

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NUCLEO DE SUCRE
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE VENEZUELA
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFÍA



***APORTE DE LOS RÍOS A LA ZONA COSTERA: CASO RÍO
MANZANARES, ESTADO SUCRE, VENEZUELA.***

Presentado por:

IVIS MARINA FERMÍN

Trabajo de Ascenso presentado como requisito parcial para ascender a la categoría de Profesor Agregado.

Cumaná, marzo 2020

INDICE

Contenido	Pág.
INDICE	ii
LISTA DE FIGURAS.....	iii
RESUMEN	iv
INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
METODOLOGÍA.....	10
RESULTADOS	12
Caudal	12
Material en suspensión (MES).....	12
Metales	14
NUTRIENTES	16
DISCUSIÓN	18
Caudal	18
Material en suspensión (MES).....	20
Metales	21
Nutrientes	23
CONCLUSIONES.....	26
BIBLIOGRAFIA.....	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Relación entre el río, zona estuarina y zona costera (Tomado de <i>REDDY Y DELAUNE, 2008</i>).....	9
Figura 2. Ubicación de las estaciones de aforo estudiadas en la cuenca del río Manzanares.....	11
Figura 3. Caudal promedio estimado en tres estaciones del río Manzanares. G: Guaripa, BR: Boca del Río y A: Aliviadero.	12
Figura 4. Descarga promedio estimada de material en suspensión (MES) en tres estaciones del río Manzanares. G: Guaripa, BR: Boca del Río y A: Aliviadero.	13
Figura 5. Descarga promedio estimada de los metales Cadmio (Cd), Plomo (Pb), Cromo (Cr) y Cobre (Cu) en tres estaciones del río Manzanares. G: Guaripa, BR: Boca del Río y A: Aliviadero.....	15
Figura 6. Descarga promedio estimada de nitrógeno y fósforo total en tres estaciones del río Manzanares. G: Guaripa, BR: Boca del Río y A: Aliviadero.	17

RESUMEN

Los ríos y demás drenajes terrestres proporcionan la mayor fuente de materiales biogénicos para los ecosistemas marinos costeros, sosteniendo a gran escala la productividad primaria de las regiones costeras. Con el objetivo de exponer los procesos y consecuencias que conllevan el aporte de los ríos en la zona costera, se utilizaron resultados del caudal y variables hidrológicas del río Manzanares. De esta manera se ilustran los aportes de este río en la zona costera del Golfo de Cariaco. Para estimar la interacción estacional del río con su zona costera adyacente, se utilizó la información sobre caudales y carga másica disponible en investigaciones previas. Los resultados demostraron que el río Manzanares aporta a la zona costera adyacente una carga de material en suspensión, metales pesados y nutrientes, tanto por su desembocadura natural, como por su aliviadero, que es modificada por los dos periodos climáticos (lluvia y sequía). Esta descarga hacia la zona costera es mayor por la boca natural del río que por el aliviadero.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas fluviales han estado sometidos a profundos cambios como consecuencia de perturbaciones de origen antropogénicas, debido principalmente al aumento de la población humana y consiguiente degradación de los recursos naturales. La protección de estos ecosistemas es fundamental para la conservación de su biodiversidad, ya que con la alteración de su estructura y contaminación del agua, los ríos han perdido gran parte de la diversidad biológica (JAIMES, et al., 2007).

El impacto contaminante en los ecosistemas acuáticos, debido a la introducción de materiales provenientes de las actividades humanas, industriales y el desarrollo urbanístico de centros poblados situados en áreas costeras, ha venido incrementándose en los últimos años. Las investigaciones oceanográficas y los estudios químicos de las masas de agua y sedimentos marino-costeros han demostrado que éstos son ecosistemas muy fértiles y albergan un gran potencial biológico si se comparan con los de mar abierto. Esto se debe a que son regiones de transición entre las zonas costeras de mares y océanos, las cuales están altamente influenciadas por la surgencia costera (RODRÍGUEZ, 2007; LIU ET AL., 2014).

La mayoría de las sustancias desechadas por el hombre se depositan finalmente en los océanos y mares y con el tiempo la actividad biológica favorece la descomposición de los compuestos orgánicos a dióxido de carbono y agua. Sin embargo, las especies inorgánicas, son continuamente acumulados en el medio marino, excepto una porción menor que pueden ser ingeridos por los organismos que habitan en él (MARTÍNEZ, 2002).

Los ríos y demás drenajes terrestres proporcionan la mayor fuente de materiales biogénicos (N, P, Si) para los ecosistemas marinos costeros,

sosteniendo a gran escala la productividad primaria de las regiones costeras. En las últimas décadas, las perturbaciones antropogénicas debido a la agricultura, efluentes domésticos e industriales y otras actividades desarrolladas en la zona costera han incrementado los aportes de nutrientes a estos ambientes, obteniéndose como resultado la eutrofización de muchos cuerpos de aguas de las áreas marino-costeras (SMITH Y HICHCOCK, 1994; REGNIER Y STEEFEL, 1999).

Entre los sistemas que integran ambientes terrestres y acuáticos destaca de manera particular la zona costera, la cual puede definirse como un área donde tienen lugar interacciones entre procesos marinos, atmosféricos, terrestres, fluviales, subterráneos y antrópicos, lo cual le ha conferido no sólo riqueza de paisaje, sino que también estos procesos son responsables de que haya una alta diversidad y productividad biológica, haciendo de la zona costera un sitio atractivo para nuevos asentamientos humanos y desarrollo de actividades económicas (HERRERA ET AL., 2004; HERRERA Y BONE, 2011).

La zona costera corresponde a una banda de amplitud variable de interacción e intercambio entre el ecosistema marino y terrestre. En esta zona, es normal la inclusión de estuarios y cuencas hidrográficas asociadas. Los límites de la zona costera son variables y pueden estar basados en diversos criterios que van desde límites arbitrarios, unidades de relieve, límites naturales del espacio litoral, áreas de desembocaduras de influencia costera o por elementos físicos, artificiales o naturales de fácil identificación (MAGO, 2009).

Las zonas costeras son áreas donde la presión ambiental es alta, alrededor de dos tercios de la población mundial vive en ella, generando desechos de todo tipo y explotando sus recursos naturales; en ellas los procesos hidrodinámicos se desarrollan con mayor rapidez y sus

características hidroquímicas, geoquímicas, físicas y biológicas se encuentran afectadas por el aporte continental, precipitaciones, acción de los vientos, radiación solar y geomorfología de sus fondos, con alta variabilidad en el tipo de sedimento y en los procesos de transporte y deposición de los mismos. Las zonas costeras se encuentran frecuentemente impactadas por muchas actividades tales como la pesca, recreación, asentamientos humanos, industria y deposición de aguas servidas, además de la influencia de los ríos descargados en ellas (ARTIOLI, 2005; MEDINA, 2006).

En la legislación venezolana, según el Decreto de Ley Zona Costera 1468 (2001), la zona costera ha sido definida como: La unidad geográfica de ancho variable, conformada por una franja terrestre, espacio acuático adyacente y sus recursos, en la cual se interrelacionan diversos ecosistemas, procesos y usos presentes en el espacio continental insular. Uno de los usos más importantes y sensibles es el uso directo o indirecto (ríos) de las aguas marinas costeras, como receptor final de desechos líquidos, sólidos y gaseosos, asumiendo que la capacidad asimilativa (auto depuración) de las aguas costeras es ilimitada. Las aguas costeras constituyen aproximadamente el 10 % del agua marina y aporta el 90 % de la productividad primaria, por lo que es tremendamente importante mantener sus características y compatibilidad con los usos de pesca, acuicultura, transporte marítimo, recreación, etc.

Esta tendencia al deterioro ambiental no es exclusiva de un solo país, es una tendencia global, por lo que se está tratando de revertir teniendo como marco de referencia los conceptos generales del manejo integral de la zona costera con un enfoque de desarrollo de largo plazo, en el que a través de una serie de herramientas de captura, análisis e integración de información económica, social y ambiental se puedan ofrecer lineamientos

que orienten el desarrollo sustentable de las costas a nivel mundial (HERRERA ET. AL., 2004; GAMPSON ET AL., 2014).

Como la mayoría de los ríos del mundo que cruzan centros poblados, el Manzanares se ve afectado por las diferentes actividades antropogénicas desarrolladas en sus cercanías: desarrollos urbanos, industriales, agropecuarios y todas las consecuencias ambientales acarreadas por cada uno de ellos (SENIOR *et al*, 2003). Desde el municipio Montes, en Cumanacoa, el mencionado río recibe las descargas de desechos químicos del central azucarero y de las aguas domésticas de la región son vertidas al río Guasdua, afluente del Manzanares. Cerca de la desembocadura del curso principal del río, se reciben 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 ubicados a su alrededor una estación de servicios, un astillero naval, una planta de hielo que utiliza amoníaco para el proceso de refrigeración y una serie de comunidades de bajo nivel socio económico que podrían constituir una fuente potencial de incrementos de contaminantes hacia las aguas del río (SENIOR Y MARTÍNEZ, 2002).

En términos sanitarios los resultados de los cuales se disponen señalan al Río Manzanares como un curso de agua de alto riesgo. Peligro extendido a las costas cumanas, quienes acogen sus descargas. Considerando los múltiples usos de las aguas del río Manzanares, su situación actual amerita su declaración de no aptas para el uso turístico y recreacional (MÁRQUEZ, 2002; GUTIERREZ, 2004; MEDINA, 2006).

En conclusión, los océanos y ríos del planeta reciben contaminantes de diversas fuentes y tipos, de los que en la actualidad no se conocen bien la cantidad, los procesos de transporte y las formas de interacción física entre ellos y el medio que los recibe. Ante esta situación es urgente la necesidad

de aplicar herramientas más efectivas para el control de la contaminación en ecosistemas costeros y cuencas hidrográficas en general, que faciliten la ubicación y descripción tanto de las fuentes puntuales como de las no puntuales de contaminación, con la finalidad de crear escenarios que permitan un control más efectivo de la entrada de desechos (potenciales contaminantes) a los cuerpos de agua y zonas costeras (NOAA, 2004).

Partiendo de lo ya planteado, es de suponer que, el río Manzanares aporta a la zona costera adyacente una carga de material en suspensión, metales pesados y nutrientes, tanto por su desembocadura natural, como por su aliviadero, que afecta directamente la zona costera adyacente; siendo modificadas estas descargas por los dos periodos climáticos.

Con la finalidad de corroborar esta hipótesis, se planteó el siguiente objetivo:

- Analizar la interacción estacional entre el río y la zona costera a través de la estimación de cargas máxicas de material suspendido, nutrientes y algunos metales.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los ríos constituyen la principal fuente de contaminación hacia el ambiente marino, la distribución y comportamiento de estos contaminantes va a depender de los aportes fluviales, la atmósfera y los procesos estuarinos, procesos físico-químicos tales como adsorción/desorción de las partículas en suspensión y los procesos biológicos como la asimilación y regeneración. Las concentraciones de contaminantes disueltos en los ríos tienen una alta variabilidad relacionada con las actividades antropogénicas, por lo cual, sus niveles son más elevados en aquellas zonas vecinas a las áreas urbanizadas e industrializadas (GUTIERREZ, 2004; ARTIOLI, 2005), razón por la que la concentración de contaminantes se incrementa en las áreas costeras bajo la influencia de los ríos.

Los ríos tienen la particularidad de concentrar los contaminantes de las cuencas superiores y trasladarlos a las inferiores, donde precisamente existen ecosistemas altamente sensibles para la reproducción de especies tanto de agua dulce como salada, como son los estuarios (KRAEMER et al, 2007). Básicamente se produce alteración de las funciones ecológicas, reducción de la diversidad biológica, daño a los hábitats acuáticos y contaminación de los cauces bajos, en los ecosistemas marinos y efectos en la salud humana (ESCOBAR, 2002).

Los sistemas de aguas transicionales (estuarinos) son los principales abastecedores de nutrientes y otras sustancias (potencialmente contaminantes) para la región costera, reciben y concentran el material originado en su cuenca de drenaje, y pueden también recibir aportes directos significativos por acción antropogénica. Todo ese aporte de nutrientes (materia prima imprescindible para la producción primaria), coloca a los estuarios entre los sistemas más productivos del mundo, con altas tasas de

producción primaria y de biomasa autotrófica y heterotrófica (BRAGA 2000). En función del aumento de la densidad de población humana en la zona costera, los estuarios pueden sufrir varios impactos con la entrada de efluentes domésticos, industriales o agrícolas. La geomorfología de estas áreas asociadas con los regímenes de marea y de la descarga fluvial genera patrones de circulación distintos para cada estuario, pudiendo estos actuar como filtros o como exportadores de materia (orgánica e inorgánica) para la zona costera adyacente (NORIEGA, 2009; KUMAR, 2014).

En ausencia de las zonas estuarinas o de transición, los contaminantes y otras sustancias generados en el continente serán transportados directamente a los ecosistemas marinos. Algunos procesos físicos, químicos y biológicos presentes en aguas dulces y estuarinas sirven como reguladores de la biodisponibilidad de contaminantes y otras sustancias hacia la zona costera; estas áreas de transición pueden cumplir el doble rol de “sumidero” y “fuente” de contaminantes al mismo tiempo, en ellos se desarrollan procesos biogeoquímicos que permiten este doble rol (REDDY Y DELAUNE, 2008)

Como **sumidero**, porque los contaminantes son transformados a formas biológicamente disponibles dentro del sistema. Por ejemplo, en estas zonas se puede convertir nitrato a nitrógeno (N_2) gaseoso, a través de una reacción biológica llamada desnitrificación. Como **fuente**, los contaminantes son transportados desde un ecosistema a otro, por ejemplo, las aguas del río sirven como fuente de sólidos suspendidos, nutrientes y otros contaminantes para las zonas estuarinas y estas a su vez los transfieren, a las zonas costeras adyacentes. Estos sistemas también cumplen el rol de **transformadores**, los contaminantes provenientes del continente pueden ser transformados y desprendidos como compuestos complejos diferentes hacia las aguas corrientes abajo (estuario y zona costera). Como las zonas estuarinas o de transición reciben además aguas de escorrentía de toda la

cuenca, los cambios observados en ellas son utilizados como indicadores de la salud de todo el ecosistema. Esta diversidad de funciones de las zonas estuarinas generan un impacto significativo en la calidad de las aguas y la productividad de los ecosistemas marino costeros (Fig. 1) (MORTH, 2007; REDDY Y DELAUNE, 2008; LIU, 2014).

Por otro lado, el panorama de la contaminación hídrica en América Latina y el Caribe está dominado por las descargas municipales de origen doméstico e industrial, seguido de las mineras. Ellas constituyen una mezcla muy variada de sustancias y compuestos representando entre el 90–95% de la contaminación hacia las áreas costeras y se estima que apenas el 2% de las descargas reciben tratamiento (ESCOBAR, 2002).

Durante años la ausencia de actuaciones en materia de saneamiento de aguas residuales ha provocado una importante pérdida de calidad ambiental en los diferentes ríos venezolanos. Uno de los más afectados es el río Manzanares, el cual constituye un cuerpo de agua de vital importancia para la región sur-occidental del Estado Sucre, y en especial para los centros poblados ubicados en sus márgenes, en los cuales se desarrollan diferentes actividades agropecuarias, industriales, de esparcimiento y vivienda. Muchas de estas poblaciones aprovechan sus aguas para las labores domésticas diarias, situación incrementada considerablemente en los últimos años (MEDINA, 2006).

FERTILIZANTES, DESECHOS DE ANIMALES.

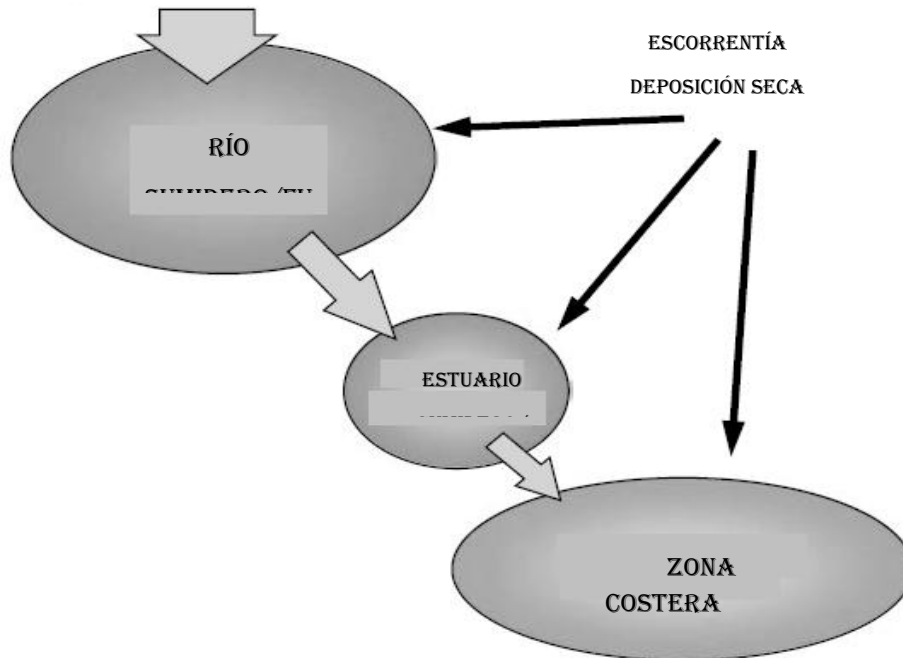


Figura 1. Relación entre el río, zona estuarina y zona costera (Tomado de REDDY Y DELAUNE, 2008)

Desde una perspectiva científica, el adecuado manejo de los ecosistemas marino costeros o cuencas hidrográficas en general, su protección, conservación o restauración de las condiciones ambientales, descansa en el entendimiento de los procesos que las modulan (PALMA ET AL., 2013).

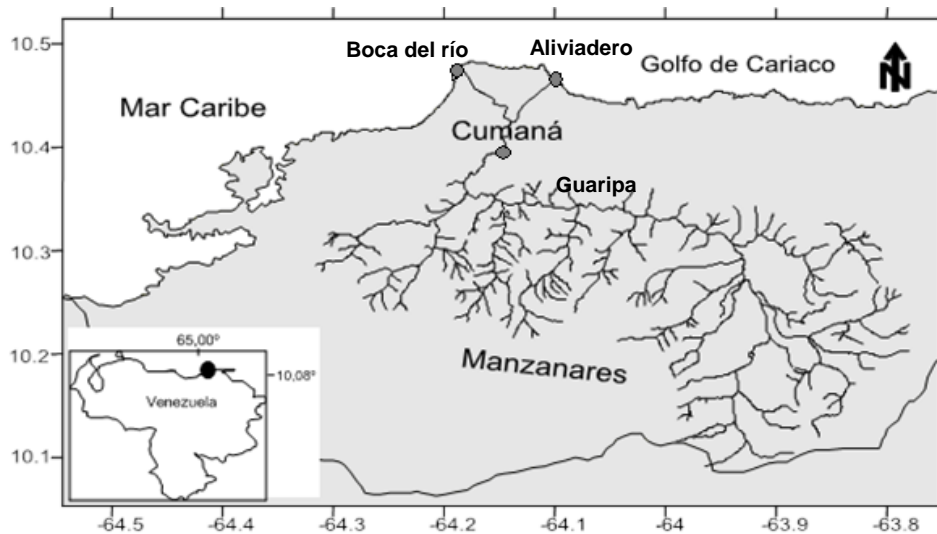
Son muchos los compuestos que son arrastrados por los ríos hacia las zonas costeras, pero para efecto de este documento, nos enfocaremos en tres variables que ocasionan gran impacto en las condiciones de calidad ambiental de las zonas marinas costeras. Estas tres variables son: Sólidos suspendidos (Sedimentos), Nutrientes (Nitrógeno, Fósforo) y Metales pesados.

METODOLOGÍA

Tradicionalmente las evaluaciones de calidad de ríos se han basado en el análisis descriptivo de puntos discretos, sin tomar en cuenta la variación temporal y espacial, y menos aún la cuantificación de los flujos de carga. Para realizar una efectiva evaluación de los sistemas fluviales es necesario aplicar una metodología novedosa, la cual consiste en un recorrido integral del río, llevando a cabo un análisis espacial continuo, permitiendo tramificar el río y recabar información relevante sobre los indicadores de estado ecológico (COMISARÍA DE AGUAS, 2002; MEDINA, 2006).

El estado ecológico de un río se define estableciendo tres grupos de indicadores: Hidromorfológicos, los cuales incluyen el régimen hidrológico (caudales e hidrodinámica de flujo), continuidad del río y las condiciones morfológicas (profundidad, anchura, estructura y sustrato del lecho). Para realizar las mediciones de caudales e hidrodinámica de flujo se deben poner en práctica los procesos de aforos, los cuales tienen por finalidad conocer el caudal de explotación y las características hidráulicas de los acuíferos (PINEDA, 2003, MEDINA, 2006).

Para estimar la interacción estacional del río con su zona costera adyacente, se utilizará la información sobre caudales y carga másica existente para el río Manzanares, aportadas por los proyectos: Diagnóstico Ambiental y Participación Comunitaria para el Control de la Contaminación del Río Manzanares, Estado Sucre, Venezuela, Integrated Watershed Management Plan for the Rio Manzanares, Sucre State, Venezuela y por el MARN (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, seccional Sucre, actualmente, Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, MPPA). En las estaciones Guaripa, Boca de río y Aliviadero (Fig. 2)



Estación	Long (grad)	Lat. (grad)
Guaripa	64,1483	10,3544
Boca de río	64,1855	10,4697
Aliviadero	64,0844	10,4269

Figura 2. Ubicación de las estaciones de aforo estudiadas en la cuenca del río Manzanares

Las cargas máscas de material en suspensión, nutrientes y metales se estimaron partiendo de la ecuación:

$$Q = C \times CE \quad (1)$$

Dónde:

Q = descarga del río

C = caudal

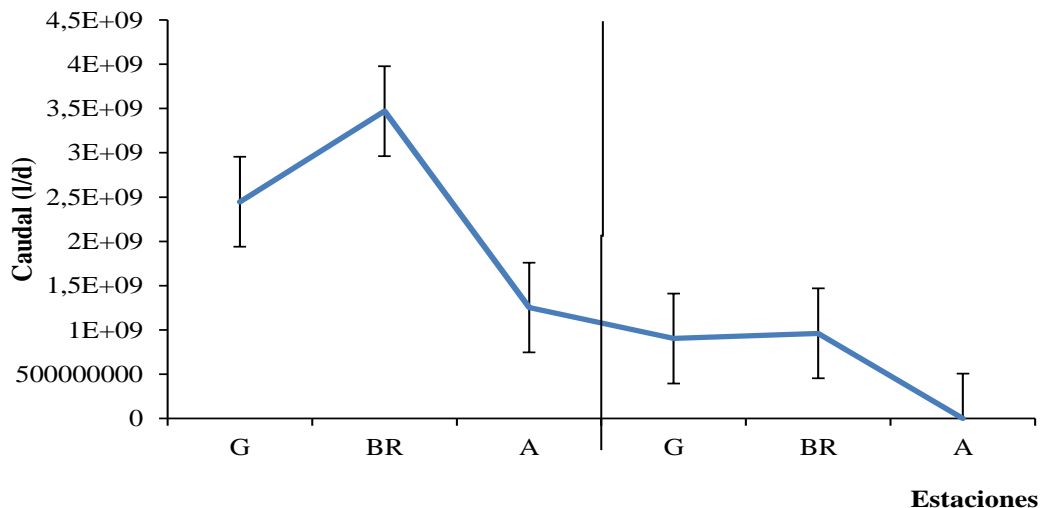
CE = concentración del elemento

La tasa de erosión fue estimada a partir del cálculo de carga máscas de material en suspensión (MES), en toneladas por año (ton/año), divide entre el área total de la cuenca hidrográfica, se expresa en toneladas por kilómetro cuadrado por año (ton/km²/año).

RESULTADOS

CAUDAL

Partiendo de los datos ya mencionados, la fig. 3, muestra los valores de caudal en las estaciones Guaripa (G), Boca del Río (BR) y Aliviadero (A), en época lluviosa y seca. Los mayores registros de caudal se observan durante el periodo lluvioso, en las estaciones Guaripa y boca del río, alcanzando un valor promedio máximo en esta última estación de $3,5 \times 10^9$ l/d. Para el periodo seco, el caudal disminuye considerablemente, manteniendo su máxima descarga en la boca del río con un valor promedio de 1×10^9 l/d, es importante destacar, durante el periodo seco, no hay descarga de agua a



través del Aliviadero hacia el mar adyacente.

Figura 3. Caudal promedio estimado en tres estaciones del río Manzanares. G: Guaripa, BR: Boca del Río y A: Aliviadero.

MATERIAL EN SUSPENSIÓN (MES)

A escala mundial muchos residuos son generados a grandes distancias de la costa y son transportados por los ríos y escorrentías, convirtiéndose en las principales vías de entrada de material suspendido y contaminantes a las zonas costeras, y pueden ocasionar cambios en el litoral (sedimentos) y en los ecosistemas (nutrientes y elementos tóxicos) debido al impacto de las actividades humanas generadas en la parte alta de las zonas hidrográficas (ESCOBAR, 2002; RESTREPO et al, 2005; RESTREPO , 2006, REDCAM, 2013).

La descarga de material suspendido (Fig. 4), presenta sus máximos valores durante el periodo lluvioso, coincidiendo con los máximos caudales, manteniendo las descargas máximas a través de la boca del río (BR), tanto en lluvia como en sequía, para los tres años. Registrándose un máximo de descarga en el año 2005, de 395559,94 kg/d de material suspendido, descargado por la boca del río. Durante el periodo seco disminuye la descarga de material suspendido, hasta un máximo de 15770,76 kg/d, a través de la boca del río, por donde descarga el 100% de material suspendido durante este período.

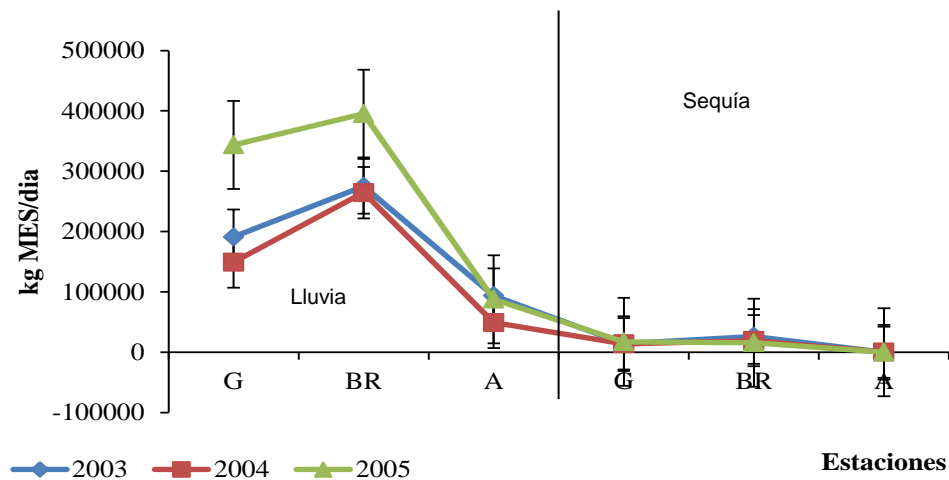


Figura 4. Descarga promedio estimada de material en suspensión (MES) en tres estaciones del río Manzanares. G: Guaripa, BR: Boca del Río y A: Aliviadero.

METALES

En forma natural, los metales provienen de la erosión y lixiviación de las rocas madres, los cuales son transportados por los ríos y/o la atmósfera (NOVOTNY, 1995). Al introducirse en el ambiente acuático establecen un equilibrio geoquímico debido a su reactividad, solubilidad, dispersión y dilución; procesos que los mantienen en concentraciones características en función de la entrada a las diferentes matrices (AHUMADA Y CONTRERAS, 1999; RODRÍGUEZ, 2007; CÁNOVAS, 2008).

La figura 5, muestra las descargas de los metales cadmio (Cd), plomo (Pb), cromo (Cr) y cobre (Cu), durante los tres años estudiados y los dos periodos climáticos. El Cd, presenta sus mayores descargas en los años 2003 y 2004, a través de la boca del río (BR), alcanzando un valor máximo de 86,02 kg/d, en el periodo lluvioso del año 2003. El Pb, alcanzó su máxima descarga de 18,84 kg/d, durante el periodo lluvioso del año 2003, a través de estación Aliviadero.

El Cr, presentó su mayor descarga, 61,76 kg/d, en el periodo lluvioso del año 2005, a través de la boca del río. Y el Cu, por su parte, al igual que el Cr, presenta su máxima descarga durante el periodo lluvioso del año 2005, en la estación boca del río 30,36 kg/d.

Para el periodo de sequía, disminuyen las descargas, junto con el caudal, sin embargo, se siguen descargando por la boca del río hasta 14 kg/d de Cd, 8 kg/d de Pb, 35 kg/d de Cr y 6 kg de Cu, en los años estudiados. Es importante acotar que durante el periodo seco, por la estación Aliviadero no hubo descarga hacia el mar adyacente.

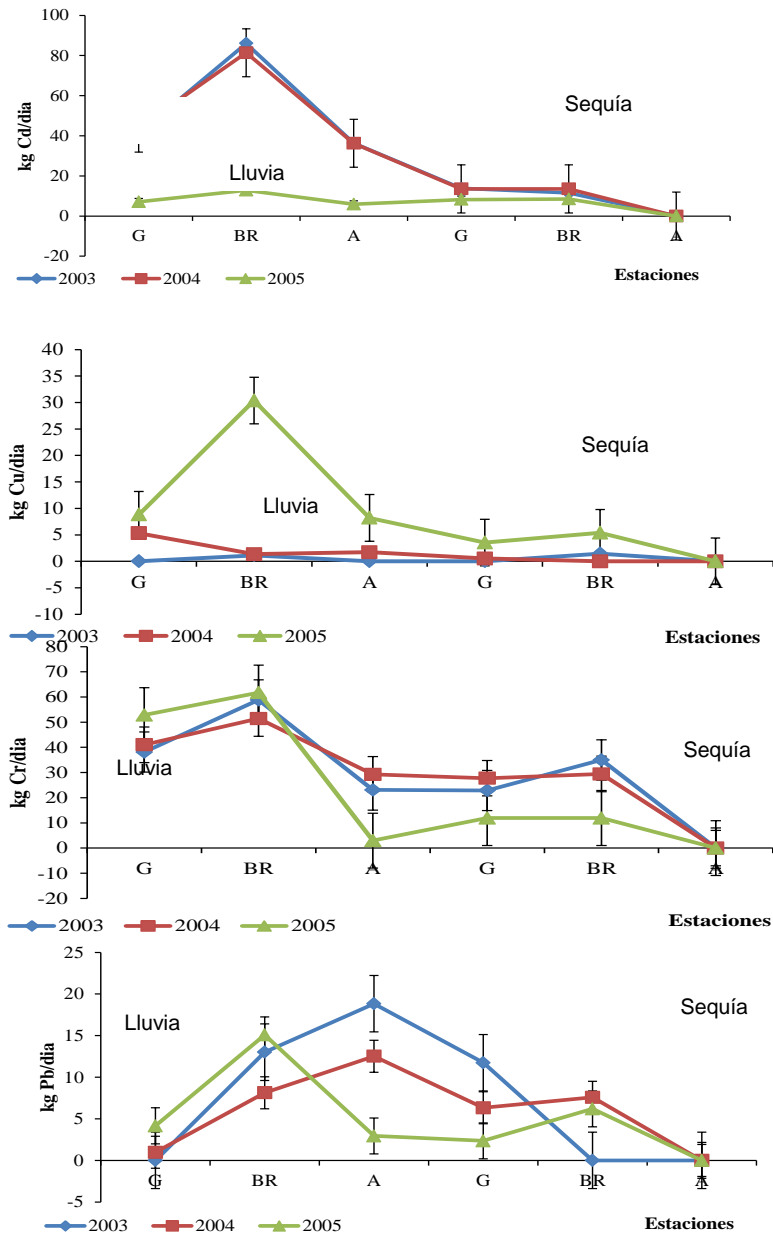


Figura 5. Descarga promedio estimada de los metales Cadmio (Cd), Plomo (Pb), Cromo (Cr) y Cobre (Cu) en tres estaciones del río Manzanares. G: Guaripa, BR: Boca del Río y A: Aliviadero

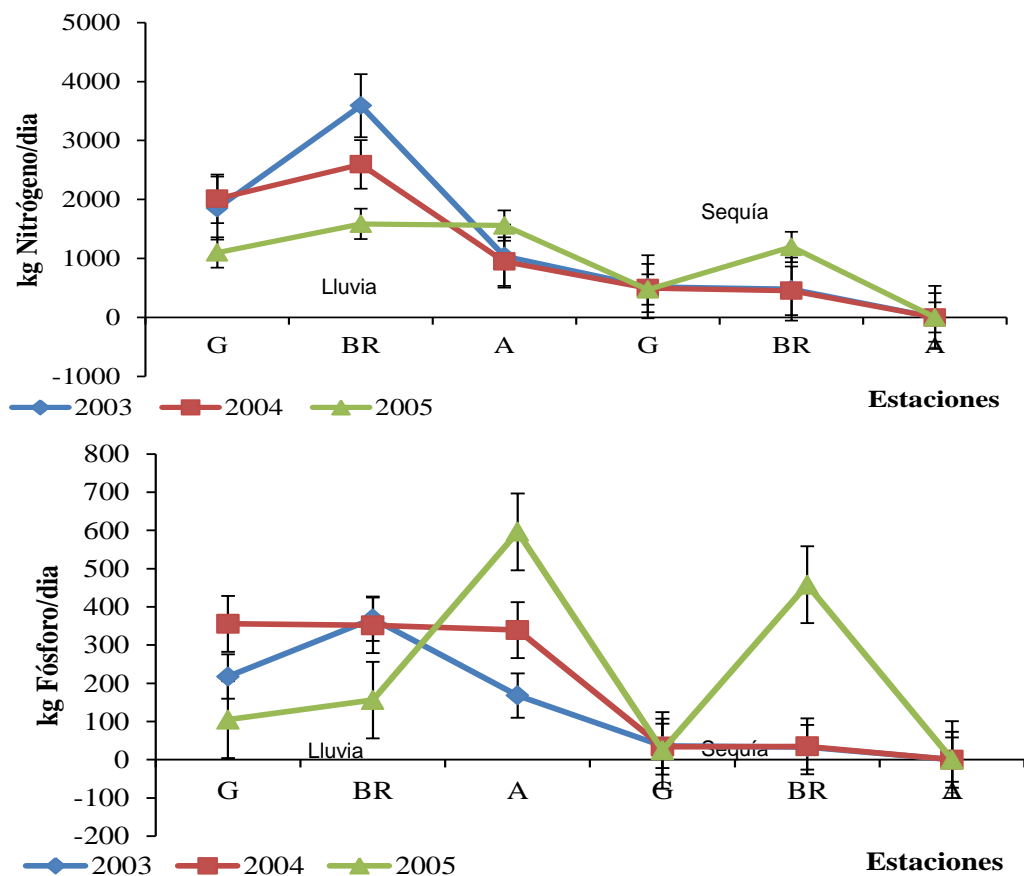
NUTRIENTES

La fuente original de nitrógeno y fósforo de los ríos y estuarios, en general, proviene de la intemperización de la roca y del lixiviado de los suelos terrestres y transportados por los ríos. Desde la cabecera del río hasta la desembocadura o comunicación marina se suceden una serie de reacciones fisicoquímicas, las cuales tienden a disminuir la concentración progresivamente, dependiendo de los cambios graduales de la salinidad, se relacionan directamente con los silicatos, fosfatos y sales de nitrógeno, en ese orden de prioridad, absorbiendo el sedimento la fracción retirada del agua (CLOERN, 2001; ARANDA, 2004; GUTIÉRREZ, 2004).

La figura 6, muestra las descargas de nitrógeno y fósforo total, en tres estaciones del río Manzanares, en los dos periodos climáticos entre los años 2003 y 2005, las máximas descargas se registraron en el periodo lluvioso, coincidiendo con los máximos caudales. El nitrógeno total, presenta una descarga máxima de 3591,30 kg/d, durante el periodo lluvioso del año 2003, a través de la boca del río, en los años 2004 y 2005, las máximas descargas también fueron por esta estación. Durante el periodo de sequía, las descargas disminuyen, sin embargo, se registra una descarga máxima en el año 2005, a través de la boca del río, de 1195, 84 kg/d, aun cuando en la estación Guaripa, aguas arriba, la descarga es de 472,36 kg/d, lo que parece indicar la existencia de una fuente de nitrógeno en la cuenca baja fuente de una cantidad importante de este elemento a las aguas del río Manzanares, el cual es transportado en su totalidad a la boca del río, ya que por el aliviadero, no existe descarga durante el periodo seco.

El fósforo total, también presenta sus máximas descargas durante el periodo lluvioso en la estación Aliviadero, con una descarga máxima en el año 2005 de 596,36 kg/d, en el periodo lluvioso de los años anteriores 2003 y

2004, las máximas descargas fueron a través de la boca del río. Durante el periodo seco, disminuyen las descargas, junto con el caudal, sin embargo, al igual que con el nitrógeno, en el año 2005, se registra un valor importante a través de la boca del río, 457,89 kg/d, aun cuando en la estación Guaripa, la descarga estimada de este nutriente fue de 24,32 kg/d, lo que es indicio de la



presencia de una fuente que aporta fósforo a las aguas del río en esta zona de la cuenca.

Figura 6. Descarga promedio estimada de nitrógeno y fósforo total en tres estaciones del río Manzanares. G: Guaripa, BR: Boca del Río y A: Aliviadero.

DISCUSIÓN

Cualquier acción realizada en un sector de una cuenca hidrográfica repercute indefectiblemente aguas abajo de la misma, una alteración en la utilización del territorio en el área de cabecera tarde o temprano se hará sentir en la desembocadura. Son precisamente estas alteraciones en el uso del suelo, descargas de aguas servidas, entre otras, las responsables, del aumento de los problemas de contaminación.

Tradicionalmente las evaluaciones de calidad de ríos se han basado en el análisis descriptivo de puntos discretos, sin tomar en cuenta la variación temporal y espacial, y menos aún la cuantificación de los flujos de carga, la importancia de los ensayos de conocer estos flujos radica en que a través de ellos se puede determinar la disponibilidad y la calidad del agua, las características y eficiencia de funcionamiento de los elementos del cuerpo hídrico y la utilidad y eficiencia del agua extraída, entre otros atributos hidrogeológicos (MEDINA, 2006; MEDINA , 2013).

CAUDAL

Los mayores valores de descarga se observan en la época lluviosa, en las tres estaciones muestreadas, así mismo, la estación boca del río (BR), registra las mayores descargas tanto en lluvia como en sequía.

El comportamiento temporal del caudal del río Manzanares 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 (MEDINA, 2013). Al respecto, MÁRQUEZ et al. (2002) haciendo referencia a registros históricos (1982-1990) de precipitación y caudales del río Manzanares, también 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 quienes determinan la magnitud del caudal del río. Además, reportan un flujo de agua en el año 1992 de 731.000.000 m³/año.

La variación espacial del caudal fue el típico para estos sistemas fluviales en los cuales se observa un incremento desde la zona alta hacia la zona baja (SYVISTSKY & MOREHEAD 1997). La estación Guaripa presentó caudales menores que la boca del río, lo que indica que existen aportes puntuales en la cuenca baja, que afectan el tramo que culmina en la desembocadura natural. El caudal se incrementa a lo largo del río por el aumento en el ancho y la profundidad del cauce, además de los afluentes domésticos que llegan al río sin tratamiento previo (SENIOR et al, 2003; MEDINA, et al. 2013).

Investigaciones de la década de los 70s, señalan que los valores del caudal del río disminuyeron aproximadamente a 14,70 m³/s (1,4x10⁸ l/d), equivalente a un drenaje anual máximo de 464x10⁶ m³. Esta situación fue aclarada por AGUILERA Y ROJAS (1976), quienes señalaron que en el año 1972, el caudal del río fue 11,75 m³/s (1,1x10⁸ l/d), debido a una disminución de las precipitaciones. Sin embargo, en las décadas siguientes (1980-1991) de acuerdo con los datos del MARN, las aguas del río registraron los mayores caudales con valores entre 21,99 y 34,05 m³/s (2x10⁹ y 3x10⁹ l/d) con un promedio de 23,17 m³/s (2001888000 l/d) y un drenaje anual de 731x10⁶ m³ (GUTIÉRREZ, 2004).

El caudal máximo registrado, en época de lluvia, descargado por la boca del río, supera los tres mil millones de litros diarios, lo que evidencia un aumento, como viene siendo señalado por otros investigadores. Sin embargo, a pesar de que aparentemente se ha producido un incremento en el caudal del río, existe preocupación, por el constante manejo inadecuado de este importante cuerpo fluvial. Produciéndose descargas indiscriminadas

en la cuenca alta, quienes contribuyen al incremento del deterioro de la calidad de las aguas del río Manzanares (MÁRQUEZ et al, 2002; GUTIERREZ, 2004; MEDINA, 2013).

MATERIAL EN SUSPENSIÓN (MES)

El tipo y cantidad de materia en suspensión en las aguas superficiales depende de la geología, orografía, vegetación, caudal y la pendiente, quien puede influir en el desmoronamiento de los materiales del cauce y la superficie de drenaje del río. También, la descarga de las aguas residuales con saneamientos incompletos influye en gran medida en el contenido de la materia en suspensión (DEKOV , 1998; MORTATTI , 2004; ROMERO, 2006).

Las descargas de material suspendido por el río Manzanares, señalan un comportamiento regido por los dos periodos climáticos, presentándose las mayores descargas en el periodo lluvioso, a través de la estación boca del río, coincidiendo con los máximos caudales; esto podría estar relacionado con los aportes de las actividades de deforestación por incremento de la tala y quema indiscriminadas y lavado de suelos; permitiendo durante este período el río arrastre una alta y significativa carga sedimentaria, esto ha sido señalado también por otros autores (AGUILERA, 1985; MÁRQUEZ *et al*, 2000; ROMERO, 2006). Durante el periodo seco, la descarga de MES disminuye al igual que el caudal, manteniéndose la máxima descarga a través de la boca del río, por donde se descarga el 100% del material suspendido durante este periodo climático. En las zonas bajas de los ríos hay un alto aporte de material de grano fino y sedimentos desde aguas arriba, lo cual causa turbidez, reduciendo el aporte de energía solar (MENÉNDEZ, 2010).

La tasa de erosión del río Manzanares está estimada entre 3,48 y 87,40 ton/km²/año, en comparación con lo estimado para los grandes ríos de la región, como el Amazonas (167 ton/km²/año), el Orinoco (158 ton/km²/año), el Paraná (43 ton/km²/año), el São Francisco (10 ton/km²/año) y el Magdalena (690 ton/km²/año) siendo esta última la más altas del continente; viene a ser un valor de erosión importante, indicativo de condiciones y actividades que están favoreciendo la erosión. Condiciones naturales como el relieve, áreas montañosas con altas pendientes y la capacidad de transporte de los ríos por los moderados y altos caudales, aunado a actividades de deforestación, agricultura, extracción de arena, modificación del uso de los suelos para urbanismos mal planificados, entre otros, están favoreciendo la alta tasa de erosión del río Manzanares y con ello aumentan los riesgos de inundación y derrumbes (PALANQUES & GUILLEN, 1992; ROMERO, 2006; RESTREPO, 2013).

METALES

El destino de los metales pesados en el ambiente acuático es de extrema importancia debido a su impacto en el ecosistema; estos pueden dar lugar a fenómenos de toxicidad, aun estando en concentraciones muy bajas, afectando el desarrollo y vida de los organismos y magnificándose a través de la cadena alimentaria. Generalmente, en el agua los metales permanecen durante períodos de tiempo no muy extensos (COSMA, 1982; RAMESH, 1990).

La descarga de metales pesados por el río Manzanares, como los caudales, presenta sus máximas descargas en periodo de lluvia, y sus mínimas descargas en el periodo seco. El Cd, es el metal que presenta la mayor descarga en lluvia, a través de la boca del río, con valores muy similares entre 2003 y 2004, para 2005, sin embargo su descarga disminuye

en comparación con los otros dos años. El Pb presenta las menores descargas y un comportamiento muy heterogéneo en los tres años estudiados, sus máximas descargas durante el periodo lluvioso, a través de la estación Alividero, sugieren una fuente puntual de aportes de este metal en el tramo final de la desembocadura del Aliviadero, siendo que los máximos caudales descargan a través de la desembocadura natural o boca del río.

El Cr y el Cu, al igual que el Cd, presentan sus máximas descargas asociadas a los máximos caudales, periodo de lluvia, en la estación boca del río, con descargas muy similares de Cr en los tres años estudiados, y un aumento en las descargas de Cu entre los años 2003 al 2005. Es importante señalar, en la época de sequía con la disminución del caudal, también disminuyen las descargas de los metales, sin embargo, se mantiene una descarga a través de la boca del río, con valores superiores a los registrados en la estación Guaripa, sugiriendo esto la existencia de fuentes de ingreso de metales que afectan directamente al tramo final de la desembocadura natural del río.

En la literatura revisada, no se encontró información sobre las descargas de metales por el río Manzanares hacia la zona costera, sin embargo la presencia de metales, principalmente en la cuenca baja y pluma del río, si ha sido bien documentada por varios investigadores, quienes han puesto atención en el comportamiento de los metales pesados, y han señalado concentraciones totales de Cd y Pb altas, de origen antropogénico, las cuales pueden afectar a los organismos de este ecosistema, y se ha establecido una relación directa entre la concentración de los metales pesados, el volumen de agua descargado por el río y su material en suspensión (LEÓN, 1997; MÁRQUEZ *et al*, 2000).

La distribución de algunos metales pesados en el material en suspensión de las aguas del río Manzanares, indica que los metales en su

mayoría se encuentran contenidos en las partículas suspendidas (MÁRQUEZ *et al*, 2000). Los flujos de metales pesados desde el río Manzanares hacia la región costera bajo su influencia se incrementan durante el período de lluvia, lo que indica que dichos elementos están principalmente asociados al material en suspensión y en consecuencia con el gasto del río. Los aportes de metales pesados a la zona son continuos, pero son mejor detectados durante el período de sequía cuando el gasto del río es menor, dando lugar a un mayor tiempo de residencia de las aguas. Dichos aportes pueden provenir de los procesos geoquímicos (meteorización, diagénesis, desorción, intercambio iónico, entre otros) y antropogénicos (MARTÍNEZ Y SENIOR, 2001).

El material en suspensión del río Manzanares, presenta una alta proporción de metales que pueden estar adsorbidos como carbonatos, los cuales pueden estar biodisponibles debido a que pueden ser liberados muy fácilmente de las partículas en suspensión por los organismos superiores y por las bacterias. El Cd y el Cu pueden ser muy tóxicos para los organismos vivos, y su presencia en el ecosistema es debida a las actividades humanas desarrolladas en la región. Por otra parte, el Cr está mayormente asociado a los minerales de arcilla (aluminosilicatos), los cuales revelan un origen litogénico (CASTELLAR, 2006; ROMERO, 2006). El incremento de las descargas de metales a través de la boca del río, durante el periodo seco, puede ser consecuencia de los aportes relacionados con las actividades industriales y urbanas desarrolladas en la cuenca baja y pluma del río Manzanares.

NUTRIENTES

La escorrentía de las tierras agrícolas, las actividades de engorde de animales, áreas urbanas, el vertido de aguas residuales, la precipitación atmosférica de compuestos liberados durante la ignición de combustibles fósiles, son actividades que añaden nutrientes al agua dulce antes de alcanzar el medio marino (VALIELA, 1992; NRC, 2000).

El nitrógeno y fósforo total, descargado por el río Manzanares, presentan un comportamiento regido por los periodos climáticos, con sus máximas descargas durante el periodo lluvioso, en el caso del nitrógeno total, sus máximas descargas en los tres años estudiados se presentan a través de la boca del río. El fósforo total, por su parte, presenta en los años 2003 y 2004, sus máximas descargas a través de la boca del río; pero en el año 2005 su máxima descarga fue observada a través del Aliviadero. Durante el periodo seco, disminuyen las descargas de ambas variables, observándose, como con las variables discutidas anteriormente, se mantiene una pequeña descarga a través de la boca del río y esta descarga es mayor a la de la estación aguas arriba (Guaripa), indicando una posible fuente puntual de ingreso de fósforo y nitrógeno a las aguas del río Manzanares, afectando específicamente el tramo final de la desembocadura natural, mereciendo especial mención la descarga de fósforo total, durante el periodo seco, quien presentó un valor similar a la descarga durante el periodo de lluvias, para el mismo año.

La descarga de nutrientes del río Manzanares al 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.

La distribución en el entorno hidrológico aguas abajo de los restos de insumos aplicados en los terrenos agrícolas, puede ocurrir mediante descargas intermitentes o con el escurrimiento superficial debido a eventos meteorológicos, proceso conocido como contaminación por fuentes no puntuales, también llamada contaminación difusa o no localizada (LOEHR, 2012), la cual genera problemas ambientales como la eutrofización de las

aguas superficiales (HOWARTH et al, 2000). Los nutrientes procedentes de los fertilizantes o de los residuos no utilizados por las plantas pueden fugarse de los sistemas agrícolas hacia las aguas subterráneas o hacia las aguas superficiales (GUTIÉRREZ, 2004).

La descarga máxima de nitrógeno total se registra en el año 2003, con 1310,83 ton/año (0,79 ton/km²/año), a través de la boca del río en el periodo lluvioso y para el fósforo total la descarga máxima fue registrada en el año 2005, a través de la estación Aliviadero, 217,67 ton/año (0,13 ton/km²/año).

Estos valores máximos de descarga, en comparación con los registrados para los ríos tributarios del lago de Maracaibo, pueden considerarse bajos, uno solo de ese subsistema puede descargar 3,2 ton/km²/año de nitrógeno total (Río Santa Ana) y 1,45 ton/km²/año de fósforo total (Río Catatumbo), Los ríos afluentes al Lago de Maracaibo drenan nutrientes cuyo origen puede estar en fuentes puntuales (explotación agrícola y pecuaria, zonas boscosas, pantanosas y sin uso) o no puntuales (descargas domésticas, industriales), la perturbación de la vegetación y suelos por la agricultura lleva a una mayor pérdida de nitrógeno que de fósforo, principalmente debido a que este último es fijado a los suelos por reacciones químicas, siendo los compuestos nitrogenados relativamente solubles y de fácil movilización (RIVAS, 2009).

Generalmente, la entrada de nutrientes provenientes de las descargas de los ríos es descartada en las regiones costeras influenciadas por procesos de surgencia, como es el caso del Golfo de Cariaco, estas contribuciones se asumen pequeñas comparadas con las de la surgencia y otras fuentes de mezclas verticales. Sin embargo, no se debe menospreciar el efecto de esta descarga, la cual puede afectar de manera significativa los procesos biogeoquímicos y la productividad primaria (WARRICK, 2005; MEDINA, 2013).

CONCLUSIONES

- El caudal del río manzanares es dependiente de los periodos climáticos, el mismo ha aumentado con el tiempo y su mayor descarga es por la boca natural del río.
- Las cargas máxicas de las variables estudiadas son dependientes del caudal y por tanto de los periodos climáticos.
- El transporte hacia la zona costera de MES, metales y nutrientes depende de dos factores, por un lado las condiciones naturales de la hoya hidrográfica y por otro, de las actividades humanas de deforestación, extracción de minerales y vertido de aguas de desecho, entre otros, que favorecen los procesos de erosión.
- La alta tasa de erosión del río Manzanares, conlleva a aumentar los riesgos de inundación y derrumbes para las poblaciones aledañas al río.

BIBLIOGRAFIA

- AGUILERA, L. & J. ROJAS. 1976. La Ictiofauna del complejo hidrográfico del río Manzanares; Edo Sucre, Venezuela. *Lagena* 37 - 38: 25 – 35
- AGUILERA, L., L. LASTRA, R. BETANCOURT & M. AMUNDARAIN. 1985. *Rescate del Manzanares*. Informe preliminar de la comisión nombrada por el consejo municipal del distrito Sucre, Estado Sucre, sobre la conservación, mejoramientos y defensa del río Manzanares, su cuenca y el área bajo su influencia. 46 pp.
- AHUMADA, R. & S. CONTRERAS. 1999. Contenido de metales (Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Sr, V y Zn) en sedimentos de los fiordos y canales adyacentes a Campos de Hielo Sur. *Cienc. Tecnol. Mar.*, 22: 47-58.
- ALVARADO, E. 1976. Algunas observaciones sobre la descarga de nitrógeno del Río Manzanares. Cumaná – Venezuela. Trabajo de grado para optar al título de Licenciatura en Química. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 23 pp.
- ARANDA, N. 2004. Eutrofización y calidad del agua de una zona costera tropical. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona, Departament d' Ecologia. Barcelona. 230 pp.
- ARTIOLI, Y., G. BENDORICCHIO & L. PALMERI. 2005. Defining and modelling the coastal zone affected by the Po river (Italy). *Ecological Modelling* 184: 55-68.
- BRAGA, E.; C. BONETTI; L. BURONE, & J. BONETTI FILHO. 2000. Eutrophication and Bacterial Pollution Caused by Industrial and Domestic Wastes at the Baixada Santista Estuarine System - Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 40: 2, 165-173.

- CASTELLAR, F. 2006. *Fraccionamiento geoquímico de metales pesados en el material en suspensión de la cuenca baja y pluma del río Manzanares, estado Sucre, Venezuela*. Trabajo de grado para optar al título de Licenciatura en Química. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 87 pp.
- CLOERN, J. 2001. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series*, 210: 223-253.
- COMISARÍA DE AGUAS. CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO. 2002. Estudio de la calidad ecológica integral de los tramos fluviales más importantes del Río Cinca. Informe síntesis del Río Isábena. Madrid, España. 68 pp.
- COSMA, B.; R. FRACHE; F. BAFFI & A. DADONE. 1982: Trace metals in sediments from Ligurian Coast. Italy. *Mar. Pollut. Bull.*, 43: 127-132.
- DEKOV, V., M. ARAUJO, F. VAN GRIEKEN & V. SUBRAMANIAN. 1998. Chemical composition of sediments, suspended matter from the Cauvery and Brahmaputra rivers (India). *The Science of the Total Environment*, 212: 89-115
- ESCOBAR, J. 2002. *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar*. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Naciones Unidas. CEPAL - SERIE Recursos naturales e infraestructura N° 50. 68p.
- GAMPSON E.; V. NARTEY; A. GOLOW & T. AKITI. 2014. Hydrochemical study of water collected at a section of the Lower Volta River (Akuse to Sogakope area), Ghana. *Appl Water Sci.* (2014) 4:129–143
- GUTIÉRREZ, A. 2004. Evolución fisicoquímica y microbiológica de las aguas superficiales de las cuencas alta, media y baja del río Manzanares, durante el período mayo 2002-junio 2003. Trabajo de Grado de MSc. en

Ciencias Marinas. Inst. Oceanograf. Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná.

- HERRERA, A. & D. BONE. 2011. Influence of riverine outputs on sandy beaches of Higuerote, central coast of Venezuela. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 39(1): 56-70.
- HERRERA-SILVEIRA, J. F. COMÍN-SEBASTIÁN & L. CAPURRO- FILOGRASSO. 2004. *Los Usos Y Abusos De La Zona Costera En La Península De Yucatán*. Pp. 387-396, in Rivera, A. E., Villalobos- Zapata, G., Rosado, M. F., y Azuz, A. I (Eds): *El Manejo Costero en México*. Universidad Autónoma De Campeche-SEMARNAT-CETYS Univ. Universidad de Quintana Roo.
- HOWARTH, R. W., ANDERSON, D. B., CLOERN, J. E., ELFRING, C., HOPKINSON, C. S., LAPOINTE, B. & WALKER, D. 2000. Nutrient pollution of coastal rivers, bays, and seas. *Issues in ecology*, (7): 1-16.
- JAIMES E.; J. MENDOZA; N. PINEDA & Y. RAMOS. 2007. *Sistematización de procesos para el análisis del deterioro agroecológico y ambiental en cuencas hidrográficas*. 32 (7): 436-443.
- KRAEMER, G. P., SELLBERG, M., GORDON, A., & MAIN, J. 2007. Eight-year record of *Hemigrapsus sanguineus* (Asian shore crab) invasion in western Long Island Sound estuary. *Northeastern Naturalist*, 14(2), 207-224.
- KUMAR R.; A. KUMAR; CH. KUMAR; P. TRIPATHI; G. SENTHI & A. RAMANATHAN. 2014. Geophysical approach to delineate arsenic hot spots in the alluvial aquifers of Bhagalpur district, Bihar (India) in the central Gangetic plains. *Appl Water Sci* (2014) 4:89–97.
- LEÓN, I.; W. SENIOR, & G. MARTÍNEZ. 1997. Comportamiento del hierro, cromo, cadmio y plomo total en las aguas superficiales del río

- Manzanares. Venezuela, durante el año 1994. *Carib. J. Sc.* 33 (1): 105-107.
- LIU, D.; D. ZHAO; X. LIANG & Q. WU. 2014. Research on evaluating water resource resilience based on projection pursuit classification model. *Appl Water Sci.* Publisher on line: may, 2014.
- Loehr, R. 2012. Pollution control for agriculture. Elsevier.
- MAGO, Y. 2009. Concentración de algunos metales pesados, Cu, Pb, Cr, Cd, Fe, Zn y Mn, en las aguas de la zona costera adyacente a la ciudad de Cumana. Trab. Grad. Biología. Universidad de Oriente. Cumaná. 112 pp.
- MÁRQUEZ, A., W. SENIOR, & G. MARTÍNEZ. 2000. Concentración y comportamiento de metales pesados en una zona estuarina de Venezuela. *Interciencia*, 25:284-291.
- MÁRQUEZ, A., W. SENIOR, G. MARTÍNEZ & J. CASTAÑEDA. 2002. Environmental conditions of the water of the Manzanares River, Cumaná-Sucre, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 41 (1 y 2): 15 - 24.
- MARTÍNEZ G. Y W. SENIOR. 2001. Especiación de metales pesados (Cd, Zn, Cu y Cr) en el material en suspensión de la pluma del río Manzanares, Venezuela. *Interciencia*, 26(2): 53-61.
- MARTÍNEZ, G. 2002. METALES PESADOS EN SEDIMENTOS SUPERFICIALES DEL GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA. *BOL. INST. OCEANOG. VENEZUELA. UNIV. ORIENTE*, 41 (1 Y 2): 83- 96.
- MEDINA, L. 2006. Variación espacio-temporal de la descarga fluvial del río Manzanares en la zona costera de la ciudad de Cumaná, durante el periodo diciembre 2004-noviembre 2005. Trabajo de Grado de

Licenciatura en Biología Marina. Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar. Universidad de Oriente. Boca de Río. 78 pp.

MEDINA, L., J. CASTAÑEDA, I. FERMÍN, G. PÉREZ & F. LÓPEZ. 2013. Variación espacio-temporal del caudal y el transporte de nutrientes en el río Manzanares. *Bol. Inst. Oceanog. Venezuela. Univ. Oriente*. 52 (2): 67-75.

MENÉNDEZ, A. 2010. Transporte de contaminantes en el medio acuático. Tesis de Maestría. Universidad Tecnológica Nacional, Maestría en Ingeniería Ambiental. Mexico. 123 pp

MORTATI, J., M. BORTOLETTO, L. MILDE & J. PROBST. 2004. Hidrología dos Ríos Tietê e Piracicaba: séries temporais de vazão e hidrogramas de cheia. *Revista de Ciência & Tecnologia*. 12 (23): 55-67.

MÖRTH C., C. HUMBORG, H. ERIKSSON, A. DANIELSSON, M. RODRÍGUEZ, S. LOFGREN, D. SWANEY & L. RAHM. 2007. Modeling Riverine Nutrient Transport to the Baltic Sea—A Large-Scale Approach. *Ambio* 36(2):1-22.

NOAA. 1994. *A special 20th anniversary report, coastal environmental quality in the United States, chemical contamination in sediments and tissues*. Washington. 6p.

NORIEGA, C.; K. MUNIZ, M. FLORES-MONTES, S. MACÊDO, M. ARAUJO, F. FEITOSA & S. LACERDA. 2009. *Séries temporales de variables hidrobiológicas en un estuario tropical (Brasil)*. REVISTA DE BIOLOGÍA MARINA Y OCEANOGRAFÍA. 44(1): 93-108.

NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). 2000. Clean Coastal Waters. Understanding and Reducing the Effects of Nutrient Pollution. National

Academy of Science. *National Academic Press*. Washington, D.C. USA. 405pp.

PALANQUES, A. & J. GUILLEN. 1992. Transporte de sedimentos en suspensión en la parte baja del río Ebro (Mediterraneo Occidental). Impacto ambiental de las presas. *GEOGACETA*. 12: 37-40.

PALMA, A.; J. GONZÁLEZ; C. REYES & R. RAMOS. 2013. Biodiversidad y estructura comunitaria de ríos en las zonas árida, semiárida y mediterránea-norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 86: 1-14, 2013

PINEDA, N., E. JAIMES, J. MEJÍAS, & J. MENDOZA. 2003. Sistematización de procesos para estudios de aflujos de pozos de aguas subterráneas en áreas sujetas a la adquisición de datos sísmicos. *Interciencia* 29 (1): 19-23.

RAMESH, R.; V. SUBRAMANIAN & R. VAN GRIETEN. 1990. Heavy metals distribution sediments of Krishna river basin, India. *Environ. Geol. Water Sci.*, 15 (3):207-215.

REDCAM. 2014. *Diagnóstico y evaluación de la calidad de las aguas marinas y costeras del Caribe y Pacífico colombianos*. Informe técnico 2013.315 pp.

REDDY R. & R. DELAUNE. 2008. Biogeochemistry of wetlands: science and applications. Taylor & Francis Group, LLC. Boca Raton, London, New York. 804 pp.

REGNIER P. & C. STEEFEL. 1999. A high estimate of the inorganic nitrogen flux from the Scheldt estuary to the coastal North Sea during a nitrogen-limited algal bloom, spring 1995. *Geochim. Cosmochim. Acta* 63: 1359-1374.

- RESTREPO, J. 2006. Aporte de los caudales de los ríos Baudó, San Juan, Patía y Mira a la cuenca Pacífica Colombiana. Boletín Científico CCCP, (13): 17-32.
- RESTREPO, J. 2013. Los sedimentos del río Magdalena, reflejo de la crisis ambiental. Propiedad pública. 16 pp.
- RESTREPO, J., P. ZAPATA, J. DÍAZ, J. GARZÓN- FERREIRA, C. GARCÍA, J. RESTREPO. 2005. Aportes Fluviales al Mar Caribe y Evaluación Preliminar del Impacto sobre los Ecosistemas Costeros. 189-215. En: Restrepo J. D. Los Sedimentos del Río Magdalena: Reflejo de la crisis ambiental. Universidad de EAFIT. Medellín. 189-215.
- RIVAS Z.; J. SÁNCHEZ ; F. TRONCONE , R. MÁRQUEZ , H. LEDO; M. COLINA & E. GUTIÉRREZ. 2009. Nitrógeno y Fósforo Totales de los Ríos Tributarios al Sistema Lago de Maracaibo, Venezuela. Interciencia. 34 (5): 308-314.
- RODRÍGUEZ, E. 2007. Fraccionamiento geoquímico de algunos metales pesados en los sedimentos superficiales de la zona marino-costera de Cumaná, estado Sucre, Venezuela. Trab. Grad. Química. Universidad de Oriente. Cumaná. 74 pp.
- SENIOR, W., 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 p.
- SMITH, S. & G. HICHOCK .1994. Nutrient enrichments and phytoplankton growth in the surface waters of the Louisiana bight. *Estuaries* 17: 740-753.

- SYVISTSKY, J. & M. MOREHEAD. 1997. Estimating riversediment discharge to the ocean: application to the Eel margin, northern California. *Mar. Geol.* 154: 13-28.
- VALIELA, I.; K. FOREMAN; M. LAMONTAGNE; D. HERSH; J. COSTA; P. PECKOL; B. DEMEO-ANDRESON; C. D'AVANZO; M. BABIONE; S. CHI-HO; J. BRAWLEY & K. LAJTHA, 1992. Couplings of Watersheds and Coastal Waters: Sources and Consequences of Nutrient Enrichment in Waquoit Bay, Massachusetts. *Estuaries*, 15: 4, 443-457.
- WARRICK, A.; WASHBURN, L.; BRZEZINSKI, A. Y SIEGEL, D. 2005. Nutrient contribution to the Santa Barbara Channel, California, from the ephemeral Santa Clara River. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 62: 559-574.

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO:**

TÍTULO	APORTE DE LOS RÍOS A LA ZONA COSTERA: CASO RÍO MANZANARES, ESTADO SUCRE, VENEZUELA.
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
IVIS MARINA FERMÍN	CVLAC: 10.291.815 E MAIL: ivismarina@gmail.com
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:

PALABRAS O FRASES CLAVES:

Manzanares

Caudal

Golfo de Cariaco

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÀREA	SUBÀREA
CIENCIAS MARINAS	LIMNOLOGÍA

RESUMEN (ABSTRACT):

Los ríos y demás drenajes terrestres proporcionan la mayor fuente de materiales biogénicos para los ecosistemas marinos costeros, sosteniendo a gran escala la productividad primaria de las regiones costeras. Con el objetivo de exponer los procesos y consecuencias que conllevan el aporte de los ríos en la zona costera, se utilizaron resultados del caudal y variables hidrológicas del río Manzanares. De esta manera se ilustran los aportes de este río en la zona costera del Golfo de Cariaco. Para estimar la interacción estacional del río con su zona costera adyacente, se utilizó la información sobre caudales y carga másica disponible en investigaciones previas. Los resultados demostraron que el río Manzanares aporta a la zona costera adyacente una carga de material en suspensión, metales pesados y nutrientes, tanto por su desembocadura natural, como por su aliviadero, que es modificada por los dos periodos climáticos (lluvia y sequía). Esta descarga hacia la zona costera es mayor por la boca natural del río que por el aliviadero.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU X	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2020	03	23
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
Ascenso_Agregado_Ivis_Fermin	.pdf
Ascenso_Agregado_Ivis_Fermin	.docx

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H I J K L
M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x
y z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE

ESPACIAL: _____ (OPCIONAL)

TEMPORAL: _____ (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

ASCENSO

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

AGREGADO

ÁREA DE ESTUDIO:

CIENCIAS MARINAS

INSTITUCIÓN:

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

NÚCLEO DE SUCRE



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLAÑOS CURVELO
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

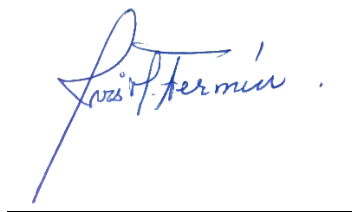
JABC/YGC/maruja

Trá. sólo un asunto en cada oficio

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

DERECHOS

Los autores garantizamos en forma permanente a la Universidad de Oriente el derecho de archivar y difundir, por cualquier medio, el contenido de este trabajo de Ascenso. Esta difusión será con fines estrictamente científicos y educativos, pudiendo cobrar la Universidad de Oriente una suma destinada a recuperar parcialmente los costos involucrados. Los autores nos reservamos los derechos de propiedad intelectual así como todos los derechos que pudieran derivarse de patentes industriales o comerciales.



A handwritten signature in blue ink, reading "Ivis Marina Fermín", positioned above a horizontal line.

Ivis Marina Fermín

AUTOR