



## **Evaluación de la contaminación en 2 temporadas (lluvias y nortes) por fuentes puntuales y difusas sobre Río Grande, Veracruz**

Paula Zúñiga-Ruiz<sup>1\*</sup>, José Axel Solano-Aguileta<sup>1</sup>, Isabel Araceli Amaro-Espejo<sup>1</sup>, Magnolia Grisel Salcedo-Garduño<sup>1</sup>, Christian Reyes Velázquez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Boca del Río, Carr. Veracruz-Córdoba Km.12 CP. 24290 Boca del Río, Veracruz.

\*Autor de correspondencia: paulazuniga@bdelrio.tecnm.mx

Recibido 26 de agosto de 2020; aceptado 25 de septiembre de 2020

### **RESUMEN**

La valoración de la calidad del agua es fundamental para el desarrollo de los ecosistemas. El Río Grande, ubicado en la zona norte de la ciudad de Veracruz, recibe parte del drenaje natural de aguas pluviales; así como descargas de origen antropogénico. El objetivo del presente trabajo fue identificar las fuentes puntuales y difusas de contaminación al río, y evaluar la calidad del agua por temporadas de lluvias y nortes. Los resultados fueron comparados con las normas oficiales mexicanas. Se evaluaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de 5 puntos de muestreo, establecidos de acuerdo a las fuentes identificadas. Las variables evaluadas: DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, coliformes fecales y OD permitieron tener una aproximación del estado en el que se encuentra el agua del río Grande, ya que, de acuerdo a los parámetros considerados por CONAGUA, estas respuestas se encuentran por encima de los límites superiores de su escala de clasificación para agua superficial; incumpliendo la normativa y calificando como agua de baja calidad. Los resultados indicaron que los coliformes fecales superaron los límites máximos permisibles en los puntos de

muestreo y en ambas épocas climáticas.

Los resultados fisicoquímicos mostraron diferencias significativas entre puntos de muestreo, pero no entre temporada ( $p < 0.05$ ), esto indica el impacto de las descargas de agua y su efecto en la calidad del río Grande.

**PALABRAS CLAVE:** Antropogénico, efluente, residuos urbanos, agua

### **ABSTRACT**

The assessment of water quality is fundamental for the development of ecosystems. The Rio Grande, located in the northern part of the city of Veracruz, receives part of the natural drainage of rainwater; as well as discharges of anthropogenic origin. The objective of the present work was to identify the point sources and diffuse sources of pollution to the river, and to evaluate the quality of the water by rainy and northeastern seasons. The results were compared with the official Mexican standards. Physicochemical and microbiological parameters were evaluated from 5 sampling points, established according to the identified sources. The evaluated variables: BOD<sub>5</sub>, COD, SST, fecal coliforms and OD allowed to have an approximation of the state in which the Rio Grande water is found, since according to the parameters considered by CONAGUA, these responses are above the upper limits of its classification scale for surface water; not complying then and qualifying as poor quality water. The results indicated that the fecal coliforms exceeded the maximum permissible limits in the sampling points and in both climatic periods.

The physicochemical results showed significant differences between sampling points, but not between seasons ( $p < 0.05$ ), this indicates the impact of the water discharges and their effect on the quality of the Grande river.

**KEYWORDS:** Anthropogenic, effluent, urban waste, water

## INTRODUCCIÓN

En México, como en gran parte del mundo existe una creciente preocupación por el agua, los principales desafíos identificados en los foros nacionales, regionales y especiales realizados para construir la Agenda del Agua 2030, son cubrir las necesidades básicas de consumo de agua para los diversos usos sin deteriorar las fuentes naturales de agua y la integridad de los ecosistemas y detener la sobreexplotación y la contaminación de los acuíferos y de los cuerpos de aguas superficiales.

La contaminación se puede definir como una alteración producida por el hombre en la integridad física, química y biológica del agua. La afectación a la calidad del agua comprende la contribución de sustancias químicas y otros contaminantes, incluyendo: sedimentos, nutrientes, microorganismos, grasas y aceites, pesticidas, entre otros. Estos constituyentes pueden considerarse como contaminantes si se encuentran en concentraciones excesivas que impidan el uso benéfico de un cuerpo receptor de agua y afecten su integridad ambiental.

(Escobar, 2002) califica como riesgo potencial de contaminación la cercanía de

las zonas urbanas a los ríos, de tal forma que no solo las descargas de aguas residuales contaminan; otros impactos incluyen: la alteración hidráulica de los ríos, eliminar la vegetación ribereña (que se ubica cercana al cauce), o modificaciones hidrológicas que provocan que los ríos se tornen inestables y sufran de erosión (Novotny, 2003 y Campbell et al., 2004).

Alrededor del 70%–75% de la contaminación marina global es producto de las actividades humanas que tienen lugar en la superficie terrestre. Un 90% de los contaminantes es transportado por los ríos al mar. Por otro lado, entre un 70% y 80% de la población mundial (aproximadamente 3.6 billones de personas) se ubica en las costas o cerca de ellas, especialmente en zonas urbanas, donde una parte importante de los desechos que allí se producen se deposita directamente en el océano. Las fuentes terrestres de contaminación deberían ocupar hoy una posición tan destacada en la temática ambiental como la tiene la preocupación por el cambio climático. Sin embargo, en la práctica esto aún no ocurre. La alteración y destrucción del hábitat, los efectos en la salud humana, la eutrofización, la disminución de las poblaciones de peces y otros recursos vivos, son aspectos vinculados a las fuentes fijas y difusas de la

contaminación.

La contaminación difusa es aquella producida por actividades que tienen lugar en extensas superficies de tierra que pueden descargar sus contaminantes en aguas superficiales y por filtración a aguas subterráneas., y por el efecto de captación de agua que tienen las cuencas hidrográficas, generan efectos concentrados en las desembocaduras de los ríos al mar y en zonas costeras aledañas.

Existe una remediación natural conocida como “autodepuración” que es la capacidad de un cuerpo de agua para convertir o diluir compuestos orgánicos progresivamente, (Branco, 1984) sin embargo; esta capacidad se ve opacada por la gran cantidad de residuos que son contaminantes de todo tipo de aguas.

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 que representan entre el 90%– 95% de la contaminación que llega indirectamente a las áreas costeras y se estima que apenas el 2% de las descargas reciben tratamiento (PNUMA, 1999a) del total de la contaminación costera.

(Quintero et al., 2010), determinaron la calidad de agua, sedimentos y suelos, marinos y costeros en puertos Colombianos y reportan que las aguas superficiales son receptores de residuos sólidos y líquidos, orgánicos e inorgánicos de tipo industrial o doméstico producidos por las áreas de influencia y se ven impactadas por el crecimiento no planificado de los asentamientos humanos; permitiendo que los procesos de deterioro ambiental se incrementen debido a la explotación excesiva de los recursos naturales y a los efectos dañinos de los desechos resultantes de las actividades humanas. Concluyen que es indispensable contar con las herramientas necesarias para realizar los seguimientos adecuados a los impactos generados para tomar las medidas necesarias que permitan solucionar el problema de contaminación. Por otra parte, (Almazán-Juárez et al., 2016) evaluaron la calidad del agua del río Papagayo mediante análisis físico-químicos y microbiológicos durante la temporada de secas y lluvias, los parámetros analizados fueron comparados con los criterios ecológicos de calidad del agua y las Normas Oficiales Mexicanas. Reportaron que algunos valores de los análisis físico- químicos y microbiológicos se encuentran fuera de los límites máximos permisibles en la época de

lluvias (coliformes fecales, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales y turbiedad), los cuales difieren de forma significativa con respecto a la época de secas.

Los estudios pueden ser: fisicoquímicos, biológicos e hidromorfológicos y combinan diversas variables como: aniones, cationes, pH, conductividad eléctrica, temperatura, turbidez, coliformes fecales y totales, disponibilidad de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, metales pesados, contenidos de nitrógeno y fósforo dando en conjunto una valoración de calidad de agua muy alta (Balmaseda et al; 2013). Los autores atribuyen estas diferencias significativas al efecto de las lluvias sobre el río que presenta corrientes con considerable arrastre de materia suspendida.

En el proyecto de investigación “Impacto de los Ríos en los Sistemas Oceánicos” (River inputs to ocean systems) se calificó a los ríos como “la principal ruta” de introducción al mar de contaminantes producidos por la actividad humana y por causas naturales (Lerman, 1981). Ello fue reiterado por la 3ª Conferencia Internacional sobre el Manejo Ambiental de Mares Cerrados (EMECS), en Estocolmo, Suecia del 15 al 17 de agosto de 1997.

El riesgo de contaminación está asociado con las actividades antropogénicas, generando la necesidad de dar seguimiento a la calidad de las aguas. La importancia de la contribución de los ríos como vía de ingreso de contaminantes al mar fue reconocida por primera vez en la Conferencia Técnica de la FAO sobre Contaminación Marina y sus Efectos en los Recursos Vivos realizada en Roma del 8 al 9 de diciembre de 1970, donde se estableció que la mayor parte de la contaminación que llega al mar lo hace a través de los ríos y por la escorrentía costera produciendo importantes efectos en los estuarios y recursos vivos (Ruivo, 1971).

Se percibe que río Grande es un punto final de innumerables desechos tanto orgánicos como inorgánicos que contaminan su cauce; por lo que se considera importante contar con información puntual que permita combatir su deterioro y minimizar sus efectos adversos.

El presente estudio pretende contribuir al cumplimiento de los desafíos establecidos en la Agenda del Agua 2030, estableciendo y validando la información existente sobre las fuentes puntuales y difusas vertidas sobre río Grande, Veracruz. Y, mediante la evaluación de variables físicas y químicas evaluar la calidad del agua de Río Grande

durante las temporadas de lluvias y nortes; iniciando con la estandarización y adecuación de técnicas y equipos. La evaluación de los diferentes parámetros físicos y químicos permitirá conocer el grado de contaminación con respecto a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1- 1994 y NOM-001-ECOL-1996. Los

parámetros a analizar son: pH, temperatura, conductividad (CE), dureza total (DT), sólidos totales, demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), demanda química de oxígeno (DQO), cloruros y coliformes fecales. El diseño metodológico de la investigación es de tipo analítico descriptivo.

### MATERIALES Y METODOS

La zona de muestreo, aprox. 5 Km son áreas ubicadas al norte de la ciudad de Veracruz, con la característica de ser zonas adyacentes al efluente conocido como Río Grande, como se muestra en la Figura 1.

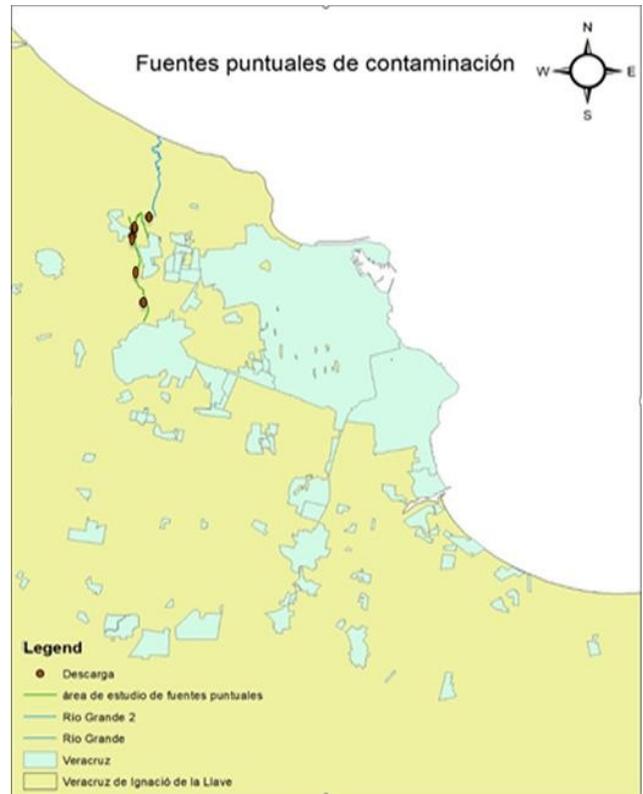


Figura 1. Distribución de puntos de zona de muestreo Río Grande, Ver.

Se realizaron 2 muestreos por temporada de estudio, se colectaron 8 muestras por sitio; se analizaron 40 muestras distribuidas en los

5 sitios de muestreo. Los puntos de muestreo se localizaron a partir de la información generada sobre las fuentes puntuales y difusas de contaminación al efluente. Se evaluó la variación que sufren los parámetros fisicoquímicos a fin de demostrar la calidad del agua, partiendo con la estandarización y adecuación de técnicas y equipos.

Las características metodológicas del proyecto fueron:

(1) Identificación de fuentes puntuales y difusas de contaminación al efluente y ubicación de puntos de muestreo, (2), toma de muestras, preservación de acuerdo a la NMX-AA-014-1980 y análisis; finalmente (3) la integración y discusión de los resultados. Para conocer la calidad del agua se aplicó la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 (DOF 1994). Si el cuerpo de agua presenta características de calidad del agua semejantes a la del agua residual, es conveniente incluir los parámetros en la NOM-001-ECOL-1996.

Para la medición de los parámetros se tomó en cuenta los métodos establecidos en las Normas Mexicanas correspondientes a los análisis propuestos en el trabajo.

Se realizó una medición in situ para pH de acuerdo al método propuesto en la NMX-AA-008-SCFI-2016.

Sólidos Disueltos y conductividad se realizaron in situ de acuerdo al método propuesto en la NOM 001 ECOL-1996. Definido como método de prueba, en el cual se utiliza una sonda multiparamétrica.

Dureza, se utilizó el método propuesto en la NOM-AA-072-1981, que define el método

E.D.T.A. para la determinación de dureza total en agua.

Cloruros, utilizó el método propuesto en la NOM-AA-073-198 que define el método volumétrico para la determinación de cloruros totales en agua, el cual se basa en una valoración con nitrato de plata utilizando como indicador cromato de potasio.

DBO: Se utilizó el método propuesto en la NMX-AA-028-SCFI-2001, DQO: Para el análisis de DQO se utilizó el método propuesto en la NMX-AA-030-SCFI-2001.

## RESULTADOS

Se inició con visitas prospectivas a la zona de estudio; haciendo recorridos al área para identificar y ubicar los sitios de muestreo, estos sitios se pueden observar en las figuras siguientes.



Figura 2. Punto 1 Parque Industrial Olmeca



Figura 3. Punto 2 Descarga de agua a un costado de la carretera Veracruz-Cardel.



Figura 6 Punto 5 Descarga Boulevard Portuario



Figura 4. Punto 3 Descarga pluvial debajo del puente de la Av. Rafael Cuervo



Figura 7. Panorámica de puntos de muestreo. Portuario.



Figura 5. Punto 4 Descarga fraccionamiento Colinas de Santa Fe

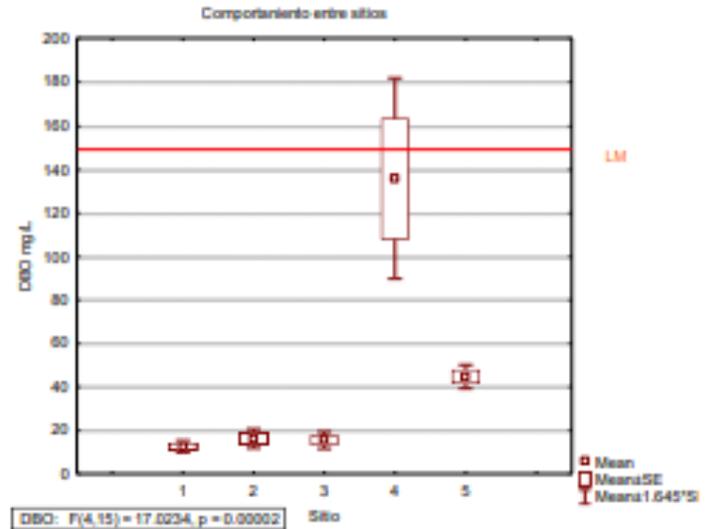
<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>	
Punto 1 Parque Industrial Olmeca	19°13'44.8"N 96°13'45.2"W
Punto 2 Descarga de agua a un costado de carretera Veracruz-Cardel	19°13'27.3"N 96°14'08.4"W
Punto 3 Descarga debajo del puente de la carretera Veracruz-Cardel	19°13'25.5"N 96°14'08.9"W
Punto 4 Descarga de Fraccionamiento Colinas de Santa Fe	19°13'14.5"N 96°14'12.8"W
Punto 5 Descarga Boulevard Portuario	19°11'23.1"N 96°13'54.6"

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de muestreo

Los resultados obtenidos en los muestreos corresponden a la temporada de lluvias y nortes; los análisis de las muestras colectadas fueron comparados y discutidas en base a: NOM-127-SSA1-1994, NOM- 001-ECOL-199 y CONAGUA. El diseño metodológico de la investigación es de tipo analítico descriptivo.

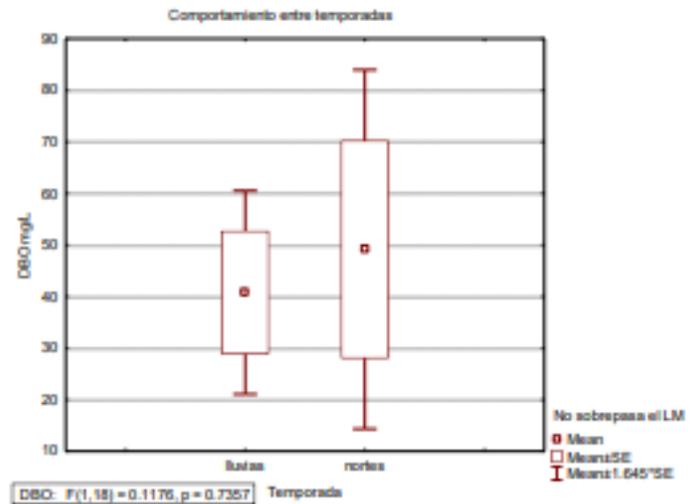
Las variables evaluadas: DBO5, DQO, SST, Coliformes fecales y OD permitieron tener una aproximación del estado en el que se encuentra el agua del río Grande, ya que, de acuerdo a los parámetros considerados por CONAGUA, estas respuestas se encuentran por encima de los límites de acuerdo a la escala de clasificación para agua superficial; incumpliendo entonces y calificando como agua de mala calidad.

En la gráfica 1, se puede constatar que el sitio 4 presenta la concentración más alta de DBO atribuyéndole su origen a aguas de actividad antropogénica por lo que indudablemente existe la presencia de materia orgánica, disminuyendo las concentraciones de oxígeno disuelto provocando condiciones de anoxia que son perjudiciales para la diversidad biológica de los ecosistemas acuáticos.



Gráfica 1. Influencia del sitio con respecto a DBO<sub>5</sub>

No presenta evidencia de diferencia significativa entre temporadas. Como se puede apreciar en la gráfica 2, este parámetro está principalmente influenciado por el sitio y no por la temporalidad.



Gráfica 2. Influencia por temporada de muestreo con respecto a DBO<sub>5</sub>

En cuando a valores de pH están dentro de los LMP por NOM-127-SSA1-1994, misma que establece el LMP

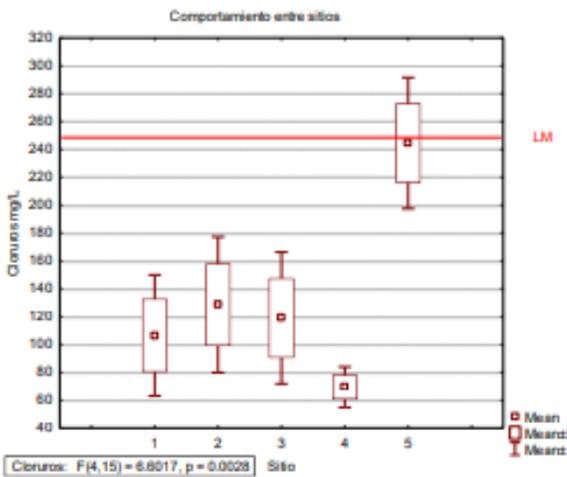
entre 6.5 y 8 para uso y consumo, igual valor establece la OMS para la preservación de la vida acuática.

La secuencia de equilibrios de disolución de insolubilización de  $\text{HCO}_3^-$ , determinan el pH de un agua favoreciendo los mecanismos de absorción y precipitación de los metales.

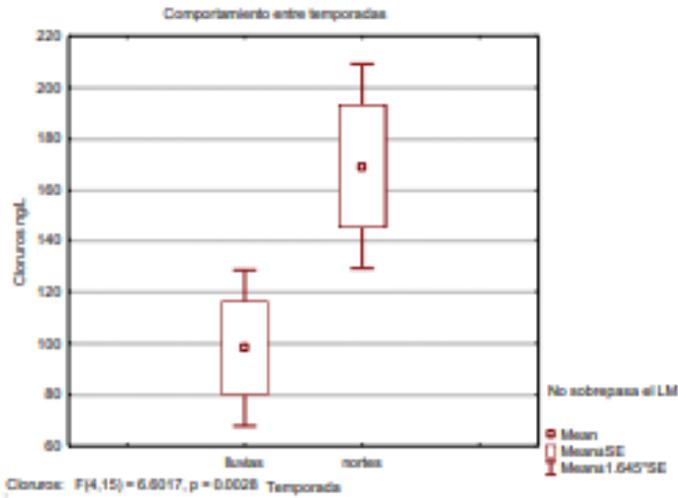
En la gráfica 3 se observa el comportamiento de los cloruros, siendo el sitio 4 el que tiene menos concentración, este se ve incrementado en el sitio 5, debido a la presencia de sales que presumiblemente pueda deberse a procesos industriales de la zona que vierten sus aguas directamente al río, posteriormente la concentración desciende debido a que se mezcla con otro tipo de aguas de uso doméstico, lo cual puede disolver dichas sales en su trayectoria.

En la gráfica 4, se observa que en la temporada de nortes se incrementa la presencia de cloruros en el agua de río grande lo cual puede ser resultado de las partículas provenientes del entorno que se depositan en el agua, a pesar de un visible incremento en los nortes estos valores no sobrepasan los límites permisibles, sin embargo muestra que en época de lluvias los cloruros pueden diluirse por la mayor cantidad de precipitaciones, e incluso haciendo interacción con otros compuestos que puedan degradarlos.

La figura 4 permite observar que la concentración de cloruros se excede para aguas naturales (LMP 50 mg/L), sin embargo, al compararla con la norma NOM- 127-SSA1-1994 que establece que el LMP es de 250 mg/L para vida acuática, los puntos de muestreo se encuentran dentro de la norma.



Gráfica 3. Influencia del sitio de muestreo con respecto a concentración de cloruros

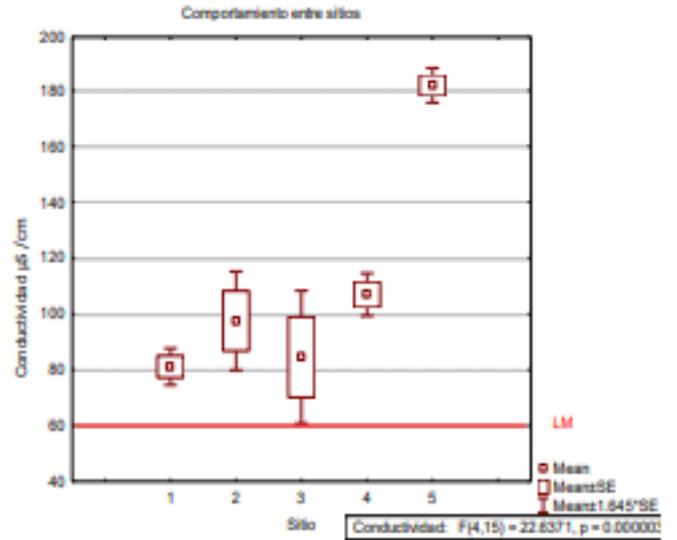


**Gráfica 4. Influencia de la temporalidad con respecto a cloruros**

Con respecto a la conductividad esta se asocia directamente con las sales que le confieren al agua propiedades de conducción eléctrica, se observa que puntualmente en cada sitio existe un exceso de dicha conductividad como se aprecia en la gráfica 5; pasando los límites permisibles, siendo el sitio 5 el que tiene mayor concentración, contribuyendo de manera negativa al río interviniendo en los procesos biológicos, a su vez haciendo que el líquido vital no sea apto para albergar vida e inclusive volviéndolo inutilizable para cualquier actividad.

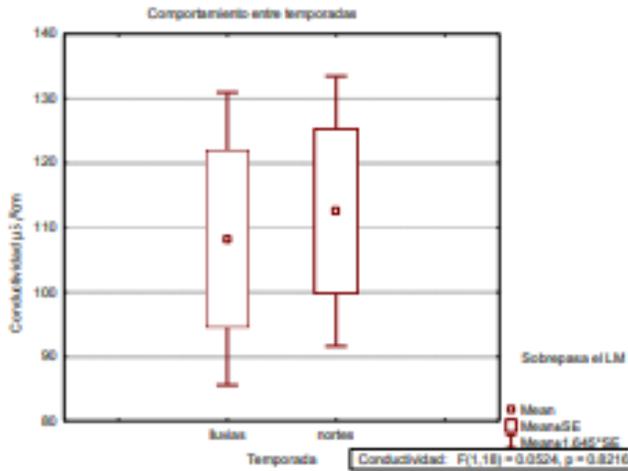
La gráfica 5 muestra el comportamiento de la conductividad eléctrica, se esperaría se incrementará conforme se acerca a la desembocadura del río por efecto del arrastre de componentes disueltos; sin

embargo esto no sucede, ya que presenta un mayor contenido en los puntos de muestreo próximo a un parque industrial.



**Gráfica 5. Influencia del sitio con respecto a conductividad**

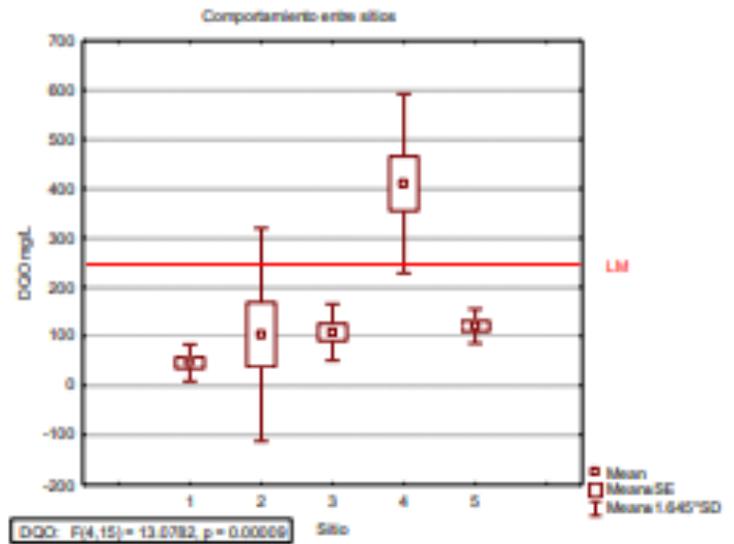
En la gráfica 6, se aprecia un comportamiento similar entre las temporadas estudiadas, sin evidencia de diferencias significativas entre temporadas con respecto a la conductividad., y en ambos periodos se cruza el límite máximo permitido.



**Gráfica 6. Influencia de la temporalidad con respecto a la conductividad**

No se observa diferencia en los valores en cuanto a temporalidad se refiere, y de manera general no pasa los límites permisibles, sin embargo en época de nortes este valor tiene a aumentar, pudiendo ser el resultado la volatilización de materia proveniente de zonas de pastoreo adyacentes y que se depositan en el río gracias a la acción de las rachas fuertes de viento. La evaluación de DQO permite detectar compuestos químicos dañinos debido a su amplio espectro de oxidación, a su vez de que puede ser el único método que pueda establecer niveles de carga orgánica en agua, pues este método no es influenciado por variabilidad biológica, esto de acuerdo con (Díaz-Rodríguez, 2013). En la gráfica 7, se puede contemplar que únicamente el sitio 4 está por

encima de los límites permisibles de CONAGUA, 2011, este punto se representa porque es una descarga proveniente de un fraccionamiento aledaño por lo que indiscutiblemente se vierten sustancias químicas resultantes de actividades humanas.

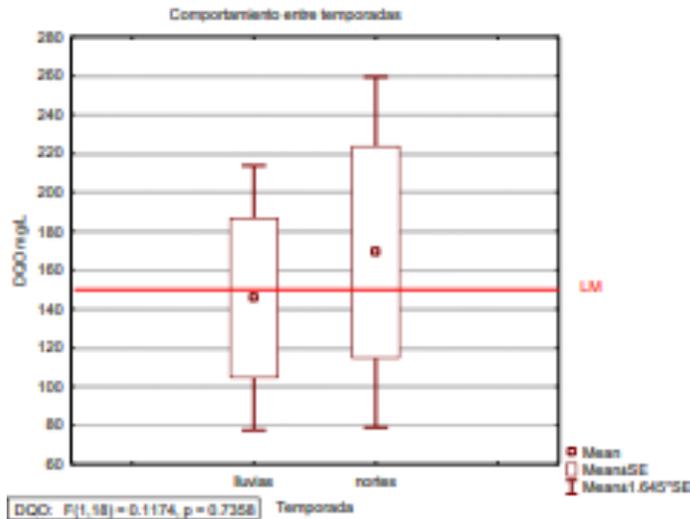


**Gráfico 7. Comportamiento de DQO por sitios de muestreo**

No se observan diferencias entre temporada con respecto a DQO, como se observa en la gráfica 8; así también, es evidente que los valores encontrados rebasan los límites que garantizan un agua de buena calidad.

De acuerdo a la NOM-127-SSA-194, el límite máximo permisible de dureza es de 500 mg/L para uso humano, los valores registrados en los puntos de muestreo indican que se encuentran dentro de la Norma Mexicana,

muestra un comportamiento similar a la conductividad, se esperaría que ambas variables se incrementaran a través del recorrido sobre el terreno por disolución de especies.



**Gráfica 8. Efecto de la temporalidad con respecto a DQO**

Las concentraciones de los sólidos es mayor en el punto más alejado de la desembocadura, podría ser que exista la autodepuración como lo afirma (Branco, 1984), y en todos los puntos sobrepasa el LMP tal como se observa en la figura 14. En cuanto a los valores de temperatura reportados, éstos son adecuados para uso en riego agrícola y público urbano de acuerdo con la NOM-001-SEMARNAT-1996, ya que oscila entre los 28 y 30°C, y el LMP es de 40°C.

## DISCUSIÓN

Los desechos de residuos sólidos y los vertimientos incontrolados de colectores de agua pluvial que desembocan al río Grande afectan la conductividad que es producida por los electrolitos disueltos en agua y en ella influyen: terreno drenado, composición mineralógica, tiempo de contacto, gases disueltos, pH y todo lo que afecte a la solubilidad de sales. De acuerdo a lo reportado por (Rodier, 2011), la presencia de sales en forma de cloruros en el agua hace que se incremente la conductividad, por lo tanto; el valor de la conductividad es directamente proporcional a la concentración de cloruros en el agua., parámetro que se reporta por arriba de LMP para aguas naturales.

Los sólidos totales incrementan la turbidez e influyen en el libre paso de la luz solar limitando el desarrollo de organismos acuáticos e interfiriendo en reacciones químicas. Además, la dureza está relacionada directamente con el pH, pues confiere al agua los iones de calcio, magnesio y sodio que pueden formar compuestos carbonatados, la dureza no es un factor de riesgo para la salud humana ya que no sobrepasa el límite establecido en la normatividad, sin embargo, la dureza interfiere con los procesos naturales del río.

Los resultados obtenidos demuestran que las aguas superficiales de río Grande son receptoras de residuos sólidos-orgánicos de origen industrial y doméstico, presentando valores fuera de normatividad en concordancia con (Quintero, 2010), quien reporta que las aguas superficiales son impactadas por el crecimiento no planificado de los asentamientos humanos.

La materia orgánica en el agua está compuesta por miles de componentes: partículas macroscópicas, coloides o macromoléculas disueltas que a su vez conforman los sólidos totales, que de manera indiscutible son potenciales contaminantes presentes en el agua (Fuentes-Rivas, 2015). Los sólidos totales exceden el límite permisible resultando en contaminación de acuerdo con lo reportado por (Escobar, 2002), quien asevera que la cercanía y la contaminación por origen antropogénico, impactan severamente en la calidad del agua.

Se puede notar que en el punto cuatro existe un índice superior con respecto a los demás puntos ya que se le atribuye a una descarga proveniente de un fraccionamiento; e incrementa los valores por presencia de materia orgánica producto de actividades humanas.

(Almazán-Juárez et al, 2016). En las gráficas se observan que el punto cuatro y cinco, los cuales son los más alejados de la desembocadura al mar presentan parámetros más elevados con respecto a los demás puntos. Se presume que se efectuó una autodepuración transformando y diluyendo los compuestos orgánicos progresivamente tal como lo concluyó (Branco, 1984).

### **CONCLUSIÓN**

Los vertimientos incontrolados de colectores de agua pluvial y los vertidos residuales industriales que desembocan al río Grande, aunados a zonas de pastoreo próximas; son fuentes puntuales y difusas de contaminación cuyos resultados muestran incidencia de actividad antrópica con efectos negativos sobre Río Grande, afectando así los procesos naturales, flora y fauna endémicos de la zona.

Los coliformes totales y fecales que se encontraron, muestran un valor radicalmente alto, superior al índice referido en la NOM – 001 SEMARNAT 1996; lo cual podría representar un alto riesgo para la salud de los usuarios o simplemente de las personas que estén en contacto con el agua ya que como se sabe el grupo coliforme esta principalmente conformado por bacterias nocivas.

Los resultados expuestos muestran un agua contaminada, con probable incidencia de actividad antrópica; hay evidencia de diferencia significativa entre sitios de muestreo, lo que permite concluir que existen fuentes puntuales y difusas que afectan directamente la calidad del agua en Río Grande.

La presencia de efluentes derivados de un desordenado crecimiento urbano, la escasez de infraestructura y la falta de voluntad política y social están impactando negativamente en la calidad del agua de Río Grande, problemas de contaminación que de no ser atendidos pueden extenderse hasta la zona Costera de Playa donde desemboca y convertirse en un problema de salud pública.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento del Proyecto TecNM 6401.18-P Evaluación de la contaminación por fuentes puntuales y difusas sobre Río Grande, Veracruz., bajo la Dirección: Dra. Paula Zúñiga Ruíz y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para estudios de alumnos de posgrado que participan en el proyecto.

#### REFERENCIAS

1.- Almazán-Juárez M. T., A. Almazán- Juárez, B. E.

Carreto-Pérez, E. Hernández- Castro, A. Damián-Nava y R.C. Almazán- Núñez. 2016. Calidad y clasificación de usos del agua en la cuenca baja del río Papagayo, Guerrero, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 9: 293-305.

2.- Balmaseda Espinosa C.; Y. García Hidalgo. 2013. Calidad de las aguas de la cuenca del Río Naranjo, Municipio de Majibacoa, provincia Las Tunas para el riego. *ultrop* online. 2013, vol.34, n.4, pp.68-73. ISSN 0258-5936.

3.- Branco, S. M. 1984. Limnología sanitaria, estudio de la polución de aguas continentales. pp.120.

4.- Campbell N. et al. 2004. Diffuse Pollution: And Introduction to the Problems and Solutions. 322 pp.

5.- CONAGUA (Comisión Nacional de Agua). 2011. Criterios ecológicos de calidad del agua.

6.- Escobar, J. 2002. La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. División de Recursos Naturales e Infraestructura. CEPAL, Santiago de Chile. ISBN: 92-1-322090-1

7.- Fuentes, R.M., J.A. Ramos, M.C. Jiménez y M. Esparza. 2015. Caracterización de la materia orgánica disuelta en agua subterránea del Valle de

- Toluca mediante espectrofotometría de fluorescencia 3D. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 31(3): 253-264.
- 8.- Graniel C. E., C. M Carrillo. 2006. Calidad del agua del río Zanatenco en el Estado de Chiapas. *Revista Académica Ingeniería* vol. 10, núm. 3, 10, pp.35–42.
- 9.- Jáuregui Medina C. et al. 2007. Impacto de la descarga de aguas residuales en la calidad del río Mololoa (Nayarit, México) y propuestas de solución. *Rev. Latin. Rec. Nat.* 3, 65–73
- 10.- Lerman, A. 1981. Controls on river water composition and the mass balance of river systems. In: Martin, J.M., Burton, J.D. and Eisma, D. (Eds.), *River Inputs to Ocean Systems*, UNESCO, Roma, 1-4
- 11.- Norma Oficial Mexicana NOM-AA- 014-1980, Cuerpos receptores-Muestreo, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, D.F. 5 de septiembre de 1980.
- 12.- Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, Diario Oficial de la Federación, México, D.F. 6 de enero de 1997.
- 13.- Norma Oficial Mexicana NOM-001- SEMARNAT-1996. Diario Oficial de la Federación, México, D.F. 23 de abril de 2003.
- 14.- Novotny, V. 1999. “Diffuse Pollution from Agriculture-A Worldwide Outlook”. *Wat. Sci. Tech.* 39(3): 1-1
- 15.- PNUMA, 1999. Panorama General en Perspectivas del Medio Ambiente Mundial PMAM –División de Información y Evaluación Ambientales y Alertas tempranas (DIEA y AT), PNUMA, Nairobi, Kenya, (<http://www.unep.org>)
- 16.- Quintero, Rendón, L.A., E.A Agudelo, Y.A. Quintana, Hernández, S.A. Cardona, Gallo y A.F. Osorio Arias. 2010. Determinación de indicadores para la calidad de agua, sedimentos y suelos, marinos y costeros en puertos colombianos, *Revista Gestión y ambiente* Vol. 13, No. 3 Medellín ISSN 0124.177X pp 51-64
- 17.- Rivera-Vázquez R. 2007. Contaminación por coliformes y helmintos en los ríos Texcoco, Chapingo y San Bernardino tributarios de la parte oriental de la cuenca del Valle de

México. Rev. Int. Contam. Ambie. 23, pp69-77.

18.- Rodier J., B. Legube, N. Merlet. 2010. Análisis del agua. Barcelona: Ed. Omega: 2010, 1539 pp. ISBN 978-84282-1530-5

19.- Ruivo M. 1971. La Contaminación del Mar y los Recursos Vivos, FAO, Roma 9-18 de diciembre, pp. 9-18