbol			X			
	<i>Janipha manihot</i> (L.) Kunth	Yuca	Exótica	Hierba						X
	<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	Túa-Túa	Nativa	Hierba	X					
	<i>Ricinus communis</i> L.	Higuereta	Exótica	Arbusto		X	X	X	X	X
Fabaceae	<i>Cassia grandis</i> L.	Cañandong	Exótica	Árbol					X	
	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboyán rojo	Exótica	Árbol		X				
	<i>Desmodium incanum</i> DC.	Amor seco	Nativa	Trepadora		X	X			
	<i>Desmodium</i> sp			Trepadora	X					
	<i>Dichrostachys cinerea</i> Miq.	Marabú	Exótica	Arbusto					X	X
	<i>Galactia</i> sp			Trepadora					X	
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit	Ipil-Ipil	Exótica	Arbusto		X	X		X	

Familias	Especies	Nombre común	Estatus	Tipo biológico	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6
	<i>Mimosa pudica</i> L.	Mori-viví	Nativa	Hierba		X	X			
	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth	Tamarindo chino	Exótica	Árbol						X
	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Cambrón	Exótica	Arbusto						X
	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	Algarrobo	Exótica	Árbol	X		X	X	X	X
Familias	Especies	Nombre común	Estatus	Tipo biológico	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6
	<i>Senna atomaria</i> (L.) Irwin & Barneby	Frijolillo	Nativa	Árbol	X		X	X		
	<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo dulce	Exótica	Árbol		X				
Gesneriaceae	<i>Rhytidophyllum exsertum</i> Griseb	Tapa culo	Endémica	Arbusto	X	X				
Lythraceae	<i>Cuphea lobeloides</i> Griseb	Cufea	Endémica	Hierba	X		X			
Malvaceae	<i>Gossypium barbadense</i> L.	Algodón	Exótica	Arbusto		X				
	<i>Melochia nodiflora</i> Sw.		Nativa	Hierba					X	
	<i>Pavonia fruticosa</i> (Mill.) Fawc. & Rendle	Malva de caballo	Nativa	Hierba					X	
	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Sida	Nativa	Hierba		X			X	X
	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.	Anacahuíta	Exótica	Árbol		X	X		X	
	<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq.		Nativa	Hierba		X				
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i> L.	Jubabán	Nativa	Árbol	X		X			
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Plátano	Exótica	Arbusto		X	X	X		
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	Nativa	Arbusto	X					
	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Pomarrosa	Exótica	Arbusto	X					
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia erecta</i> L.	Tostón	Nativa	Hierba					X	
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i> L.	Cardo santo	Nativa	Hierba		X				
Passifloraceae	<i>Turnera ulmifolia</i> L.	Marilope	Nativa	Arbusto	X	X	X		X	
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i> L.	Anamú	Nativa	Hierba						X

X

Rivina humilis L.

Piperaceae

Piper aduncum L

Guaniquiqui

Platanillo de
Cuba

Nativa

Nativa

Hierba

Arbusto

X

Poaceae

Arthrostylidium capillifolium
Griseb

Tibisí

Nativa

Nativa

Nativa

Hierba

Arbusto

X

Bambusa vulgaris Schrad. ex
H.L. Wendl.

Bambú

Exótica

Exótica

Exótica

Hierba

Hierba

X

Cynodon dactylon (L.) Pers.

Yerba fina

Exótica

Exótica

Exótica

Hierba

Hierba

Familias	Especies	Nombre común	Estatus	Tipo biológico	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6
	<i>Digitaria</i> sp			Hierba	X					
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Pata de gallina	Exótica	Hierba		X				
	<i>Megathyrus maximus</i> (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs, <i>Pharus</i> sp	Yerba de guinea	Exótica	Hierba		X		X		X
Polygonaceae	<i>Zoysia matrella</i> (L.) Merr		Exótica	Hierba					X	
	<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn.	Coralillo	Exótica	Trepadora		X	X		X	
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	Jacinto de agua	Exótica	Hierba		X		X	X	X
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga	Nativa	Hierba		X			X	X
	<i>Portulaca pilosa</i> L	Diez del día	Exótica	Hierba			X			
Rhamnaceae	<i>Gouania lupuloides</i> (L.) Urb.	Jaboncillo	Nativa	Trepadora	X					
Rubiaceae	<i>Spermacoce laevis</i> Lam.		Nativa	Hierba		X	X			
Sapindaceae	<i>Cupania americana</i> L	Guámano	Nativa	Árbol	X					
Sapotaceae	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn	Zapote	Exótica	Árbol		X				
Solanaceae	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	Tomate	Exótica	Hierba		X				
	<i>Solanum torvum</i> Sw	Pendejera	Nativa	Hierba	X					
Urticaceae	<i>Pilea microphylla</i> (L.) Liebm		Endémica	Hierba	X	X				

Verbenaceae	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd	Chichicate	Nativa	Hierba	X														
	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl.	Verbena azul	Nativa	Hierba		X	X												
Total de especies					30	40	32	13	25	15									