

INFLUENCIA DE LA ESPECIE *Syzygium jambos* D.C, SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA, EN LA PARTE SUPERIOR DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SAN DIEGO

Autores: Dr. C. Iván Paneque Torres¹
MSc. Naidelys Cruz Piñera¹

^{1.} Departamento de Agronomía de Montaña, (UPR).

Resumen.

El presente trabajo se desarrolló en la parte superior de la cuenca hidrográfica del río San Diego, en el municipio de La Palma, perteneciente a la provincia de Pinar de Río, un ecosistema natural empleado para el pastoreo extensivo porcino, dicha investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de la especie *Syzygium jambos* D.C, sobre la calidad de las aguas en esta porción de la cuenca. Para ello se establecieron parcelas temporales, donde se hicieron estudios para el período de estiaje de algunos indicadores de calidad del agua, como son conductividad eléctrica, ph y demandas química y bioquímica de oxígeno. Los resultados obtenidos demostraron que el agua en esta porción de la cuenca se ve afectada por la presencia de esta especie, encontrándose variaciones en los valores de cada uno de los indicadores medidos. De forma general podemos plantear que la especie objeto de estudio debe ser manejada de tal manera que no afecte en lo adelante la composición florística, ni la calidad de las aguas en esta zona, pero no debe ser eliminada, porque si bien se conoce que es invasora y que actúa modificando los parámetros de calidad de agua analizados, también es la única que ha sobrevivido en el tiempo a la acción antrópica y a los enemigos naturales, para mantenerse en los pocos lugares que existe la faja forestal hidrorreguladora de esta parte de la cuenca.

Palabras clave: *Syzygium jambos*, calidad del agua

SUMMARY.

Introducción.

Una característica notable de la mayoría de las plantas terrestres es que en su estado adulto son sedentarias. Aunque algunas especies de plantas pueden desarrollarse vegetativamente en diferentes direcciones desde su lugar de anclaje, la mayoría permanecen en el mismo lugar de su germinación. Esta existencia sedentaria tiene un profundo impacto en la historia de vida de los individuos, causando una influencia en la ecología y evolución de la población entera. La germinación, el establecimiento de la plántula, su crecimiento, su reproducción y forma de dispersarse; son afectados de manera notable por las características del medio de crecimiento. Por ejemplo, la cantidad y composición de la luz incidente, modificada drásticamente por el micro ambiente de la planta, o las sustancias liberadas por las plantas vecinas, pueden afectar la germinación de las semillas y el establecimiento de la plántula, (Coley, 1983).

Así, las plantas que están sujetas a desarrollarse en el mismo lugar de su germinación experimentan competencia provenientes de sus vecinos de una manera más agresiva que en el caso de los animales, donde este sedentarismo y anclaje son menos acentuados, y otros tipos de defensa como el escape, la evasión y el mimetismo, son las que se han perfeccionado evolutivamente, (Coley, 1983).

Esta característica de un restringido de movimiento en las plantas, ha sido compensada evolutivamente con otros mecanismos de defensas, subdivididas en mecánicas, fenológicas y químicas. Entre las mecánicas encontramos la formación de espinas, aumento en la dureza de sus hojas mediante una mayor deposición de sílice y presencia de tricomas entre otros; las cuales afectaran la morfología de la planta. Entre las defensas fenológicas encontramos por ejemplo, una rápida reposición de biomasa perdida y "*escape fenológico*", definido como el ajuste del ciclo biológico de las plantas para evitar condiciones de estrés o más favorables, para disminuir la disponibilidad de las plántulas cuando los herbívoros son más activos. Por último, las defensas de tipo química (constitutiva o inducida), están representadas por aquellos compuestos de origen secundario que actúan en detrimento del estrés ocasionado a la planta, como por ejemplo, contra la herbivoría, áfidos o patógenos, (Rosenthal G, Berenbaum M. 1991).

Desde el punto de vista ecológico, existe una necesidad imperante de definir con mayor precisión los mecanismos, siendo escasos los trabajos que han logrado dar peso específico a este fenómeno, dentro de los cuales se han demostrado que compuestos constitutivos de exudados de las raíces y las hojas, son los responsables de efectos alelopáticos, y el balance entre ambos fenómenos fue regulado, según la disponibilidad de exudados en el medio, (Nilsson, 1994).

Las sustancias químicas pueden producir al agua mal sabor o coloración, pero esto es bastante notorio si las sales o sustancias minerales están en gran cantidad, otras veces son capaces de reaccionar para formar compuestos con una toxicidad alterada, entre estas sustancias se pueden considerar al arsénico, bario, cadmio, cianuro, cromo hexavalente, plata, plomo, selenio y fluoruro, que comunican al agua propiedades tóxicas cuando se presentan en concentraciones superiores a los límites establecidos. De esto se desprende la importancia que tienen los sistemas de vigilancia de la calidad de las aguas (Rivera *et al.*, 2004).

Por todo lo antes expuesto y por tener la presencia en los ecosistemas de ribera de la zona de estudio de especies invasoras de gran adaptabilidad como lo es la *Syzygium jambos* D.C, (Pomarrosa) como se le conoce comúnmente, es que decimos hacer algunos estudios de calidad de agua para arribar a conclusiones sobre la posible contaminación de estas aguas por la presencia de esta especie y por ser la zona de estudio un lugar de pastoreo extensivo de ganado porcino.

Objetivo.

Caracterizar el efecto de la especie *Syzygium jambos* D.C sobre la calidad de las aguas, en la parte superior de la cuenca hidrográfica del río San Diego.

Materiales y Métodos.

Colecta del material vegetal.

La planta de *Syzygium jambos* D.C, comúnmente conocida como pomarrosa fue colectada en la parte superior de la cuenca del río San Diego, en el municipio de La Palma, provincia de Pinar del Río en el mes de marzo de los años 2003, 2005 y 2007, un ejemplar de la misma se encuentra depositado en el herbario del Instituto de Ecología y Sistemática de la Habana (IES).

El material vegetal se secó a temperatura ambiente y posteriormente en estufa a 50 °C durante 7 días, se separaron los órganos de la planta y se molieron hasta reducirlos a polvo fino.

Equipos utilizados.

- Phmetro digital.
- Conductímetro digital.
- Frascos plásticos.
- Vasos colectores.

Métodos empleados.

La muestra de agua que se tomó es representativa de las condiciones del área de estudio. Dicha muestra se manejó de tal forma que no se produjeron alteraciones significativas en su composición antes de que se realizaran los análisis correspondientes, (Rivera *et al.*, 2004).

La diversidad de condiciones en las que se realizó la toma de muestra hace que resulte imposible recomendar un procedimiento único, debiendo tener en cuenta las determinaciones a realizar y la finalidad de los resultados. Así pues, antes de proceder a la toma de muestra fue necesario consultar al laboratorio para establecer el procedimiento a seguir, cantidad a tomar y los métodos analíticos a utilizar, ya que determinados análisis requieren una preparación especial de la muestra o subdivisión de esta en varias submuestras, (Rivera *et al.*, 2004).

Para la determinación de la conductividad se tomó una alícuota de la muestra de agua en un vaso colector y se introdujo la celda del conductímetro procurando que quedará bien cubierto, de esa forma podríamos leer el valor de la conductividad en la pantalla del conductímetro, (Chirino *et al.*, 2003).

La determinación de la conductividad y el pH se realizó como se dijo anteriormente por el método digital, que consiste en introducir dentro de las muestras el electrodo del pHmetro y el conductímetro, procediéndose a recoger la lectura registrada en ese momento, (Rivera *et al.*, 2004).

Se midió in situ el pH, medido con un pHmetro digital portátil Hanna modelo 2041 y la conductividad (mS) medida con un conductímetro HACH modelo 2041.

De esta manera y teniendo en cuenta las explicaciones anteriores, la toma de las muestras se realizó de la siguiente forma, con pomos plásticos que se endulzaron con el agua muestra, posteriormente se determinaron el pH y la conductividad en el mismo lugar de la toma de muestra, mientras que las muestras para determinar las demandas químicas y bioquímicas de oxígeno se llevaron para el laboratorio de análisis de agua de la Universidad de la Habana, donde se obtuvieron los resultados que se analizarán más adelante en este mismo capítulo.

Los análisis microbiológicos y químicos, se realizaron utilizando la técnica del número más probable (NMP), de acuerdo a las Normas Cubanas vigentes. Dichos análisis fueron y se montaron en los laboratorios del Departamento de Ciencias Biológicas y Químicas, perteneciente a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de la Habana.

Resultados y discusión.

Análisis de la conductividad.

La conductividad es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es indicativa de la presencia de iones proviene de una base, un ácido o una sal. La conductividad y la dureza son dos parámetros cuyos valores están relacionados y reflejan el grado de mineralización de las aguas y su productividad potencial. Un aumento en la conductividad de las aguas naturales afecta la productividad de los ecosistemas, la conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas así como de la temperatura de medición. Cuanto mayor sea la concentración de iones mayor será la conductividad, (Chirino *et al.*, 2003).

En las aguas continentales los iones que son directamente responsables de los valores de conductividad son entre otros el calcio, magnesio, potasio, sodio, carbonatos, sulfatos y cloruros. En aguas naturales la medida de la conductividad tiene varias aplicaciones, tal vez la más importante sea la evaluación de las variaciones de la concentración de minerales disueltos en aguas naturales y residuales. La variación estacional mínima que se encuentra en las aguas embalsadas contrasta notablemente con las fluctuaciones diarias de algunas aguas de río contaminadas. La conductividad se puede expresar de diferentes formas, lo más común es expresarla en microhomios por centímetro ($\mu\text{mhos/cm}$) o si utilizamos el sistema internacional en microsiemens por centímetro ($\mu\text{S/cm}$), (Rivera *et al.*, 2004).

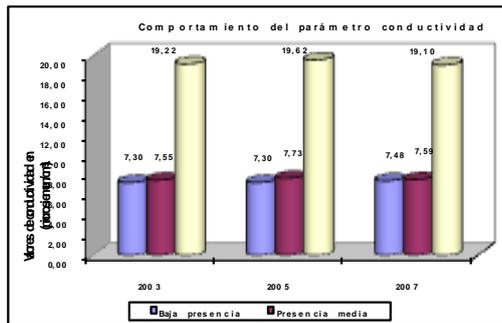


Fig. 1- Comportamiento del parámetro conductividad para los 3 años.

Con relación a este parámetro para los tres años del estudio, en los casos donde existe una baja o media presencia de la especie, el comportamiento del parámetro se mantiene de forma estable, al igual que para los lugares donde existe una alta densidad de la especie, pero con valores muy superiores en el último de los casos.

Cuando se analiza el parámetro en su valor nominal, se observa un comportamiento muy superior en las parcelas donde existen altas densidades de las especies estudiadas, lo que induce a pensar, que las altas densidades de pomarrosa son responsables de los aumentos de los valores de conductividad.

La conductividad es una medida del grado de mineralización de las aguas, como también de la carga iónica presente, los valores encontrados fueron de 7,30 a 19,62 Ms/cm, que están por encima de los estipulados por las Normas Internacionales para las aguas de riego y de consumo. Los valores reportados no son los esperados para este tipo de ríos y como promedios son similares a los reportados por (Rivera *et al.*, 2004) para un estudio en las cuencas hidrográficas de los ríos Cautín e Imperial, en Chile.

Análisis del pH.

El pH expresa la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución, el pH del agua natural depende de la concentración de CO₂, el pH de las aguas naturales se debe a la composición de los terrenos atravesados, el pH alcalino indica que los suelos son calizos y el pH ácido que son silíceos, vertimientos ácidos, pH < 6 en corrientes de agua con baja alcalinidad ocasionan disminuciones del pH del agua natural por debajo de los valores de tolerancia de las especies acuáticas (pH entre 5 y 9), lo mismo sucede con vertimientos alcalinos pH > 9. Los vertidos de pH ácido, disuelve los metales pesados y el pH alcalino los precipitan, (Chirino *et al.*, 2003).

El término pH es usado universalmente para determinar si una solución es ácida o básica. El pH óptimo de las aguas debe estar entre 6,5 y 8,5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, el máximo aceptado es 9. Las aguas de pH menor de 6,5 son corrosivas debido al anhídrido carbónico, ácidos o sales ácidas que tienen en disolución, (Chirino *et al.*, 2003).

En la figura 2, se muestra la determinación "in situ" del pH, para ello se utilizó un pHmetro digital marca (Crison), previamente calibrado cuyo electrodo se

introdujo el directamente en la fuente de agua y a los pocos segundos el pHmetro nos da el valor que ha medido.



Figura. 2. Determinación "in situ" del pH.

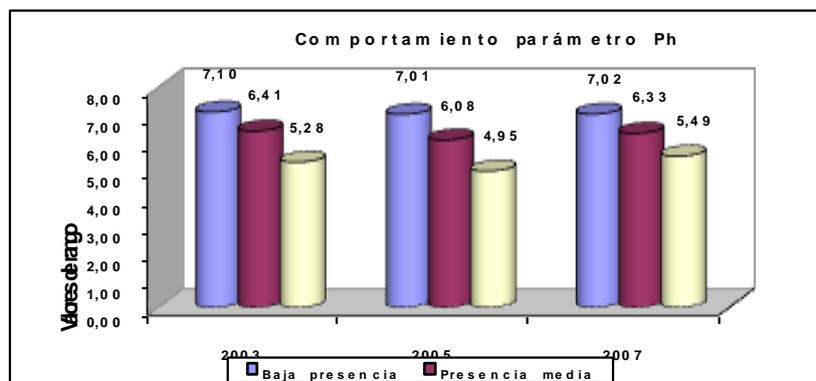


Fig. 3- Comportamiento del pH para los 3 años.

El pH medido para las parcelas del estudio, así como para los años, tiene un comportamiento que tiende a la acidez en la medida en que aumenta la densidad de la especie que se estudia, con valores cercanos a seis, para las parcelas con mayor densidad, llegando a valores próximos a siete, para aquellas parcelas con escasa presencia de la pomarroja.

El parámetro pH, mantiene niveles muy estables para los tres años del estudio, cuando comparamos los niveles de densidad para las parcelas estudiadas.

Es de notar que el caso de este parámetro, tiene un comportamiento inverso al analizado anteriormente, pues en aquellas parcelas donde existen bajas densidades de la especie, se presentan valores mas altos del parámetro, aunque su comportamiento sigue siendo muy estable con relación a los años del estudio.

Por consiguiente se puede afirmar que a bajas densidades de la especie, el pH, mantiene valores altos y estables, lo que nos induce a pensar, que las densidades de pomarrosas, no afectan de forma significativa los aumentos de los valores de pH, en las aguas de la cuenca en el período de estiaje.

El pH varía entre 4,95 y 7,10 (Fig. 3). Estos son valores que tienden a rangos de pH ácidos, que realmente no son los esperados para aguas de ríos naturales como este en estudio. Desde el punto de vista del consumo humano, se considera un rango óptimo de pH 6,5 a 8,5 y un límite máximo de 6 a 9; de acuerdo a lo anterior las aguas de esta parte del río están por debajo de lo

establecido en las normas, lo que las hacen considerarlas con pocas cualidades tanto para el consumo como para el riego.

Comparando las aguas del estudio con las aguas del río Cautín en Chile, podemos inferir que están las nuestras algo alteradas en cuanto a su pH, ya que el agua estudiada en Chile tenía un pH que variaba entre 7,1 y 8,7, que son valores que tienden a rangos neutros, como los esperados para aguas de ríos de este tipo. Si se tiene en cuenta que desde el punto de vista del consumo humano, las Normas Chilenas, consideran un rango de pH 7 a 8,5 y un límite máximo de 6,5 a 9,2; para este tipo de aguas, encontrándose la de este río Chileno dentro de lo establecido en las normas, (Rivera *et al.*, 2004)

Análisis de la demanda bioquímica de oxígeno. (DBO).

DBO / Demanda bioquímica de oxígeno, indicador de la capacidad de polución de un efluente expresada por el consumo de oxígeno disuelto por parte de los microorganismos que descomponen la materia orgánica presente en el propio efluente. Se parte, para ello, de la capacidad auto depurativa del agua, conferida por los propios microorganismos.

La DBO se mide como la masa (en miligramos) de oxígeno utilizado por un litro de muestra del efluente incubado a 20 °C durante un periodo de cinco días. En la normativa de la Comunidad Europea (Directiva 78/659/CEE) se han establecido los límites en los valores de DBO que no deben ser superados en las aguas habitadas por diferentes clases de peces en función de sus requerimientos de oxígeno disuelto: así, en aguas habitadas por peces de la familia de los Salmónidos (muy exigentes en cuanto a la calidad del agua) se recomienda que la DBO no supere los 3 mg/l. En aguas habitadas por otros peces (aguas dulces), más tolerantes con respecto a la disponibilidad de oxígeno, no debe superarse el valor de 6 mg/l, mientras que para el consumo humano y para el riego los rangos de valores están entre 3,5 y 6 mg/l.

Los tipos de vertido más aptos para producir valores altos de DBO, y en consecuencia producir anorexia, son todos aquellos que aporten grandes cantidades de materia orgánica y fertilizantes químicos, como las aguas residuales urbanas, los residuos ganaderos, los efluentes de mataderos e industrias alimentarias, los residuos agrícolas y los abonos, entre otros. Un bajo valor de DBO no quiere decir necesariamente que la contaminación del agua sea baja o tolerable, ya que éste puede deberse a que la toxicidad afecte también a los microorganismos depuradores. Además, la contaminación puede ser puramente química, y no biológica, como la producida por metales pesados.

El aumento de la DBO, al igual que la DQO ocasiona disminución del oxígeno disuelto, afectando la vida acuática. Valores de DBO mayores de 6 ppm indican alta contaminación.

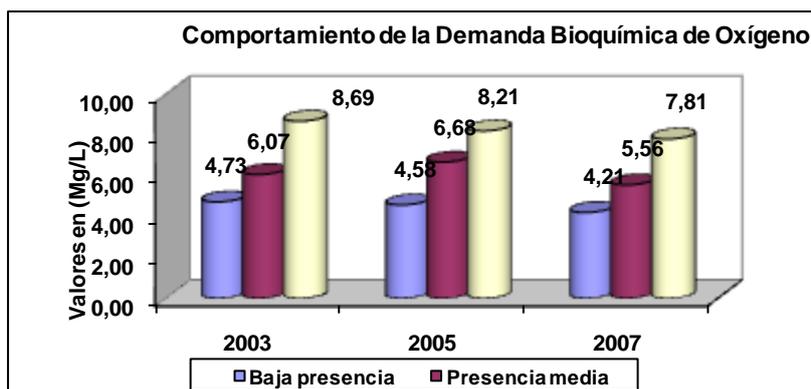


Fig. 4- Comportamiento del (DBO), demande bioquímica de oxígeno para los 3 años.

Los valores alcanzados de forma general para la demanda bioquímica de oxígeno oscilan entre valores cercanos a cuatro y ocho. Si comparamos estos valores con el estándar intencional, notaremos que existe un ligero incremento con relación a los valores máximos en dos unidades.

Cuando analizamos esta variación en el tiempo, se puede afirmar que no existe, ya que para los tres años del estudio, los valores fueron bastante similares, pero cuando analizamos para las situaciones del muestreo, entonces si encontramos una fuerte variación.

Para las parcelas con máxima densidad de pomarrosa, casi se duplica el valor del parámetro, y provoca, que este salga de los estándares mundialmente conocido para el uso de esta agua para diversos fines.

Este comportamiento nos conlleva a afirmar, que existe una fuerte dependencia del parámetro con relación a la presencia de la especie que se estudia y que la misma en su composición, tiene efectos sobre la demanda bioquímica de oxígeno de las aguas de la cuenca. Es decir, el poder degradativo de los componentes del vegetal, provoca carencia o demanda bioquímica de oxígeno, que es requerida por otros organismos para llevar a cabo su metabolismo.

La demanda bioquímica de oxígeno, se presentó con un rango de 4,21 a 8,69 ppm. Si se considera que corresponde a la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, necesario para la oxidación bioquímica aeróbica de las sustancias orgánicas presentes en el agua, la DBO5 es por tanto un buen indicador de la calidad general del agua y concretamente de la contaminación orgánica. Valores de la DBO5 superiores a 10 ppm, son característicos de aguas muy contaminadas y valores menores de 3 ppm indicarían una contaminación muy débil. Por todo lo anterior estamos hablando de aguas con cierto grado de afectación en el poder degradativo de los componentes orgánicos que en ella se encuentran, acentuándose este en algunos casos como lo es el de una alta densidad de pomarrosa en muchos puntos del estudio.

Estudios como este no han sido reportados ni en la provincia ni en el país, considerando la presencia de una especie como posible foco contaminante de algún tipo de agua, pero si han reportado estudios como el de (León Coro, 2001), donde diagnostica la carga contaminante vertida por un grupo de focos contaminantes evaluados en la cuenca del río Cuyaguaje, pero no considerando a una especie forestal en específico, si no respecto a (carga generada, carga reducida, carga dispuesta y población equivalente), que son los parámetros que generalmente se tienen en cuenta para evaluar el comportamiento de la DQO y la DBO.

Análisis de la demanda química de oxígeno. (DQO).

La demanda química de oxígeno (DQO), es la cantidad de oxígeno consumido por las materias existentes en el agua y oxidables en condiciones operatorias definidas. Esta medida corresponde a una estimación de las materias oxidables presentes en el agua, cualquiera que sea su origen, orgánico o mineral (hierro ferroso, nitritos, amoniacos, sulfuros y cloruros).

El vertimiento de aguas residuales domésticas o industriales incrementa el contenido de materia orgánica en el agua, aumentando la DQO con la consecuente disminución del oxígeno disuelto. Las aguas residuales domésticas suelen contener entre 250 y 600 ppm de DQO. Las aguas no contaminadas tienen valores de DQO de 1 a 5 ppm.

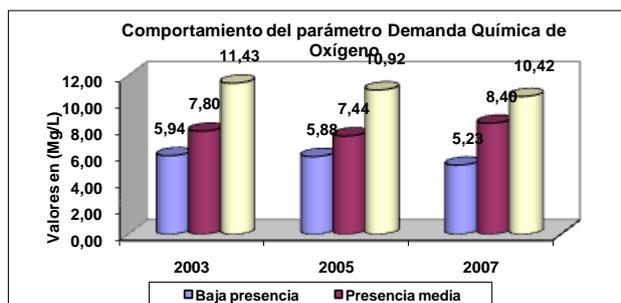


Fig. 5- Comportamiento del (DQO), demande química de oxígeno para los 3 años.

El parámetro demanda química de oxígeno, muestra un comportamiento muy similar al anterior, con relación a la estabilidad en el tiempo.

Aquí los valores permisibles, están entre uno y cinco, y en las parcelas del estudio asume valores que van desde valores cercanos o superiores a seis, hasta valores superiores a once. Es decir, aun para las parcelas de escasa presencia de la especie, los valores obtenidos están fuera de los rangos permisibles para el uso del agua en diferentes usos, por presentar muy mala calidad.

Se puede constatar a su vez, que la especie tiene una influencia muy marcada en la demanda química del oxígeno, siendo responsable directo por la mala calidad de la aguas en el periodo de estiaje en los ecosistemas que han sido estudiados.

Se señala además, que por insuficiencia de oxígeno, la vida de especies de otros organismos, se hace extremadamente difícil en este período, provocando serios problemas a la diversidad existente en esos ecosistemas.

De igual manera que en el caso anterior, se toma como referencia comparativa el estudio realizado en la principal cuenca hidrográfica de la provincia, la cuenca del Cuyaguaje por (León Coro, 2001).

Comportamiento de los parámetros en el año 2003.

Este año 2003, fue el año de la primera recogida de datos, que se realizó siempre en el período de estiaje, para evitar que el agua de escorrentía influyera directamente sobre la deposición de desechos sólidos de la especie en esta agua estancadas, y así tener con mayor precisión sobre la incidencia de esta sobre algunos parámetros indicadores de calidad de agua en esta parte de la cuenca.

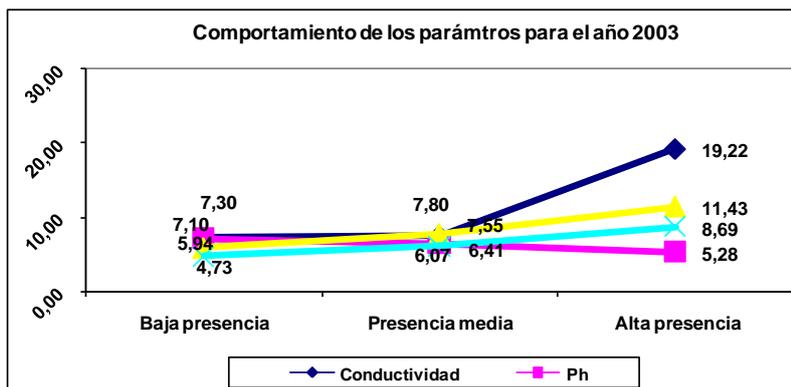


Fig. 6- Comportamiento de los cuatro parámetros el año 2003.

En este año, las mayores variaciones se presentan en el punto con altas densidades de población de la especie *Syzygium jambos* D.C, acentuándose en los valores de conductividad, siendo estos los que presentan mayores diferencias, sin descartar que en los otros dos puntos analizados también presentarían sus ligeras variaciones, en todos los parámetros estudiados.

Comportamiento de los parámetros para el año 2005.

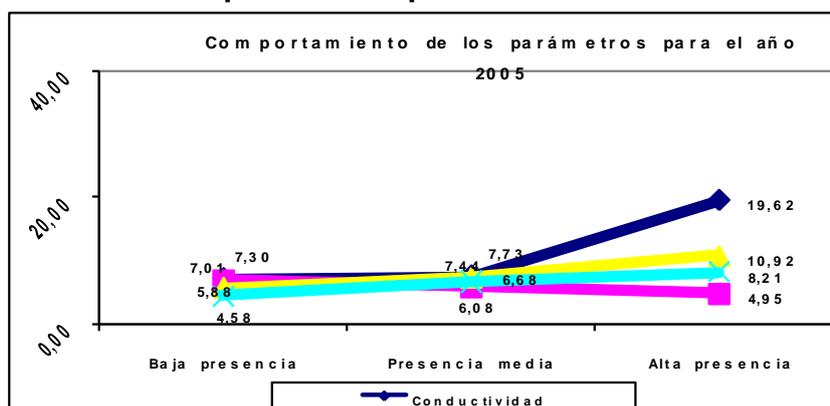


Fig. 7- Comportamiento de los cuatro parámetros el año 2005.

En el segundo año las variaciones se mantienen muy similares al primero, pero con ligeros aumentos o disminuciones según corresponda con la forma de cambios sufrida por los diferentes parámetros, esto se debió presumiblemente al aumento de las poblaciones de la especie, pues considerando la capacidades de germinación, rebrotes, unidos al poder invasor que se le confiere a esta especie, en dos años pueden ocurrir grandes transformaciones en los ecosistemas que den al traste con estos cambios.

Comportamiento de los parámetros en el año 2007.

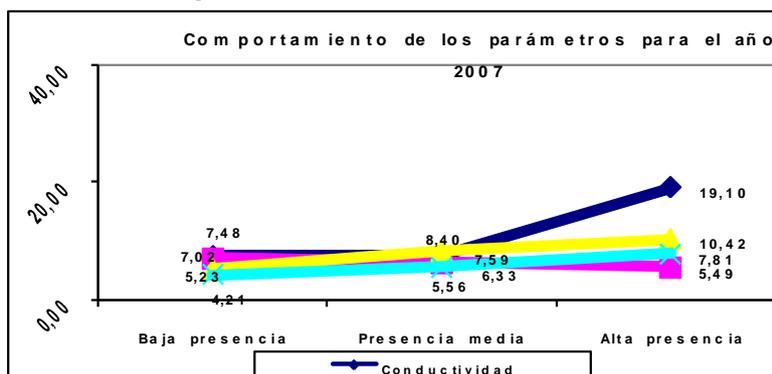


Fig. 8- Comportamiento de los cuatro parámetros el año 2007.

Mihras que en el año 2007 los valores también se mantenían con la misma tendencia a la variación pero con ligera tendencia a la disminución, debido a que en esta etapa la especie se encontraba bajo el ataque de una enfermedad que afectaba su floración y por consecuencia su fructificación, disminuyendo de este modo la cantidad de desechos de la planta que se acumulaban en potencia en esta agua.

Análisis estadísticos de los resultados, de los parámetros indicadores de calidad de agua.

Se realiza la prueba de normalidad con la aplicación del test de Kolmogorov-Smirnov, para la elección del análisis a realizar, en cumplimiento de este primer requisito.

Tabla. 1- Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra 1.

		CONDUCT	PH	DQO	DBO
N		450	450	450	450
Parámetros normales(a,b)	Media	1143,51	6,1851	8,0171	6,1778
	Desviación típica	570,112	,93711	2,30810	1,68084
Diferencias más extremas	Absoluta	,292	,067	,128	,125
	Positiva	,292	,067	,128	,125
	Negativa	-,168	-,062	-,078	-,066
Z de Kolmogorov-Smirnov		6,191	1,412	2,713	2,654
Sig. asintót. (bilateral)		,000	,037	,000	,000

a: La distribución de contraste es la normal.

b: Se han calculado a partir de los datos.

Los valores obtenidos para el test, muestra que para los parámetros conductividad, demanda química y biológica de oxígeno, están fuera de los límites de confianza y por tanto se rechaza la hipótesis, no siendo así para los valores de ph medidos para las tres situaciones del experimento.

A continuación se analizará el comportamiento gráfico de los cuatro parámetros que han sido estudiados, tomando como referencia de comparación las tres situaciones ecosistémicas diferentes que se presentan en el estudio.

Para el parámetro conductividad.

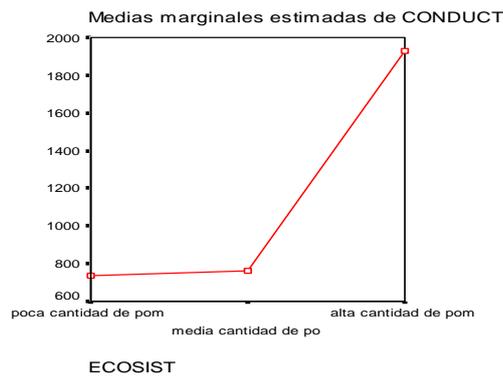


Fig. 9- Comportamiento de la conductividad respecto a las tres situaciones ecosistémicas. El comportamiento gráfico del parámetro nos indica que en las situaciones con poca y media cantidad de la especie, el desempeño es bastante estable, no siendo así para las situaciones donde existe alta cantidad de la especie, donde toma valores elevados demostrando las diferencias tan significativas para las dos situaciones expresadas.

Para el parámetro ph.

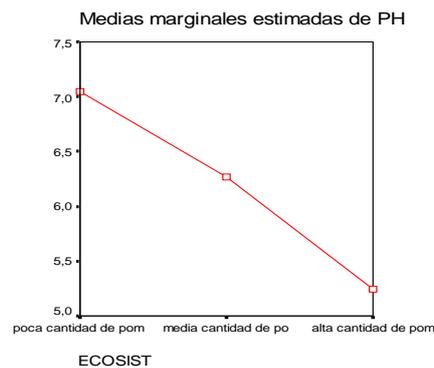


Fig. 10- Comportamiento del ph respecto a las tres situaciones ecosistémicas.

El comportamiento gráfico del parámetro indica que comienza con valores muy altos para la primera situación de poca presencia de la especie, desciende de forma significativa hacia las situaciones de media y alta presencia de la especie, es decir también existe una marcada diferencia en su comportamiento para las tres situaciones del estudio, notándose un comportamiento inverso con relación al comportamiento del parámetro anteriormente analizado.

Para la demanda química de oxígeno. (DQO).

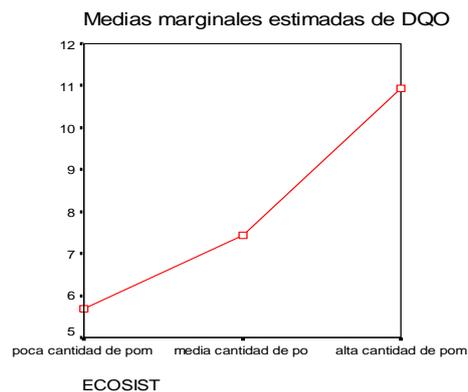


Fig. 11- Comportamiento de la (DQO) demanda química de oxígeno, respecto a las tres situaciones ecosistémicas.

Para este parámetro, demanda química de oxígeno se comienza con valores muy bajos y se mantiene en ascenso, mostrando su mayor diferencia para las situaciones donde se presentan la mayor cantidad de la especie. Esto indica que existen diferencias significativas para las tres situaciones que se evalúan dentro del estudio.

Para la demanda biológica de oxígeno. (DBO).

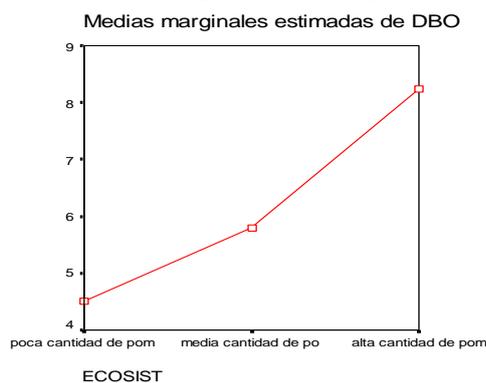


Fig. 12- Comportamiento de la (DBO) demanda bioquímica de oxígeno, respecto a las tres situaciones ecosistémicas.

El parámetro demanda biológica de oxígeno tiene un comportamiento muy similar al anterior, con la diferencia que los valores medios para la situación de máxima cantidad de la especie, los valores son un poco menos elevados que en el caso anterior.

A continuación se realiza un análisis de correlación, siguiendo a Spearman, por la posición inicial de los datos que no cumplan con la condición de normalidad.

Tabla. 2- Correlaciones entre los parámetros estudiados.

			ECOSIS	AÑOS	COND.	PH	DQO	DBO
Rho de Spearman.	ECOSIST	Coeficiente de correlación	1,000	,000	,755(**)	-,809(**)	,941(**)	,930(**)
		Sig. (bilateral) N	.	1,000 450	,000 450	,000 450	,000 450	,000 450
	AÑOS	Coeficiente de correlación	,000	1,000	-,003	,003	-,162(**)	-,157(**)
		Sig. (bilateral) N	1,000 450	.	,951 450	,948 450	,001 450	,001 450
	CONDUC.	Coeficiente de correlación	,755(**)	-,003	1,000	-,681(**)	,702(**)	,700(**)
		Sig. (bilateral) N	,000 450	,951 450	.	,000 450	,000 450	,000 450
	PH	Coeficiente de correlación	-,809(**)	,003	-,681(**)	1,000	-,787(**)	-,762(**)
		Sig. (bilateral) N	,000 450	,948 450	,000 450	.	,000 450	,000 450
	DQO	Coeficiente de correlación	,941(**)	-,162(**)	,702(**)	-,787(**)	1,000	,970(**)
		Sig. (bilateral) N	,000 450	,001 450	,000 450	,000 450	.	,000 450
	DBO	Coeficiente de correlación	,930(**)	-,157(**)	,700(**)	-,762(**)	,970(**)	1,000
		Sig. (bilateral) N	,000 450	,001 450	,000 450	,000 450	,000 450	.

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

El primer resultado que se muestra correlaciona al ecosistema con el parámetro conductividad, la cual es una correlación muy alta, con signo positivo, con un nivel de significación de un 99%. Esto indica que en la medida en aumento el número de individuos de la especie que se estudia, en esa misma medida, debe aumentar la conductividad de las aguas en este período de estiaje, fundamentalmente provocado por la descomposición de las partes de las plantas que se descomponen dentro de esas aguas estancadas.

La segunda correlación que se presenta, es la correlación de las situaciones del estudio, clasificadas como ecosistemas con el pH del agua. En este caso, también se presenta una correlación muy alta, pero con signo negativo, es decir, es una correlación inversa, que significa que en la medida en que se aumenta el número de individuos de la especie en ese mismo sentido, debe disminuir el pH de las aguas para esta situación. Esto implica, que las aguas al disminuir el pH, se tornan más ácidas, por el efecto de descomposición antes mencionado, y que va en detrimento del efecto, que sobre las aguas de este río, pueden tener las escorrentías en tiempos lluviosos.

Las siguientes correlaciones se refieren a las situaciones con los parámetros demanda química y biológica de oxígeno. En este caso, las correlaciones son positivas, mucho más elevada que el parámetro conductividad, lo que indica que también el número de individuos de la especie, tiene una influencia negativa sobre el comportamiento de estos parámetros. En la medida en que aparece más numerosa la especie en la vegetación de ribera, más se afecta la demanda química y biológica de oxígeno, afectando significativamente otros procesos químicos y biológicos que se desarrollan en estas aguas, en este período de estiaje.

Por último se correlacionan los años de la experiencia con las situaciones y los parámetros que se miden, donde se muestran correlaciones muy bajas con signos positivos o negativos indistintamente.

Estos resultados estadísticos demuestran el efecto negativo que tiene la presencia excesiva de esta especie en la vegetación de ribera sobre la calidad de las aguas y de forma muy significativa sobre el parámetro conductividad.

Conclusiones.

1. Los parámetros indicadores de calidad de agua estudiados: pH, conductividad y las demandas químicas y bioquímicas de oxígeno, son alterados por la influencia directa de la especie *Syzygium jambos D.C*, pomarrosa, en esta porción de la cuenca.
2. El uso de estas aguas puede ocasionar trastornos metabólicos para los organismos vivos, por lo que se debe hacer un estudio más detallado en este sentido dada su moderada contaminación.

Bibliografía

1. Coley, P. (1983). Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest Ecol. Monog. 53:209-233.
2. Coro, J.J. (2001). Nuevas perspectivas para el uso del agua y la gestión de los recursos vegetales en la cuenca del río Cuyaguaje. Tesis en Opción al Grado Científico de Doctor En Ciencias Ecológicas. Mención Desarrollo Sostenible Conservativo de Bosques Tropicales Manejo Forestal y Turístico.
3. Chirino, Alicia *et al.*, (2003). Calidad de agua. Estudio preliminar de los parámetros físicos y químicos del agua cruda del río San Antonio del municipio Miranda, Estado Falcón, Venezuela,
4. Nilsson M. (1994). Separation of allelopathy and resource competition by the boreal dwarf shrub *Empetrum hermaphroditum* Oecologia 98:1-7.
5. Rivera, N.R *et al.*, (2004). La Calidad de las Aguas en los Ríos Cautín e Imperial, IX Región-Chile. Rev. Información Tecnológica. Vol.15 N.5-2004, págs.89-101.
6. Rosenthal G, Berenbaum M. (1991). Herbivores, Their Interactions with Secondary Plant Metabolites. 2nd ed. Vol. 1. San Diego/CA: Academic Press.