Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, 52 (2): 67-75 (2013) 7 Figs., 1 Tab.

VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DEL CAUDAL Y EL TRANSPORTE DE NUTRIENTES EN EL RÍO MANZANARES.

Luis Medina[1], Julian Castañeda[2], Ivis Fermín[2], Gabriela Pérez-Castresana[3] & Fabiola López-Monroy[3]

1. Postgrado en Ciencias Marinas,Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.

2. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.

3. Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Isla de Margarita, Venezuela.

fametal@gmail.com

RESUMEN: El río Manzanares es uno de los principales cuerpos de agua dulce en el Nororiente de Venezuela. A lo largo de su cauce se encuentra expuesto a una gran cantidad de actividades antropogénicas que ocasionan el deterioro de su ecosistema. La escasez de información sobre el transporte de elementos químicos por este río, y su posterior descarga en la zona costera de la ciudad de Cumaná, impiden elaborar planes adecuados para el uso sustentable de sus recursos y así tratar de mitigar el impacto generado por las actividades humanas. La presente investigación tuvo como objetivos cuantificar la magnitud del caudal y el transporte de nutrientes (nitrito, nitrato, amonio y fosfato), del río Manzanares a lo largo de su cuenca y hacia la zona costera de la ciudad de Cumaná en el periodo diciembre 2004 - noviembre 2005 e identificar los posibles factores que incrementan o disminuyen el caudal y el transporte de nutrientes. Se seleccionaron cinco estaciones de muestreo, dos en la cuenca alta, una en la cuenca media y dos en la cuenca baja. El caudal medio mensual fue de 14.587.230 m^3/mes. Para el nitrato el transporte medio mensual del río es de 131.282 kg/mes, el de amonio 106.504 kg/mes, y el de fosfato 25.252 kg/mes. En general, el transporte medio de nutrientes aumentó hacia las cuencas media y baja, debido principalmente a que estas zonas presentaron los mayores caudales y se encuentran impactadas por la acción antropogénica.

Palabras clave: carga másica, flujo de nutrientes, sistema fluvial.

ABSTRACT: Manzanares river is the most important freshwater bodies of the north-eastern Venezuela. Along its route is exposed to a lot of anthropogenic activities, leading this, to the deterioration in the river ecosystem. The lack of available data on what chemicals and in what quantities are transported by the Manzanares River along its basin and are discharged into the coastal zone of the Cumana city prevent the generation of suitable alternatives to mitigate the impact cuased by all these human activities. To generate new and valuable information the objectives of this work were to quantify the magnitude of the transport of nutrients by the Manzanares river along its basin and into the coastal area of the city of Cumana, in the period between December 2004 and November 2005. Were selected five sampling stations, 2 in the upper basin, 1 in the middle basin and 2 near to the coastal zone. Was measured a total water flow of 874.823.208 m^3/year. For nitrate was found that the total contribution of the river to the coastal zone was 131.282 kg/year. The contributions of ammonium were about 106.504 kg/year, while the phosphate provided 25.252 kg/year. In general, increased nutrient input through to the middle and lower basin mainly because these areas had the highest flow values at each station, and these areas of the watershed are highly impacted by anthropogenic action.

Key words: masic charge, nutrients flow, fluvial system.

INTRODUCCIÓN

El río Manzanares posee una longitud aproximada de 81 km desde su nacimiento en la Serranía del Turimiquire, hasta su desembocadura en la entrada del golfo de Cariaco (Fernandez 1984; Senior *et al*. 2003). Antes de ingresar a la población de Cumaná, su cauce se bifurca, por lo que el río desemboca en la zona costera a través de dos canales: uno correspondiente al cauce original (ciudad de Cumaná) y otro al aliviadero (zona de Punta Baja), el cual fue construido en 1972 para desviar el flujo natural y así evitar las inundaciones que sucedían en la ciudad. Su caudal varía estacionalmente, y cuando es bajo, el agua es transportada y descargada principalmente por la desembocadura original.

El régimen pluviométrico de la cuenca del río Manzanares se caracteriza por un período de sequía que comienza a partir del mes de diciembre cuando la zona de convergencia intertropical (ZCIT) se encuentra más cerca del ecuador y finaliza en junio, cuando se inicia la migración hacia el norte de la ZCIT. Por otra parte, el periodo de lluvia comienza en el mes de julio y finaliza en noviembre teniendo sus máximos valores en el bimestre agosto-septiembre, cuando la ZCIT se encuentra más alejada del Ecuador (APARICIO 2003).

En su cuenca alta, se asientan pequeñas poblaciones o caseríos (~19.000 hab; censo 2011; http://www.ine.gov.ve), como Cocollar, San Fernando y San Lorenzo, que se dedican principalmente a la agricultura y cría en pequeña escala de ganado. En la cuenca media se desarrollan actividades agrícolas y ganaderas en mayor escala y se encuentran poblados como Arenas, Aricagua y Cumanacoa, con una población total de ~27.000 hab (censo 2011; http://www.ine.gov.ve). La cuenca baja es la de mayor población (~357.000 hab en 2011; http://www.ine.gov.ve) localizándose la principal ciudad del estado, Cumaná. Allí esencialmente se desarrollan actividades industriales y de comercio.

Las aguas servidas provenientes de todas estas actividades humanas son descargadas en el cauce del río, sin ningún tipo de tratamiento. Estas llevan consigo una elevada concentración de elementos químicos, alterando la calidad ambiental del río así como también de la zona costera donde este desemboca, impidiendo así su uso y aprovechamiento humano (MARTINEZ *et al.* 2001; MORA *et al*. 1967).

A pesar de lo expuesto, es escasa la información sobre el volumen de nutrientes que son descargados hacia las costas de la ciudad de Cumaná. El último registro del transporte de nutrientes desde el río hacia la zona costera es de 1972 (ALVARADO 1976) y solo provee información sobre el nitrógeno inorgánico. No hay investigaciones sobre el transporte de nutrientes a lo largo de la cuenca del río y para la fecha del estudio no existían estaciones fijas para la medición del caudal en ninguna zona. Por ello, es necesario estimar esta descarga para buscar alternativas orientadas a mitigar el impacto generado por las actividades humanas en el ecosistema fluvial, ofreciendo una oportunidad para mejorar el aprovechamiento del recurso hídrico y el manejo de la zona costera.

Basándose en lo anterior los objetivos de la presente investigación fueron: cuantificar la magnitud del caudal y el transporte de nutrientes (nitrito, nitrato, amonio y fosfato) del río Manzanares a lo largo de su cuenca y hacia la zona costera de la ciudad de Cumaná en el periodo diciembre 2004 - noviembre 2005 e identificar los posibles factores que incrementan o disminuyen el caudal y el transporte de nutrientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron cinco estaciones (Fig. 1) distribuidas de la siguiente manera: dos en la cuenca alta, una en la cuenca media y dos en la cuenca baja (desembocadura principal y aliviadero del río), las cuales fueron visitadas mensualmente durante 12 meses (diciembre 2004 - noviembre 2005). En cada una de las estaciones se colectaron en contenedores plásticos, muestras superficiales compuestas (de ambos extremos y la parte central del río), para análisis de nutrientes (amonio, nitrito, nitrato y fosfato). Estas fueron refrigeradas y transportadas hasta el Laboratorio de Nutrientes del Instituto Oceanográfico de Venezuela, donde fueron filtradas con un filtro de fibra de vidrio GF/C e inmediatamente procesadas analíticamente, siguiendo los métodos descritos en STRICKLAND & PARSONS (1972).

El caudal se cuantificó aplicando la técnica de aforamiento (velocidad por área). Esta consiste en medir de forma incremental el caudal de un efluente (Q), que se define como el volumen de agua (V) en metros cúbicos que pasa una sección transversal de área (A) por unidad de tiempo (MOTT 1996).

$$Q = A * V \qquad (1)$$

Debido a que la velocidad del agua en el río varía de acuerdo con: la profundidad, el ancho, cercanía con la orilla, acción del viento y morfología del fondo, la forma más apropiada de obtener el flujo es midiendo la velocidad en pequeñas secciones (k) y calcular la descarga, q_k de cada sección. Al final, el flujo total será la sumatoria de los flujos de cada sección (MOTT 1996).

$$Q = \sum_{k=1}^{N} q_k = \sum_{k=1}^{N} a_k \, v_k \qquad (2)$$

La velocidad en cada una de las secciones fue obtenida con un flujómetro Global Water FP101 y el área usando cintas métricas.

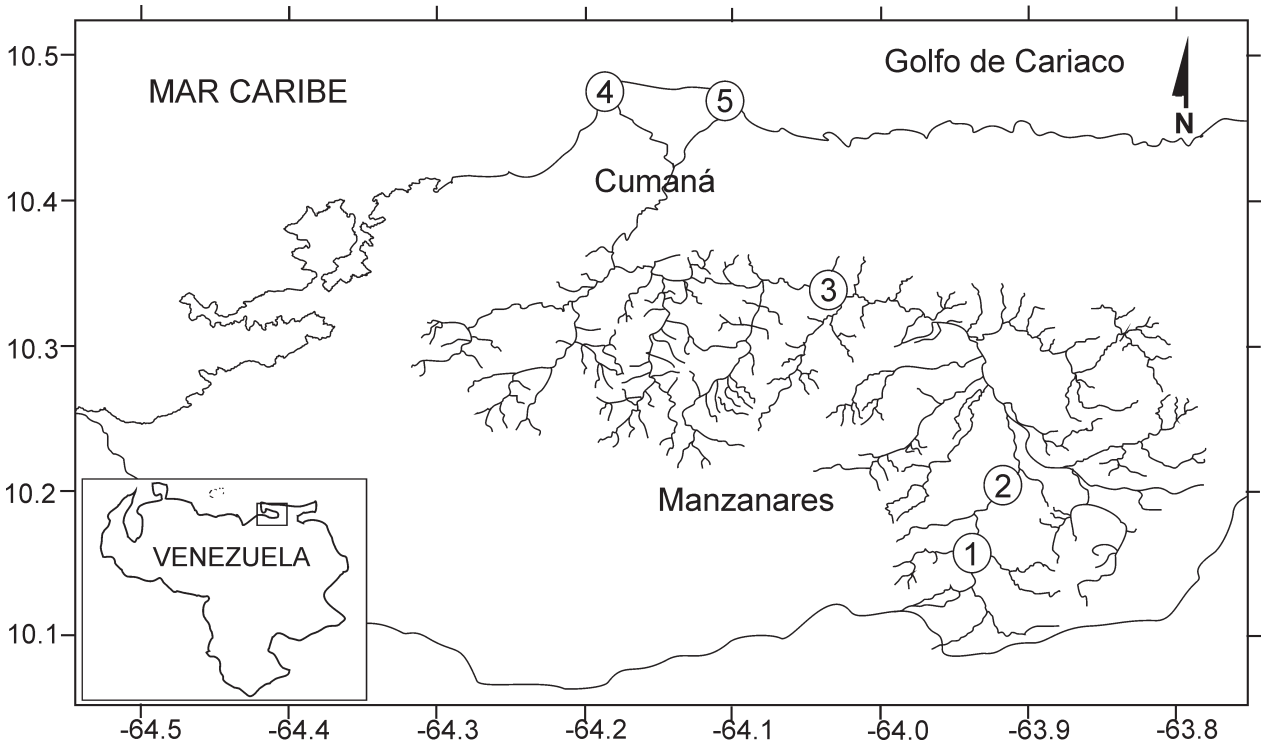


Fig. 1. Cuenca del río Manzanares, estado Sucre. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo: 1) Yoraco. 2) Fragua. 3) Cedeño. 4) Desembocadura y 5) Aliviadero

Una vez realizadas las mediciones del caudal y obtenidas las concentraciones de los elementos nutritivos (CE), se obtuvo el transporte de nutrientes (C) mediante la siguiente ecuación (Farfan & Alvarez-Borrego 1983):

$$C = Q * CE \qquad (3)$$

Los registros promedios mensuales de precipitación fueron obtenidos del Departamento de Hidrología y Meteorología del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente.

Para establecer si existen diferencias temporales y espaciales respecto al caudal y el transporte de nutrientes, fue usada la prueba para datos no paramétricos de Kruskal-Wallis, usando las medianas para las comparaciones temporales y espaciales (Zar 1996). Los resultados se presentan en diagramas de caja y bigote según Boyer *et al.* (1997). Para identificar y visualizar los patrones espaciales y temporales del caudal y el transporte de nutrientes se realizó un análisis de ordenación multivariada nMDS (Clarke & Gorley 2006).

RESULTADOS

De acuerdo a los valores obtenidos para el caudal y el transporte de nutrientes, se observó un patrón espacial comprendido de dos áreas con características diferentes: la primera ubicada en la cuenca alta (estaciones Yoraco y Fragua), donde el caudal y el transporte de nutrientes presentaron menores valores y otro sector correspondiente a las cuencas baja y media (estaciones Cedeño, desembocadura, aliviadero) en las cuales tanto el caudal y el transporte de nutrientes aumentan (Fig. 2). A diferencia del patrón espacial, no se pudo diferenciar claramente entre el periodo de sequía y de lluvia para el periodo de estudio (Fig. 3), es por esto que la variación temporal de caudal y transporte de nutrientes son descritos mensualmente.

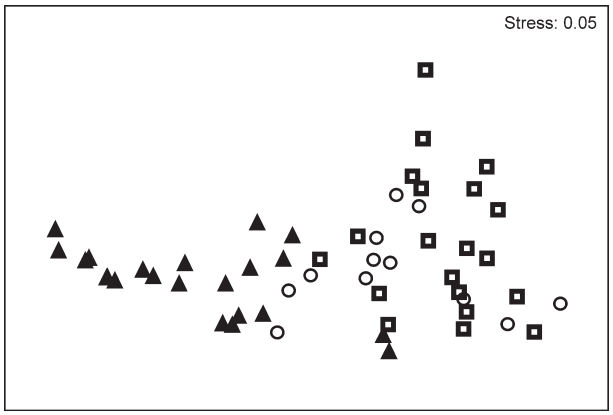


Fig. 2. Ordenaciones multivariadas (nMDS) de las estaciones de muestreo en el río Manzanares. ²% Estaciones de la cuenca alta. Ï% Estaciones de la cuenca media. % Estaciones de la cuenca baja.

Durante el período de estudio el mínimo caudal fue registrado en la estación 1 en abril (1.634.606 m^3/mes), y el máximo fue medido en la estación 3 en enero (106.479.360 m^3/mes).

Las estaciones ubicadas en la cuenca alta (1 y 2), presentaron los menores caudales con una mediana de 5.851.490 y 11.203.400 m^3/mes respectivamente (Fig. 4). La desembocadura principal del río (estación 4) fue la de mayor flujo de agua con una mediana de 54.204.600 m^3/mes, mientras que para el aliviadero (estación 5) se calculó una mediana de 24.268.900 m^3/mes (Fig. 4) (KW=28,72; p<0,05).

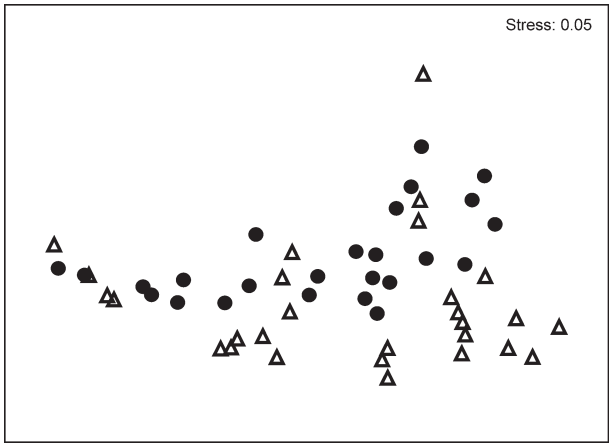


Fig. 3. Ordenaciones multivariadas (nMDS) de las estaciones.● Época de sequía. △ Época de lluvia.

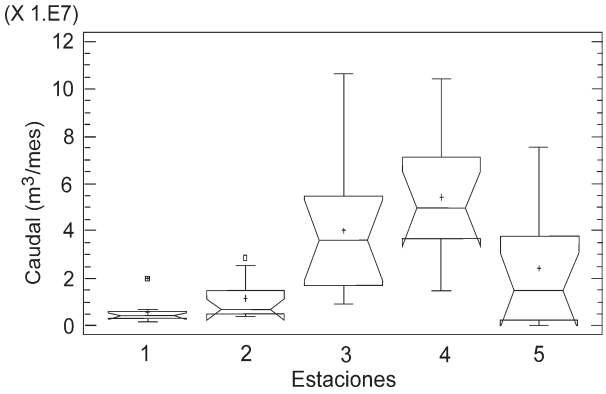


Fig. 4. Caudal del río Manzanares en los sectores: 1: Yoraco. 2: Fragua. 3: Cedeño. 4: Desembocadura y 5: Aliviadero

En general, la variación temporal del caudal del Rio Manzanares para la época de estudio (Fig. 5.a) no presentó diferencias estadísticamente significativas (KW=28,72; p<0,05) entre el periodo seco (diciembre-junio) y el lluvioso (julio-noviembre). La mediana del flujo de agua durante los meses de sequía fue de 21.150.000 m^3/mes, mientras que para la época de lluvia fue de 27.138.768 m^3/mes.

El caudal, presentó un comportamiento temporal dependiente de las precipitaciones, encontrando una relación lineal positiva entre estas variables (r = 0,56). Los mayores valores para el flujo de agua fueron medidos en diciembre (56.500.000 m^3/mes) y enero (53.400.000 m^3/mes), meses en los cuales las precipitaciones fueron de 237 y 165 mm, respectivamente (Fig. 5b). Estos valores de precipitación son atípicos para la época ya que es considerada de sequía según los datos históricos (1980-1992), cuando en promedio se ha medido en diciembre 15,2 mm y en enero 3,3 mm.

Durante esta investigación, el río Manzanares transportó hacia la zona costera de la ciudad de Cumaná un total de agua de 874.823.208 m^3/año; ingresando 602.027.564 m^3/año por la desembocadura principal y 272.795.644 m^3/año por el aliviadero (Tabla 1).

Respecto a la dinámica de los nutrientes (Fig. 6), en general, el transporte fue menor en las estaciones 1 y 2, mientras que en las estaciones de la cuenca media y baja del río, el transporte de elementos nitrogenados y fosfatos, aumentó significativamente (KW=15,35 y KW=18.81, p<0,05 respectivamente).

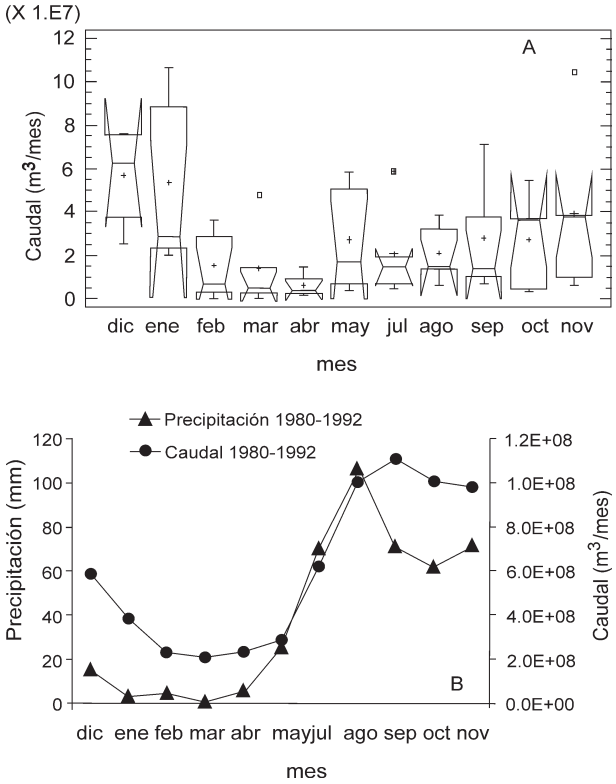


Fig. 5. Registros mensuales de: a) Caudal y b) Caudal y precipitación.

Por su parte, el transporte de amonio (Fig 6a), presentó diferencias (KW=25,77, p<0,05) entre las estaciones de la cuenca alta (1 y 2) y las estaciones de la cuenca media y baja (3, 4 y 5). En Yoraco (estación 1), se calcularon los menores valores para la descarga de amonio con una mediana de 135 Kg/mes, mientras que la máxima descarga fue calculada en la desembocadura (4106 Kg/mes). Con relación al ciclo anual (Fig.7b), no se encontraron diferencias significativas entre los valores mensuales de transporte de amonio (KW=12,15, p>0,05). Diciembre (6108 Kg/mes), enero (2764 Kg/mes), abril (1.123 Kg/mes) y noviembre (797 Kg/mes) fueron los meses cuando el rio transportó la mayor cantidad de amonio. El flujo anual de este compuesto mostró una relación lineal positiva con los valores del caudal (r=0,76).

TABLA 1. Descarga total del río Manzanares a la zona costera de la ciudad de Cumaná.

Variable	Caudal (m^3/mes)	Amonio (kg/mes)	Nitrito (kg/mes)	Nitrato (kg/mes)	Fosfato (kg/mes)
Desembocadura (Estación 4)	602,03 x10^6	46.572	1.659	85.752	9.487
Aliviadero (Estación 5)	272,80 x10^6	59.932	2.803	45.530	15.765
Total descargado	874,82 x10^6	106.504	4.461	131.282	25.252

El nitrito, al igual que el resto de los compuestos nitrogenados, fue transportado en menores cantidades (KW=23,82, p<0,05) en las estaciones ubicadas en la cuenca alta (1 y 2), con medianas de 6,5 Kg/mes y 20 Kg/mes respectivamente (Fig. 6b). La estación 5 (aliviadero), contribuyo con la mayor cantidad de nitrito hacia la zona costera de Cumaná con una mediana de 261 Kg/mes. El flujo temporal de este compuesto (Fig. 7c) no presentó diferencias significativas durante el periodo de estudio (KW=13,27, p>0,05). La evolución temporal del nitrito indica elevado transporte de este compuesto durante diciembre (251 Kg/mes), enero (248 Kg/mes), mayo (232 Kg/mes) y el bimestre octubre-noviembre (111 y 115 Kg/mes). El flujo anual del nitrito mostró una relación lineal positiva con respecto al caudal (r=0,83).

El flujo de nitrato (Fig 6c) presentó diferencias significativas en cuanto a su distribución espacial (KW=14,69, p<0,05), siendo las estaciones 1 y 2 las de menor descarga (732 y 1.331 Kg/mes). A partir de la estación 3, el flujo aumenta (2.749 Kg/mes) hasta llegar a la desembocadura (estación 4) donde alcanza sus máximos valores con una mediana de 4.894 Kg/mes. En diciembre (20.080 kg/mes), enero (14.637 Kg/mes), mayo (2.479 Kg/mes) y febrero (2014 Kg/mes) se midieron las mayores descargas de nitrato (Fig.7a), presentando diferencias significativas con el resto del periodo de estudio (KW=27,30, p<0,05). El flujo anual del nitrato mostró una relación lineal positiva con los valores del caudal (r=0,84).

El flujo espacial de fosfato (Fig. 6d) evidencia una tendencia a incrementar desde la estación 1, donde se calculó una mediana de 121 Kg/mes, hasta la estación 5 en donde la mediana fue de 828 Kg/mes. El análisis Kruskal-Wallis indicó la existencia de diferencias significativas (KW=18,01, p<0,05) en cuanto a las estaciones de muestreo, pudiéndose apreciar dos grupos (Fig. 6d). El primero compuesto por las estaciones de la cuenca alta y el segundo compuesto por las estaciones de la cuenca media y baja. Al igual que el amonio y el nitrito, no se encontraron diferencias significativas (KW=16,30, p>0,05) durante el ciclo anual para el transporte de fosfato a lo largo de la cuenca del rio Manzanares (Fig. 7d). Mayo

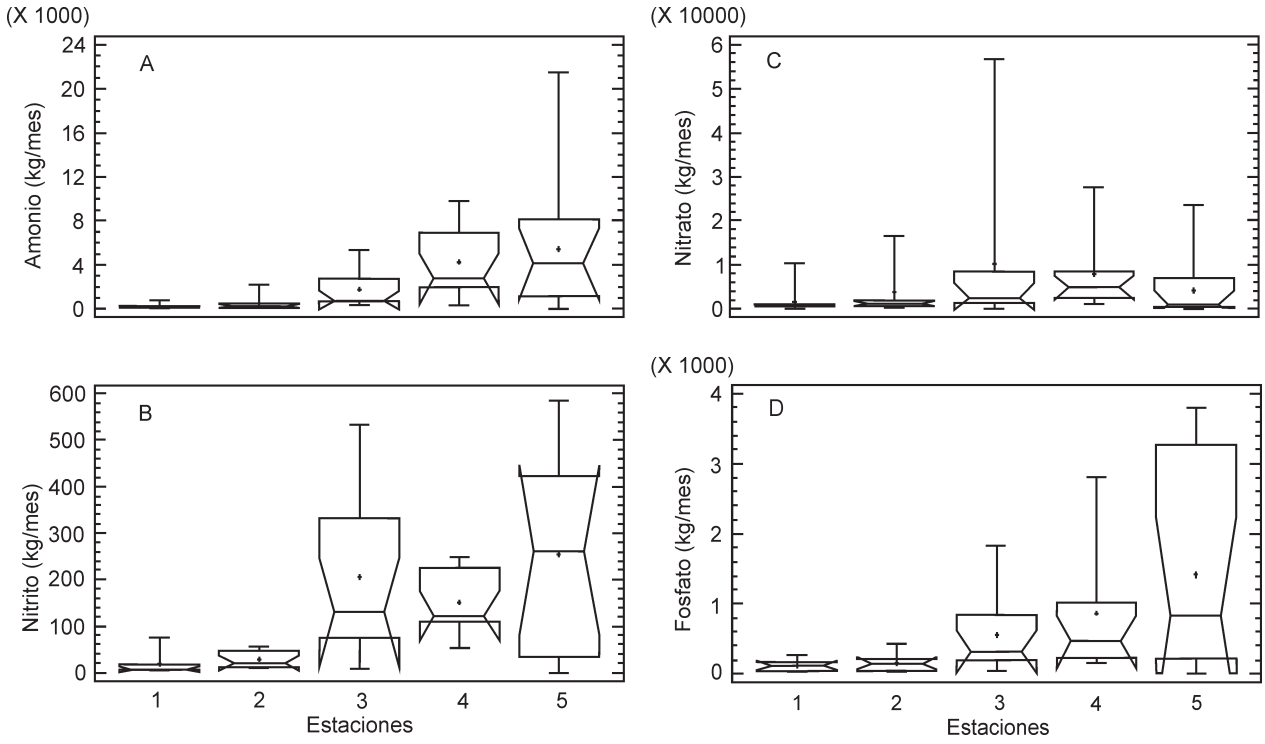


Fig. 6. Transporte de: a) amonio, b) nitrito, c) nitrato y d) fosfato en el río Manzanares en los sectores: 1: Yoraco. 2: Fragua. 3: Cedeño. 4: Desembocadura y 5: Aliviadero

(467 Kg/mes), septiembre (618 Kg/mes) y noviembre (1.830 Kg/mes) fueron los meses cuando este flujo de fosfato alcanzo sus máximos valores. El flujo anual del fosfato no mostró relación lineal con los valores del caudal (r=0,24).

Por último, durante el período de estudio fueron descargados hacia la zona costera 131.282 kg/año de nitrato, principalmente a través de la desembocadura original (Tabla 1). La descarga de nitrito, amonio y fosfato fue de 4.461 kg/año; 106.504 kg/año y 25.252 kg/año respectivamente, pero a diferencia del nitrato, éstos fueron transportados en mayor cantidad por el aliviadero del río (Tabla 1).

DISCUSIÓN

El patrón identificado en el presente estudio en cuanto a la variación espacial del caudal fue el típico para estos sistemas fluviales en los cuales se observa un incremento desde la cuenca alta hacia la cuenca baja (SYVISTSKY & MOREHEAD 1997). El caudal no solo se incrementa a lo largo del río Manzanares por el aumento en el ancho y la profundidad del cauce, sino por el aporte de varios afluentes a la altura de la cuenca media, en la entrada del Valle de Cumanacoa. En total, el Manzanares recibe por su margen derecho, 9 ríos, 13 riachuelos y quebradas, y por el izquierdo, 14 ríos principales y 6 secundarios (ALVARADO 2000).

El comportamiento temporal del caudal del rio Manzanares (Fig. 5b) depende significativamente de las precipitaciones ocurridas en la cuenca, es por esto que los máximos valores del caudal corresponden a aquellos meses con mayores precipitaciones. Al respecto, MÁRQUEZ *et al*. (2002) haciendo referencia a registros históricos (1982-1990) de precipitación y caudales del río Manzanares pertenecientes al Ministerio del Ambiente, determinaron una relación lineal positiva entre el gasto mensual y las precipitaciones, indicando que el flujo de agua evoluciona paralelamente con las lluvias, siendo las que determinan la magnitud del caudal del río. Además, reportan un flujo de agua en el año 1992 de 731.000.000 m^3/año.

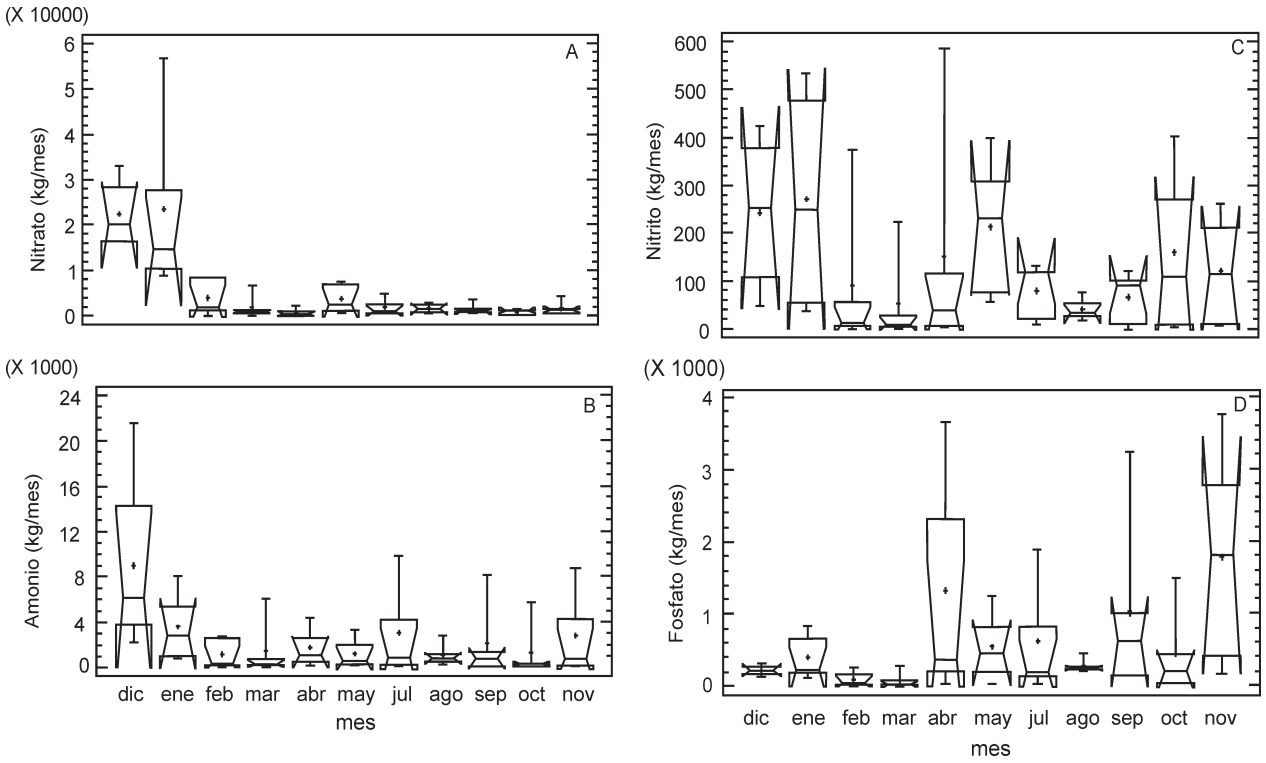


Fig. 7. Variación mensual del transporte de: a) nitrato, b) amonio, c) nitrito y d) fosfato en el río Manzanares.

La cuenca alta del río Manzanares se caracteriza por ser una zona montañosa, con pueblos que en la mayoría de los casos no poseen sistemas de tratamiento de agua. En esta zona además, se realizan actividades agrícolas y de cría de animales, que descargan sus desechos directamente al río. En las actividades agrícolas de la cuenca se emplean fertilizantes como abono de la tierra, pudiendo representar ésta una de las principales fuentes de compuestos nitrogenados, que ingresan a través de las escorrentías (Mata 2004). Cressa & Senior (1987) observaron una situación similar para otra especie nitrogenada en el río Orituco, estos autores señalaron que el aumento en las concentraciones de nitrato estaban relacionadas con las estaciones del río que históricamente habían sido perturbadas por el uso de fertilizantes.

La cuenca media es una zona agrícola, sus principales rubros son la caña de azúcar y la yuca. Pero además, también se practica la ganadería en mayor escala y se ubican algunas industrias como la planta procesadora de caña de azúcar en la ciudad de Cumanacoa. Todas estas actividades incrementan la descarga de compuestos nutritivos que viene desde la cuenca alta. En este sentido, algunos autores (Fernandez 1984; Mata 2004) señalan que una importante fuente de contaminantes es el central azucarero, el cual descarga sus aguas servidas a una laguna de oxidación y de ahí pasan al cauce del río. Esta laguna de oxidación también sirve a la ciudad de Cumanacoa, en donde solo el 50 % de la población posee sistema de cloacas, el resto de la ciudad y las pequeñas poblaciones en las márgenes del río no poseen este tipo de redes de recolección de aguas servidas, lo que trae como consecuencia que las comunidades viertan sus desechos o al menos parte de ellos en los canales pluviales aun cuando posean pozos sépticos.

En la cuenca baja la situación se hace más crítica, ya que el río Manzanares atraviesa la ciudad de Cumaná para finalmente descargar sus aguas en la entrada del golfo de Cariaco por las estaciones 4 (desembocadura) y 5 (aliviadero). En la zona de la desembocadura (estación 4), el río recibe las descargas industriales de una procesadora de pescado y los desechos sólidos y líquidos de los mercados Municipal y de Pescadores. De igual

manera se encuentran ubicadas a su alrededor una estación de servicios, un astillero naval, una planta de hielo, que utiliza amoniaco para el proceso de refrigeración, y una serie de comunidades que podrían constituir una fuente potencial de incrementos de contaminantes hacia las aguas del río (SENIOR & MARTINEZ 2002).

Según FERNÁNDEZ (1984), otro componente importante en la introducción al río de estos elementos nutritivos es el impacto del aumento poblacional a la que se ha visto sometido la cuenca baja. Tomando en consideración que en la zona urbana, la población se ha incrementado (~4 % entre 2006 y 2011; http://www.ine.gov.ve), entonces también lo harán las descargas de elementos que provienen de las actividades humanas, aumentando el transporte de estos hacia la zona costera.

Respecto a la influencia del río Manzanares sobre la zona costera, se ha evidenciado en esta investigación que la descarga de nutrientes del río en el golfo de Cariaco se ha incrementado significativamente desde 1972 hasta la fecha. ALVARADO (1976) reportó una descarga total de nitrógeno inorgánico durante el año 1972 de 73.800 kg/mes, la cual es una cifra inferior a la registrada durante el presente estudio. Esta descarga de nitrógeno inorgánico ha sufrido un incremento superior al 100 % en los últimos 25 años. OKUDA *et al*. (1978) señalaban que el efecto fluvial sobre las condiciones hidrográficas del golfo de Cariaco no era significativo, y que sus aguas no eran afectadas por el drenaje de los ríos. Estos autores concluyeron que las condiciones hidrográficas y la alta productividad de este golfo dependían del fenómeno de surgencia costera relacionada estrictamente con el régimen de los vientos alisios y del intercambio de agua con el exterior a través de la boca del golfo.

Generalmente, la entrada de nutrientes provenientes de la descargas de los ríos es descartada en las regiones costeras influenciadas por procesos de surgencia, ya que estas contribuciones se asumen pequeñas comparadas con las de la surgencia y otras fuentes de mezclas verticales. Sin embargo, no hay que menospreciar el efecto de esta descarga, ya que puede afectar de manera significativa los procesos biogeoquímicos y la productividad primaria (WARRICK *et al.* 2005).

CONCLUSIONES

El caudal del río Manzanares presentó un ciclo anual dependiente del régimen de lluvias. Correspondiendo los caudales máximos con la mayor pluviosidad que durante el período de estudio fue diciembre-enero. La descarga total de agua hacia el golfo de Cariaco se ha incrementado en el tiempo, siendo más importante el aporte realizado a través de la desembocadura original respecto al aliviadero, cuya importancia aumenta durante la época de lluvias.

Respecto al transporte de nutrientes, éste se encuentra influenciado por dos factores: el caudal y las contribuciones antropogénicas. Por lo que, al aumentar el caudal y la densidad poblacional, también se ha incrementado el transporte de nutrientes.

AGRADECIMIENTO

Esta investigación fue financiada parcialmente por el proyecto: “Integrated watershed management plan for the río Manzanares, Sucre State, Venezuela” Project Account No. QCL-2324-2288-2661-2102 UNEP-CAR/RCU.

REFERENCIAS

ALVARADO, E. 1976. Algunas observaciones sobre la descarga de nitrógeno del río Manzanares. Cumaná–Venezuela. Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 23 pp.

ALVARADO, J. 2000. Distribución y comportamiento de los hidrocarburos alifáticos en aguas superficiales de la cuenca baja del río Manzanares. Trab. Grad. Lic. Química, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 37 pp.

APARICIO, R. 2003. Revisión de las caracteristicas oceanográficas de la plataforma Nororiental de Venezuela. En: *La sardina (Sardinella aurita) su medio ambiente y explotación en el Oriente de Venezuela*. Ed. P. FREON & J. MENDOZA. IRD Editions. Paris.171-206.

BOYER, J., M. FOURQUEREAN & R. JONES. 1997. Spatial characterization of water quality in Florida Bay and Whitewater and multivariate analyses: Zones of similar influence. *Estuaries* 20(4): 743-758.

CLARKE, K. & R. GORLEY. 2006. *Primer v6, user manual/ tutorial*. Primer-E LTD. Plymouth, UK. 75pp.

Cressa, C. & W. Senior. 1987. Aspectos químicos e hidrológicos del río Orituco, Venezuela. *Act. Cient. Vnzla*. 38 (1): 99-105.

Farfan, C. & S. Alvarez-Borrego. 1983. Variability and fluxes of nitrogen and organic carbón at the mouth of a coastal lagoon. *Est. Coast. Shelf Sci*.. 17 (6). 599-612.

Fernandez, E. 1984. Contaminación de los ríos Guasdua y Manzanares, Edo. Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr.* 23 (1&2): 114-115.

Mata, F. 2004. Determinación del grado de contaminación del río Manzanares (Cumaná, Estado Sucre), mediante el análisis físico, químico y bacteriológico de sus aguas. Trab. Grad. Lic. Bioanálisis. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 53 pp.

Márquez, A., W. Senior, G. Martinez & J. Castañeda. 2002. Environmental conditions of the waters of the Manzanares River, Cumana-Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 41 (1&2): 15-24.

Martinez, G., J. Alvarado & W. Senior. 2001. Estudio fisicoquímico de las aguas superficiales de la cuenca baja y la pluma del río Manzanares. *Interciencia* 26 (8): 342 - 346.

Mora, C., M. López & T. Okuda. 1967. Algunas observaciones hidrobiológicas en la costa de Cumaná. *Bol. Ins. Oceanogr. Venezuela* 6 (2):303-306.

Mott, R. 1996. *Mecánica de fluidos aplicada*. Prentice Hall Inc. Mexico. 375 pp.

Okuda, T., A. García, B. Gamboa & A. Fernandez. 1978. Variación estacional de fósforo y nitrógeno inorgánicos en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ Oriente* 17 (1 y 2): 89-104.

Senior, W. 2000. Comportamiento de los elementos nutritivos, materia orgánica, organismos coliformes, metales pesados en la cuenca baja y pluma del río Manzanares. Informe Técnico. Universidad de Oriente, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Departamento de Oceanografía. Cumaná, Venezuela. 34 pp.

_____. & G. Godoy. 1991. Estudio de los parámetros físico-químicos del río Manzanares (Cumaná-Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 29 (1 y 2): 107 - 111.

_____. & G. Martinez. 2002. Estudio del comportamiento de los metales en el material en suspensión de las aguas superficiales del río Manzanares, Venezuela. Informe Técnico. Universidad de Oriente, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Departamento de Oceanografía. Cumaná, Venezuela. 51 pp.

_____., F. López. & I. Fermín. 2003. Principales fuentes de contaminación del río Manzanares, Venezuela. Informe Técnico. Universidad de Oriente, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Departamento de Oceanografía. Cumaná, Venezuela. 23 pp.

Strickland, J & T. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Board Can*. 167 (1). 310 - 315.

Syvistsky, J. & M. Morehead. 1997. Estimating river-sediment discharge to the ocean: application to the Eel margin, northen California. *Mar. Geol.* 154: 13-28.

Warrick, A., L. Washburn, A. Brzezinski & D. Siegel. 2005. Nutrient contribution to the Santa Barbara Chanel, California, from the ephemeral Santa Clara River. *Est. Coast. Shelf. Sci*. 62: 559-574.

Zar, J. 1996. *Biostatistical analysis*. Third edition. Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, USA. 662 pp.

Recibido: Marzo 2013
Aceptado: Diciembre 2013