

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIRIQUI
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTA
ESCUELA DE BIOLOGIA



**LAS DIATOMEAS COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA, EN
LOS RÍOS ESCÁRREA Y GARICHÉ, DISTRITO DE BUGABA, CHIRIQUÍ**

ELABORADO POR
LELYS ANGELICA QUINTERO R. CIP. 4-741-183
LORENA VEGA GOMEZ CIP. 4-778-1391

ASESORES
DR. ALFREDO SOLER
UNIVERSIDAD DE PANAMA

M.Sc. ANGELICA RODRIGUEZ
M.Sc. MARITZA VEGA
UNACHI

TRABAJO DE GRADUACION PARA OPTAR AL TITULO DE
LICENCIATURA EN BIOLOGIA

CIUDAD DE DAVID, DISTRITO DE DAVID
PROVINCIA DE CHIRIQUI
REPUBLICA DE PANAMA

2013

AGRADECIMIENTO

Le damos gracias a Dios, Todopoderoso, por permitirnos el don de la vida, por darnos las fuerzas y la voluntad de poder culminar con esta parte de nuestra vida. También le damos gracias a Dios por nuestros padres por darnos ese ánimo para seguir adelante ante los obstáculos de la vida. Gracias a nuestros profesores que fueron las mejores guías en nuestros estudios y buenos consejeros. Y gracias a la sociedad en donde crecimos que dio su pequeño aporte para fuéramos unas personas de bien para nuestro país.

Lelys Angelica Quintero Rojas

y Lorena Vega Gómez

RECONOCIMIENTO

Queremos hacer el reconocimiento al Doctor y profesor Alfredo Soler y a su equipo de trabajo al Profesor Edilberto Aguilar y a la profesora María Pérez, de la Universidad de Panamá; por su invaluable ayuda diaria en nuestra investigación por todos sus conocimientos adquiridos a través de sus consejos y clases de estudios. No podemos dejar de reconocer a la profesora Angélica Rodríguez y a la profesora Maritza Vega por sus aportes a nuestra investigación, al equipo de profesores de la Escuela de Biología de la Universidad Autónoma de Chiriquí, por su incondicional ayuda. Además debemos reconocer a nuestras familias en especial a nuestras madres que no dejaron de darnos la motivación para seguir adelante y culminar con esta meta.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios por su gran obra de creación, la cual podemos admirar y más por las diatomeas. También está dedicado a nuestras familias principalmente a nuestros padres y hermanos. Está dedicado en especial a nuestras hijas Rihannys y Gabriela, también a nuestras maestras de primaria y profesores de secundaria por la base que nos inculcaron para poder alcanzar esta meta. Sin dejar de dedicarles este a todos los docentes de la universidad en especial a nuestros asesores por su paciencia y dedicación.

Lelys Angélica Quintero Rojas

y Lorena Vega Gómez

INDICE GENERAL

	Página
LISTA DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
INDICE DE LÁMINAS DE ICONOGRAFIA.....	x
RESUMEN.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	4
1. ECOLOGÍA DE LAS DIATOMEAS.....	4
2. BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DE AGUAS DULCES.....	6
3. ESTUDIOS HECHOS EN REGIONES TROPICALES.....	7
4. ESTUDIOS HECHOS EN COLOMBIA Y PANAMA.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
1. AREA DE ESTUDIO.....	10
2. DESCRIPCIONES DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN LOS RÍOS ESCÁRREA Y GARICHÉ.....	13
3. RECOLECTA Y PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS.....	14
4. IDENTIFICACION, CONTEO Y ANALISIS DE LOS DATOS.....	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE DIATOMEAS ENCONTRADAS ENTRE LOS RÍOS ESCÁRREA Y GARICHÉ EN LAS ESTACIONES SECA Y LLUVIOSA.....	18
RELACIÓN DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANOM-WINNER CON	

LOS PARAMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS.....	25
RESULTADOS DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD, RIQUEZA DE ESPECIES Y EQUIDAD DE LOS RÍOS ESCÁRREA Y GARICHÉ.....	33
IDG DE LOS RIOS ESCÁRREA Y GARICHÉ EN LAS ESTACIONES LLUVIOSA Y SECA.....	34
ICONOGRAFIA DE LAS DIATOMEAS DEL RÍO ESCÁRREA Y GARICHÉ.....	39
CONCLUSIONES.....	73
RECOMENDACIONES.....	75
BIBLIOGRAFÍA.....	76
ANEXOS.....	81
ICONOGRAFÍA DE LAS DIATOMEAS DE LOS RÍOS ESCÁRREA Y GARICHÉ.....	85

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo, seleccionadas en las cuencas alta, media y baja de la subcuenca río Gariché y la cuenca 104 río Escárrea Bugaba, Chiriquí, Panamá.....	10
Cuadro 2. Descripción orográfica de la cuenca 104 río Escárrea y subcuenca río Gariché (afluente de la cuenca 102) Fuente Atlas Ambiental ANAM, 2008.....	12
Cuadro 3. Cuadro comparativo de riquezas de especies, índice de diversidad de Shanom-Winner y Equidad en la cuenca alta, cuenca media y cuenca baja del río Gariché para las estaciones lluviosa y seca.....	33
Cuadro 4. Cuadro comparativo de riquezas de especies, índice de diversidad de Shanom-Winner y Equidad en la cuenca alta, cuenca media y cuenca baja del río Escárrea para las estaciones lluviosa y seca.....	33
Cuadro 5. IDG comparativo entre las estaciones seca y lluviosa de las cuencas alta, media y baja de los ríos Escárrea y Gariché.....	34
Cuadro 6. Especies de diatomeas más abundantes en los ríos de Escárrea y Gariché en las estaciones seca y lluviosa en la cuenca alta, media y baja.....	106

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de los ríos Escárrea y Gariché con las estaciones de muestreo. Las estaciones de muestreos se desglosan en el Cuadro 1...	11
Figura 2. Representación gráfica de la comparación de la abundancia de las diatomeas entre las estaciones seca y lluviosa en la cuenca alta(a), media (b) y baja(c) del río Gariché.....	19
Figura 3. Representación gráfica de la comparación de la abundancia de las diatomeas entre las estaciones seca y lluviosa en la cuenca alta (a), media (b) y baja (c) del río Escárrea.....	22
Figura 4. Diversidad de Shanom-Winner vs. altitud entre los ríos en estudio.....	26
Figura 5. Diversidad de Shanom-Winner vs pH en la estación lluviosa en los ríos estudiados. a. Escárrea, b. Gariché.....	27
Figura 6. Diversidad de Shanom-Winner vs Temperatura en la estación lluviosa en los ríos estudiados. a. Escárrea, b. Gariché.....	28
Figura 7. Diversidad de Shanom-Winner vs. Conductividad en la estación lluviosa entre los ríos en estudio.....	29
Figura 8. Diversidad de Shanom-Winner vs Sólidos totales en la estación lluviosa en los ríos estudiado. a. Escárrea, b. Gariché.	30
Figura 9. Diversidad de Shanom-Winner vs Turbiedad en estación lluviosa en los ríos estudiados. a. Escárrea, b. Gariché.....	31

Figura 10. Diversidad de Shanom-Winner vs DQO en estación lluviosa en los ríos estudiados. a. Escárrea, b. Gariché.....	32
Figura 11. Índice Diatomológico (IDG) de los ríos Escárrea y Gariché en la estación seca.....	35
Figura 12. Morfología y simetría de dos grupos de diatomeas.....	81
Figura 13. Las estrías y sus formas.....	81
Figura 14. Materiales utilizados en los muestreos.....	82
Figura 15 Fotografías de los sitios de muestreo.....	83
Figura 16 Fotografías de los sitios de muestreo.....	84

INDICE DE LÁMINAS DE LA ICONOGRAFÍA

LAMINA I.....	86
LAMINA II.....	88
LAMIINA III.....	90
LAMINA IV.....	92
LAMIINA V.....	94
LAMINA VI.....	96
LAMINA VII.....	98
LAMINA VIII.....	100
LAMIINA IX.....	102
LAMINA X.....	104

RESUMEN

Se realizó un estudio en los ríos Escárrea y Gariché del distrito de Bugaba, provincia de Chiriquí, donde se realizaron dos muestreos para cada una de las estaciones (seca y lluviosa) para ambos ríos, se consideraron las cuencas alta, media y baja. Llevando a cabo un total de 24 muestreos. Los resultados fueron los siguientes: las diatomeas más abundantes en el río Gariché para la estación seca se identificaron fueron: *Staurosira* sp., *Fragilaria frankophila*, *Fragilaria ulna*, *Ropalodia rupestris* y para la estación lluviosa: *Frustulia romboides*, *Melosira* cf. *varians*, *Staurosira* sp., *Geissleria schoenfeldii* y *Nitzschia paleaeformis*. Las diatomeas más abundantes en el río Escárrea para la estación seca fueron: *Cocconeis placentula* var. *Euglypta*, *Ropalodia gibberula*, *Cymbella turgidula*, *Fragilaria goulardii* y *Fragilaria ulna*; y para la estación lluviosa: *Nupela praesipua*, *Geissleria schoenfeldii*, *Cymbella turgidula*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula erifuga* y *Nitzschia palea*. El Índice de Shannon Wiener con mayor valor para el río Gariché fue 3.02 y el valor más bajo 2.26; y el índice de Shannon Wiener con mayor valor para el río Escárrea fue 3.75 y el valor más bajo fue 2.12. Se dio el índice mas alto en la estación lluviosa y el más bajo en la estación seca para ambos ríos. El índice diatomológico general (IDG) para la estación seca se obtuvo el valor más alto en el río Escárrea con 4.28 y el valor más bajo se obtuvo para la estación lluviosa en el río Gariché con 2.66. Las especies de diatomeas mencionadas anteriormente son consideradas como especies bioindicadores lo que indicó una posible variable de la calidad de las aguas en ambos ríos en estudios. Además de la ganadería, la agricultura y las actividades antropogénicas es posible que afecten a la población de las diatomeas y a medida que se siga

incidiendo en estos factores ambientales en la calidad de agua de los ríos Escárrea y Gariché.

I. INTRODUCCION

Las diatomeas son un grupo de algas microscópicas extenso tanto en lo que se refiere al número de especies (Barber & Haworth, 1994) como en su distribución. Constituye el grupo más importante del fitoplancton debido a que contribuyen con la productividad de los sistemas (Anónimo). Poseen una pared constituida por sílice (Cubas, 2008), lo que facilita su fosilización, aunque no se trata de un grupo arcaico pero, en la actualidad se considera que aparecieron en el periodo cretácico (Barber & Haworth, 1994).

La presencia de paredes de sílice es una de las características más importantes en las diatomeas, ya que facilitan la fijación de sus valvas o esqueletos para la identificación y estudio de cada especie (Taylor *et al.*, 2005; Barber & Haworth, 1994). La pared celular es muy ornamentada y llamativa. Los patrones son tan precisos que han sido utilizados para calibrar instrumentos como los objetivos de los como microscopios.

Las diatomeas, se encuentran separadas en dos categorías sobre la base de la simetría de la valva:

- a) Las diatomeas céntricas: son aquellas que tienen una simetría radial.
- b) Las diatomeas pennadas en su mayoría tienen una simetría bilateral. Muchas diatomeas pennadas (no todas) tienen un rafe, lo que es una ranura longitudinal. Las diatomeas pennadas sin rafe se les denomina arrafídeas, en algunas diatomeas arrafídeas, existe un pseudorrafe

(termino que cambio a línea axial), que es una línea que corre a lo largo del eje longitudinal de las células, el cual, a veces, se puede confundir con un rafe verdadero.

Las diatomeas se pueden clasificar según el número de rafe de la siguiente manera:

1. Birráfidias: posee rafe en las dos valvas.
2. Monorráfidias: posee rafe en una sola valva.
3. Arráfidias: no posee rafe en ninguna de las dos valvas.

En esta investigación la mayoría de las especies encontradas en las áreas de estudio fueron diatomeas con simetría bilateral del grupo de las pennadas ya que son de sistemas de aguas continentales (Taylor *et al.*, 2005).

La pigmentación se refleja por tener clorofila *a* y *c*, con la fucoxantina como el principal pigmento accesorio. Esto contribuye a la apariencia parda brillante. (Arrocha, 2004). Los principales caracteres diagnósticos para identificar un individuo de cualquier especie de diatomea son los siguientes:

- a) *Número de estrías*: se considera el número de estrías de la parte terminal de la valva en las diatomeas por que difiere entre el número de estrías de la parte central. Al igual se cuentan el número de estrías en la parte central (Krammer & Lange-Bertalot, 1986; Taylor *et al.*, 2005).
- b) *Morfología del rafe*: es importante esta característica ya que se considera si la valva tiene o no rafe dentro de la clasificación de las diatomeas. La forma o

morfología del rafe varía entre una especie u otra (Krammer & Lange-Bertalot, 1986; Taylor & Archibald, 2007).

- c) *Morfología de la valva*: este carácter es el más relevante en el momento del diagnóstico. Ya que las diatomeas poseen características morfológicas muy parecidas y al tomar en cuenta la forma valvar nos ayuda a identificar con más precisión el género.
- d) *Longitud de la valva*: es importante medir las valvas, ya que existe un rango de medidas para cada género y especies.
- e) *Ancho de la valva*: al igual que la longitud es complementario medir el ancho de la valva (Krammer & Lange-Bertalot, 1986, 1988).

El objetivo de esta investigación fue, determinar la calidad del agua en los ríos Escárrea y Gariché, utilizando las diatomeas como bioindicadores, relacionándolas con los parámetros físicos químicos y antropogénicas de las áreas de estudios, utilizando una base de datos biológicos (iconografías de diatomeas).

II. REVISION DE LITERATURA

1. ECOLOGIA DE LAS DIATOMEAS

En muchos estudios basados en la comparación de los análisis físicos y químicos, con las diatomeas como bioindicadores, resultan ser similares. Por lo tanto, la importancia de las diatomeas se origina por su capacidad de detectar rápidamente los cambios en su medio (Israde *et al.*, 2006, Gomà *et al.* 2002 y Díaz-Quiróz y Rivera-Rondón 2004).

La productividad de las diatomeas en las aguas continentales también es importante, aunque existe una mayor competencia entre ellas. Puede llegar a tener altas densidades en la naturaleza.

Las diatomeas constituyen la fuente de alimento para el zooplancton; parece que las paredes de sílice no previenen que sean depredadas. Las diatomeas bénticas generalmente son diatomeas pennadas, y frecuentemente son capaces de moverse por deslizamiento.

Si comparamos la ecología de las diatomeas marinas, la cantidad varía según la época. Las diatomeas de cuerpos de agua continentales se encuentran en sistemas lénticos (lagos y lagunas) y sistemas lóticos (ríos y pequeñas corrientes). La distribución de las poblaciones de diatomeas parece depender de los factores de espacio (vertical y horizontal) y de tiempo (según la estación seca o lluviosa en el caso de zonas tropicales), de acuerdo con nuestras observaciones en campo.

Factores influyentes en las masas de agua circulantes

Temperatura: existe estratificación vertical por ciclo anual de temperatura, pero en opinión del Dr. Soler (comunicación personal), se trata de un factor sobrestimado en nuestro país porque los cambios de temperatura no son tan drásticos como en los países templados.

La estratificación horizontal: no depende estrechamente de la temperatura. Es menos importante en masas de agua de profundidad moderada y más importante en las de poca profundidad.

Luz: su utilización depende de la temperatura, la fotosíntesis máxima se da a una cierta profundidad por debajo de la superficie según la transparencia.

Oxígeno: el agua disuelve mas oxígeno cuanto más baja es la temperatura.

Elementos nutritivos: en aguas muy transparentes hay mayor asimilación a profundidades mayores (mayor penetración de luz) y cantidades de nutrientes debido a proximidad con el fondo.

pH: hábitat ácidos (4.0-6.5): mas especies distintas, pero bajo número de individuos de cada especie. Hábitat básicos (7.5-9.0): mayor abundancia de algas de pocas especies.

Influencia del movimiento del agua: Existe poca influencia en las masas de aguas quietas como los sistemas lénticos. En cambio las masas de aguas circulantes con turbulencias, y corrientes formando ángulos rectos en dirección de las corrientes, se encuentran pequeñas capas casi inmóviles de las comunidades de diatomeas. En el efecto cascada existe un intercambio de gases, que a mayor

turbulencia mayor cantidad de gas disuelto, pero también es menor la cantidad de luz que reciben las diatomeas, las corrientes rápidas arrastran los nutrientes. Existe una sedimentación de nutrientes en ríos y arroyos con corrientes lentas muy similar a los sistemas lénticos.

2. BIOINDICADORES EN LA CALIDAD DE AGUAS DULCES

Las especies indicadoras son aquellos organismos que ayudan a descifrar cualquier fenómeno o acontecimiento que ocurre y está relacionado con el estudio de un ambiente. Las especies tienen requerimientos físico químicos y estructural, cada especie le comprenden determinados límites de estas condiciones ambientales entre los cuales los organismos pueden sobrevivir (límite máximo) crecer (intermedios) y reproducirse (límites más estrechos). Las características de un bioindicador son las siguientes:

- Presentan sensibilidad al medio en que se encuentran.
- Fáciles y rápidos de identificar sus estructuras morfológicas.
- Su ecología ha sido bien estudiada.
- Se conoce claramente su ciclo biológico.
- Presentan poca movilidad.

Es por lo tanto que las diatomeas se utilizan como bioindicadores en la calidad de las aguas ya que ofrecen cualidades tanto físicas como químicas en el momento de estudiarlas. Además las diatomeas ofrecen en la calidad de bioindicador poder

encontrar resultados sobre las condiciones y variables ambientales del pasado, en el momento y a futuro, es decir se encuentran presentes a lo largo de todo el río, durante todo un año y ecológicamente son uno de los grupos más conocidos.

En muchos países del mundo se utiliza como bioindicadores de calidad de aguas en los ríos, a las diatomeas, en Europa como: Italia, Alemania, España entre otros, en países de Norteamérica como Canadá y Estados Unidos y México, también en países de Suramérica como: Colombia, Ecuador, Chile y Argentina se han utilizado para realizar este tipo de investigación y es más que una simple investigación es utilizado como biomonitoreos para poder conservar y prevenir la mala utilización de las masas de aguas de los ríos de grandes países industrializados.

3. ESTUDIOS HECHOS EN REGIONES TROPICALES

En Taylor *et al.* 2007 se han realizado investigaciones en el sur de África desde el comienzo de 1854 hasta la fecha se siguen mejorando las metodologías utilizadas en la recolección fijación e identificación de las muestras de las diatomeas en diferentes sustratos en aguas continentales. Todas utilizadas para los biomonitoreos de la calidad de las aguas.

En la actualidad se siguen realizando estudios de biomonitoreos de los cuerpos de aguas continentales. Otra de las regiones subtropicales estudiadas fueron los

afluentes del río Lerma, México según Velázquez *et al.* s/a. se utilizaron a las diatomeas para evaluar la calidad del agua.

4. ESTUDIOS HECHOS EN COLOMBIA Y PANAMÁ

En los países de Colombia se han realizado investigaciones sobre la calidad de aguas de los ríos más importantes de este país. Según Ramírez & Plata-Díaz, 2007, para la región de Colombia, se comienza en la investigación en calidad de aguas utilizando diatomeas. En los países de Brasil, Argentina, Ecuador, Chile, se han utilizado la composición de las comunidades de diatomeas para valorar los niveles de eutrofización de los sistemas de aguas continentales (Lobo *et al.* 2004).

En Panamá existe investigaciones muy importantes con la aplicación de protocolos en la utilización de bioindicadores como las diatomeas, según Soler *et al.*, 2009 en la cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá se han realizados biomonitoreos en los lagos que abastecen las esclusas del Canal de Panamá desde 2001 hasta la actualidad. Según Moreno, 2006 en trabajos como este hecho en diversos ríos de la región de la provincia de Panamá se utilizan a las diatomeas ya que reflejan las condiciones ambientales de las aguas del Sendero del Charco en el Parque Soberanía. En el 2005 Lange-Bertalot diatomólogo alemán efectuó una investigación en el río Caldera en Boquete donde publicó una lista de especies de diatomeas nuevas para la comunidad científica de

diatomólogos del mundo. Este es uno de los pocos trabajos hechos en la provincia de Chiriquí. Hasta la fecha esta investigación es pionera en el tema de diatomeas.

III. MATERIALES Y METODO

1. AREA DE ESTUDIO

Esta investigación se realizó en la estación lluviosa del mes de noviembre de 2008 hasta la estación seca del mes de mayo de 2009, con una duración de siete meses. El muestreo se realizó una vez para las estaciones lluviosa y otra en la seca. La extensión del área de estudio abarcó los ríos Escárrea y Gariché, en el occidente de la provincia de Chiriquí, en la vertiente del Pacífico de la República de Panamá. Las localidades en estudio se describen en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo, seleccionadas en las cuencas altas, media y baja de la subcuenca río Gariché y la cuenca 104 del río Escárrea, Bugaba, Chiriquí, Panamá.

SITIOS DE MUESTREO	ALTITUD (m.s.n.m.)	COORDENADAS GEOGRAFICAS	
		NORTE	OESTE
1. Nacimiento del río Escárrea	700	8° 37'35.58''	82° 39'17.06''
2. Cuenca media del río Escárrea, paso de las adjuntas, balneario dos ríos, Bugaba.	166	8° 29'48.71''	82° 38'40.14''
3. Cuenca baja Escárrea, puente vía Alanje-Santo Tomas terrenos de la familia Araúz.	61	8° 25'20.82''	82° 37'40.50''
4. Nacimiento de Gariché, Balneario La Fuente, Volcán.	1290	8° 46'23.53''	82° 37'46.68''
5. Cuenca media río Gariché, balneario Gariché, vía interamericana hacia la frontera panamá-Costa Rica.	52	8° 29'18.30''	82° 46'18.06''
6. Cuenca baja río Gariché, finca Familia De León, las Azules de Gariché.	32	8° 27'16.97''	82° 46'31.04''

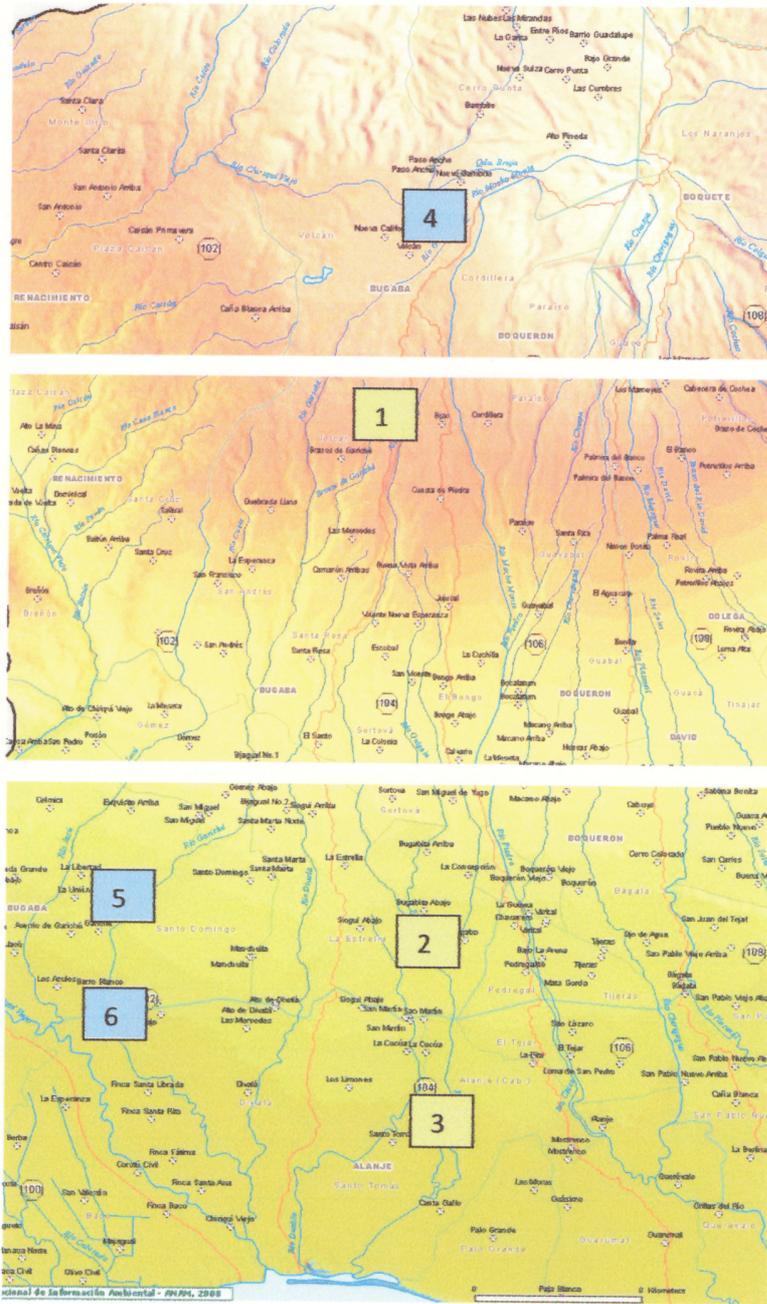


Figura 1. Ubicación de los ríos Escárrea y Gariché con las estaciones de muestreo. Las estaciones de muestreo se desglosan en el cuadro 1.

En el área de estudio se pudo observar características que se sustentan en el Atlas Ambiental, 2008 de la Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá, detallados en el CUADRO 2.

CUADRO 2. Descripción orográfica de la cuenca 104 río Escárrea y la subcuenca río Gariché (afluente de la cuenca 102), fuente atlas ambiental ANAM, 2008.

Descripción	Río Escárrea (cuenca 104)			Subcuenca Río Gariché (cuenca 102)		
	Cuenca alta (estación 1)	Cuenca media (estación 2)	Cuenca baja (estación 3)	Cuenca alta (estación 4)	Cuenca media (estación 5)	Cuenca baja (estación 6)
Orográfica						
Climatología	Clima oceánico de montaña baja	Clima subecuatorial con estación seca	Clima tropical con estación seca prolongada	Clima tropical de montaña media y alta	Clima tropical con estación seca prolongada	Clima tropical con estación seca prolongado
Precipitación	5,400-5,700	2,400-2,700	2,101-2,400	4,200-2,700	2,400-2,700	
Temperatura	22.1°C-24°C	26.4°C-26.5°C	26.5°C-27°C	24.1°C-24.5°C	26.4°C-26.5°C	26.5°C-27°C
Zonas de vida	Bmh-pm	Bth-pm	Bh-t	Bmh-t	Bh-t	Bh-t
Vegetación	SPA	SPA	SPB	SPA	SPA	SPB

En las cuencas estudiadas existen cuatro áreas de actividades antropogénicas:

Agropecuario I: es de uso preferiblemente agrícola. Ganadero agropecuario II: es de uso agrícola con limitaciones; ganadero; plantaciones forestales. Vida silvestre I: bosques protectores; bosques productores; o propuestas en áreas boscosas. Uso forestal: preferiblemente plantaciones.

2. Descripciones de las estaciones de muestreo en los ríos Escárrea y Gariché

Estación 1: ubicada en la cuenca alta del río Escárrea, con sistema lótico, se encuentra en el área de estudio más elevada, en terrenos ganaderos de la familia Fundora, Finca Doña Adelaida. Forma parte de la cabecera del río Escárrea, posee un riachuelo que se encuentra en medio de pendientes de terreno de tierra negra y escasamente pedregosa.

Estación 2: ubicado en la cuenca media del río Escárrea, balneario Dos Ríos en el corregimiento de Bugaba. Posee un caudal mayor en esta zona, tiene un sustrato rocoso arenoso. Existe una gran incidencia humana por las actividades recreativas que se dan en el balneario además, de la carretera y puente que conduce a diversas comunidades.

Estación 3: se ubicó en la cuenca baja del río Escárrea en el corregimiento de Santo Tomás, carretera que lleva a Canta Gallo. Es una zona con suelo muy erosionado por las crecientes que presenta el río en las estaciones lluviosas y por la escases de arboles de galería, presenta un tapiz de poaceas por la actividad ganadera que se practica en la Finca de la familia Araúz. Posee un sustrato arenoso pedregoso, aquí disminuye el caudal.

Estación 4: se ubicó en la cabecera del río Gariché, corregimiento de Volcán, Balneario La Fuente, en esta zona se observo poca concurrencia por los bañistas por el deterioro que sufre este nacimiento del río, existen casas alrededor donde

evacuan sus desechos a la orilla de la fuente, mas hacia adelante se forma un estanque de agua y se mantiene un microsistema lentic antes de comenzar el arroyo de esta subcuenca. Este arroyo posee un sustrato pedregoso limoso, existen viveros y viviendas alrededor.

Estación 5: se ubicó en la cuenca media del río Gariché, en el corregimiento de Gariché, cruza en la carretera interamericana, tiene el Balneario Gariché. En el área existe un sustrato pedregoso semiarenoso. Se observo una incidencia humana, contaminación por desechos orgánicos, de plásticos, latas, papeles y cartones entre otras. En esta zona desemboca una quebrada con aguas turbias de color amarillo verdoso, llamada Alto Chiquero. Existe actividad ganadera.

Estación 6: se ubicó en la cuenca baja del río Gariché, en la comunidad de Las Azules, en terrenos de la Finca de la familia De León. En esta zona se practica la ganadería y la agricultura. Este terreno presenta una progresiva erosión del suelo por las crecidas del rio en estación lluviosa cada año, se calcula la perdida de hectáreas por erosión. Posee un sustrato arenoso pedregoso.

3. Recolecta y procesamiento de las muestras

La recolección de las diatomeas se realizó en 6 estaciones en las cuencas: alta, media y baja de los ríos Escárrea y Gariché, dos veces por cada estación: lluviosa y seca, lo que hizo 24 giras durante el estudio.

Se utilizó el método de colecta para diatomeas de Taylor *et al.*, 2005. Éste método consiste en seleccionar un área en las estaciones de muestreo. En la colecta se utilizó frascos de vidrio con tapas previamente etiquetados, cepillos de dientes, botella de agua, formalina al 10 % para preservar las diatomeas anexos Figura 1.

En el área de colecta se seleccionaron piedras de tamaños uniformes, para cepillarlas y luego envasar las muestras. Se tomaron 3 replicas para cada estación de muestreo. Las muestras obtenidas se fijaron en formalina al 10%. Luego de obtenidas las muestras se procesaron en el laboratorio del Instituto de Oceanografía y Limnología de la Universidad de Panamá. En el procesamiento de las muestras se empleó el método de limpieza de Müller & Ferrando, 1956 y el método de Taylor *et al.*, 2005. En el procesamiento de las placas fijas se utilizó el método de Müller & Ferrando, 1956, Soler *et al.*, 2008.

4. Identificación, conteo y análisis de los datos.

En el conteo de las diatomeas se utilizaron dos microscopios OLYMPUS BX 50 con cámara NIKON COOLPIX 995 y en objetivos de 100X con aceite de inmersión. Los registros se tomaron en un libro de anotaciones de las características principales de las diatomeas en estudio (Anexo, modelo de registros de las diatomeas).

En la identificación se utilizaron iconografías de Krammer & Lange-Bertalot, 1986, Krammer & Lange-Bertalot, 1988. También se utilizaron libros descriptivos iconográficos de los autores Lange-Bertalot, 2000, 2005, Lange-Bertalot y Levkov, 2009.

En el proceso de identificación de las diatomeas, utilizó el formato de conteo al azar con una muestra de 400 valvas para cada estación de muestreo y para cada río estudiado, y cada valva de le tomaron las siguientes mediciones: largo y ancho de la valva, número de estrías, presencia o no de rafe, número de estrías en el ápice de la valva, número de estrías en el área central de la valva.

Luego terminado el conteo, se procedió a calcular la abundancia de las especies de diatomeas para cada cuenca y en cada estación del año, se graficó y comparó los valores.

Se analizaron muestras de agua donde se midió pH, temperatura, conductividad, sólidos totales, turbiedad y DQO, en los laboratorios del IDAAN en la ciudad de David, con la colaboración del Químico Lic. Franklin Araúz por falta de reactivos no se logró realizar otros parámetros de esta índole. Por falta de recursos solo se realizó estas mediciones durante la estación lluviosa.

Luego se procedió a calcular los índices biológicos: índice de diversidad de Shanom-Winner (H'), índice de equitatividad ($H'/\ln S'$), riqueza de especies (S') y Índice diatomológico general (IDG). Luego de calcular los índices biológicos,

éstos se relacionaron en graficas con los parámetros físico-químicos. Luego se interpretaron los resultados.

Luego de analizar los datos se procedió a la recopilación de la primera base de datos de diatomeas en la provincia de Chiriquí, en los ríos de Escárrea y el río Gariché, distrito de Bugaba. En esta base de datos se realizó un proceso de identificación ya mencionada anteriormente, un inventario de diatomeas que quedaron registradas en este informe final. El registro incluyó una serie de imágenes con sus respectivos autores y mediciones de las especies encontradas en esta investigación. A esta base de datos le llamamos iconografías.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Comparación de la abundancia de las especies de diatomeas encontradas entre los ríos Escárrea y Gariché en las estaciones seca y lluviosa

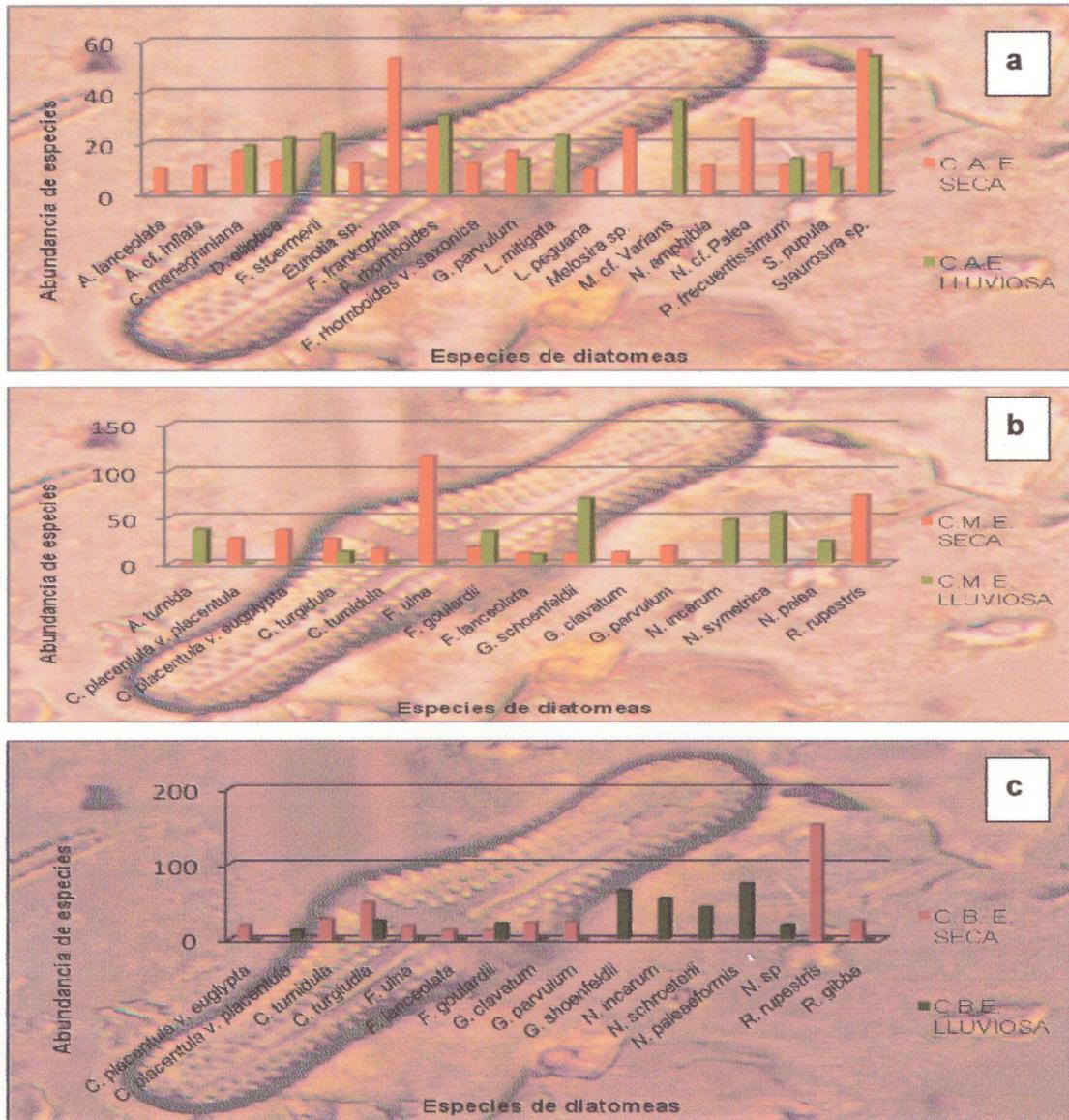


Figura 2. Representación gráfica de la comparación de la abundancia de diatomeas entre las estaciones seca y lluviosa en la C.A.E. Seca y lluviosa: cuenca alta estación seca y lluviosa (a), C.M.E. seca y lluviosa: cuenca media estación seca y lluviosa (b) y C.M.E. seca y lluviosa: cuenca baja estación seca y lluviosa (c) del río Gariché.

La especie de diatomea más abundante identificada para la cuenca alta del río Gariché fue *Staurosira* sp. Encontrada en la estación seca y lluviosa, otras especies identificadas para ambas estaciones: *Gomphonema parvulum* (Kützing) *Planothidium frequentissimum* (Lange-Bertalot) Round & Bukhityarova, *Sellaphora pupula* (Kützing) Mereschkowsky sensu lato, *Frustulia rhomboides* (Ehrenberg) De Toni. Las especies de diatomeas identificadas fueron más numerosas para la estación seca que para la estación lluviosa en la cuenca alta del río Gariché. Figura 2(a). Estas especies son consideradas como indicadoras en la calidad de las aguas (Bere & Tundisi, 2011).

Las especies más abundante son: *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot y *Ropalodia rupestris* (W. Smith) Krammer identificadas en la estación seca de la cuenca media. En la estación lluviosa las especies más abundantes pertenecen al género *Navicula* Bory de St. Vincent 1822. Las especies identificadas para ambas estaciones solo fueron cuatro: *Cymbella turgidula* Grunow, *Fragillaria goulardii* (Brebisson) Lange-Bertalot, *Fragillaria lanceolata* (Kützing) Reichardt, *Geissleria schoenfeldii* Hustedt (Figura 2(b)).

La especie más abundante en la cuenca baja: *Ropalodia rupestris* (W. Smith) Krammer identificada en la estación seca y para la estación lluviosa fue la especie *Geissleria schoenfeldii* (Hustedt) Lange-Bertalot & Metzeltin. Las especies presentes para ambas estaciones del año fueron: *Cymbella turgidula* Grunow, *Fragilaria goulardii* (Brebisson) Lange-Bertalot (Figura 2(c)).

Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing fue la especie identificada para las tres cuencas: alta, media, baja del río Gariché. Las especies presentes en cuenca media y baja: *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Cocconeis placentula v. euglypta* (Ehrenberg) Grunow *Cymbella tumidula* Grunow in A. Schmidt et al., *Cymbella turgidula* (Grunow in A. Schmidt et al.), *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Fragilaria goulardii* (Brébisson) Lange-Bertalot *Gomphonema clavatum* Ehrenberg, *Ropalodia rupestris* (W. Smith) Krammer. Las especies más abundantes para la cuenca media: *Fragilaria goulardii* (Brébisson) Lange-Bertalot y para la cuenca baja: *Ropalodia rupestris* (W. Smith) Krammer, todas presentes para la estación seca. *Cymbella turgidula* (Grunow in A. Schmidt et al.) está presente para la estación seca y lluviosa en la cuenca baja y presente para la estación seca en la cuenca media. *Fragilaria goulardii* (Brébisson) Lange-Bertalot está presente en ambas estaciones seca y lluviosa y en ambas cuencas media y baja. *Staurosira* cf. *elliptica* (Schumann) Williams & Round. Esta presente solo en la cuenca alta y en ambas estaciones; y para ésta cuenca *Fragilaria frankophila* presenta en la estación seca. *Cymbella turgidula* (Grunow in A. Schmidt et al.) se presenta en las estaciones seca y lluviosa solo para la cuenca baja.

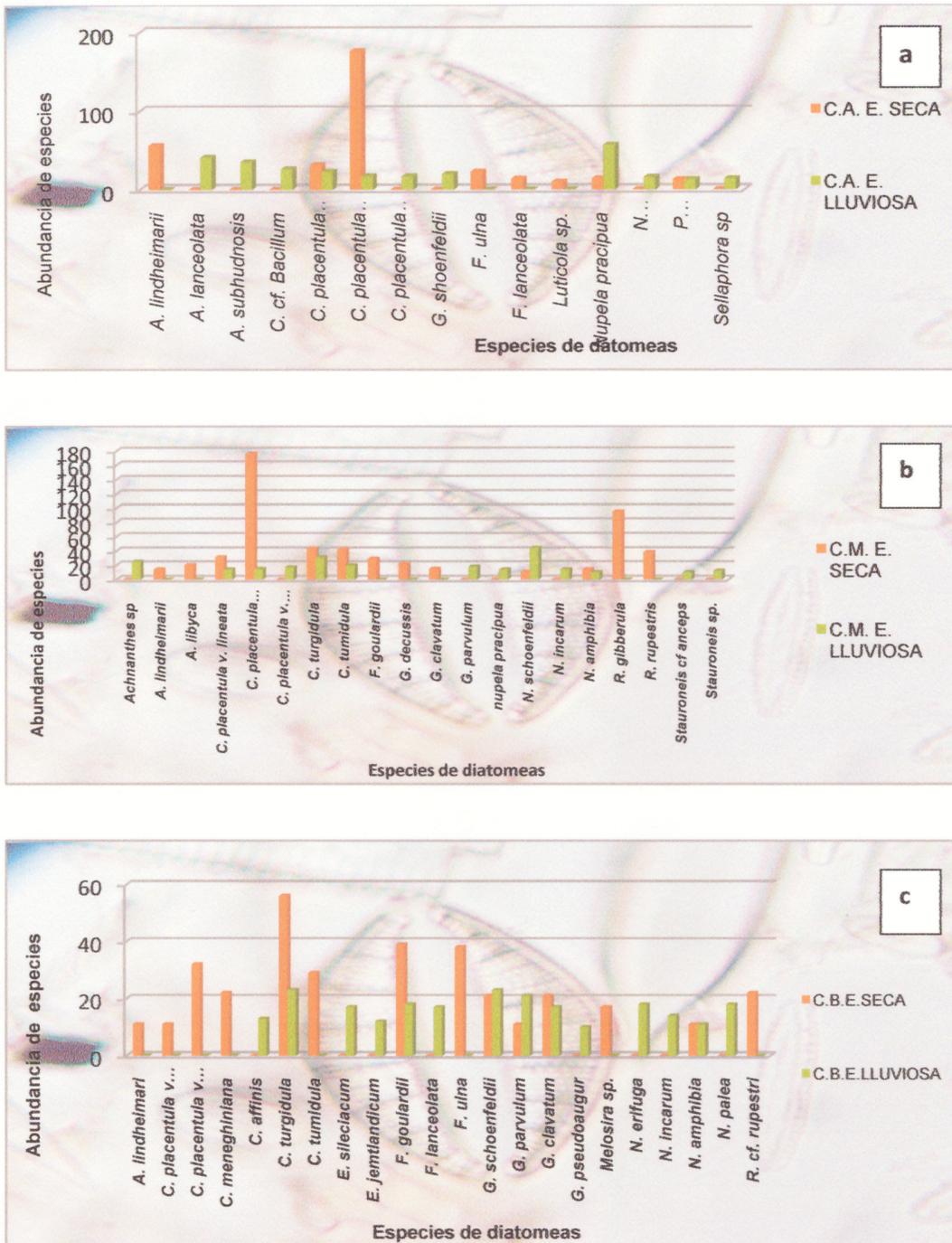


Figura 3. Representación gráfica de la comparación de la abundancia de diatomeas en la C.A.E. seca y lluviosa: cuenca alta estación seca y lluviosa(a), C.M.E. seca y lluviosa. cuenca media estación seca y lluviosa (b) y C.B.E. seca y lluviosa: cuenca baja estación seca y lluviosa (c) del río Escárrea.

Las especies más representativas para la cuenca alta del río Escárrea: *Amphipleura lindheimarii* Grunow, *Cocconeis placentula* v. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow en la estación seca y en la estación lluviosa: *Nupela praecipua* (Reichardt) Reichardt, *Achnanthes lanceolata* (Brebisson) Grunow var. *lanceolata* diatomeas indicadoras en la calidad del agua (Bere & Tundisi, 2011) Especies de diatomeas presentes en ambas estaciones del año: *Cocconeis placentula* v. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck, *Cocconeis placentula* v. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow, *Nupela praecipua* (Reichardt) Reichardt, *Planothidium salvadorianum* (Hustedt) Lange-Bertalot. Siendo la estación lluviosa la más representada por número de especies de diatomeas que en la estación seca (Figura 3(a)).

Cocconeis placentula v. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow representa a la estación seca como la especie más abundante en la cuenca media del río Escárrea, mientras que *Geissleria schoenfeldii* representa a la estación lluviosa en dicha cuenca. Las especies identificadas para ambas estaciones: *Cocconeis placentula* v. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck, *Cocconeis placentula* v. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow, *Cymbella turgidula* Grunow, *Cymbella tumidula* Grunow, *Geissleria schoenfeldii* Husted, *Nitzschia amphibia* Grunow. En las estaciones seca y lluviosa se encuentran igual representada en número de especies más abundantes en la cuenca media del río Escárrea (Figura 3(b)).

En la cuenca baja se ve representada por las especies como más abundantes en la estación seca *Cymbella turgidula* Grunow, en la estación lluviosa *Geissleria*

schoenfeldii Husted; éstas especies se encuentran en ambas estaciones del año. Otras especies que se encuentran en ambas estaciones del año: *Fragilaria goulardii* (Brebisson) Lange-Bertalot, *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing, *Gomphonema clavatum* Ehrenberg, *Nitzschia amphibia* Grunow. Las estaciones seca y lluviosa en la cuenca baja del río Escárrea se encuentran representadas de igual número de especies de diatomeas Figura 3(c).

Si comparamos las tres cuencas alta media y baja solo encontramos cuatro de las mismas especies: *Amphipleura lindheimarii* Grunow, *Cocconeis placentula* v. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck, *Cocconeis placentula* v. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow, *Geissleria schoenfeldii* (Husted). Entre las cuencas alta y media solo está *Nupela praesipua*. La cuenca alta con la baja esta el género *Fragilaria*. Existen más número de especies de diatomeas entre las cuencas media y baja: *Cymbella turgidula* Grunow, *Cymbella tumidula* Grunow, *Gomphonema clavatum* Ehrenberg, *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing, *Navicula incarum* Lange-Bertalot & Rumrich, *Nitzschia amphibia* Grunow, *Ropalodia rupestris* (W. Smith) Krammer. Las especies que se encuentran exclusivamente en las cuencas alta: *Achnanthes subhudnosis*, *Caloneis* cf. *bacillum* (Grunow) Cleve, *Luticola* sp., *Planothidium salvadorianum*, *Sellaphora* sp., cuenca media: *Amphora libyca*, *Geissleria decussis* (Husted) Lange-Bertalot, *Ropalodia gibberula* (Ehrenberg) O. Müller, *Sellaphora* cf. *anceps*, *Stauroneis* sp. En la cuenca baja: *Cyclotella meneghiniana* Kützing, *Cymbella affinis* Kützing, *Encyonema sileciacum* (Bleisch)

DG Mann, *Encyonema jemtlandicum*, *Gomphonema pseudoaugur* Lange-Bertalot, *Melosira varians* Agardh.

Relación del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener con los parámetros físicos químicos.

En las siguientes figuras representamos en graficas las relaciones entre el índice de Shannon Wiener (H') entre los puntos de muestreo cuencas altas, media y baja para cada río estudiado y las estaciones seca y lluviosa. Donde la relación entre la estación seca y lluviosa se observa una diferencia con respecto al índice y a los puntos de muestreo (Figura 4).

En la estación seca del río Escárrea el índice de H' indica que es inversamente proporcional a la del río Gariché si lo observamos de cuenca alta a cuenca baja (Figura 4 (a)). En la estación lluviosa es inversamente proporcional al estación seca ya que en el río Escárrea a medida que pasamos por los puntos de muestreos alta, va aumentando el índice de H' hasta llegar al punto cuenca baja, contrario del río Gariché ya que del punto de cuenca alta va disminuyendo el índice de H' hasta llegar al punto de la cuenca baja Figura 4(b).

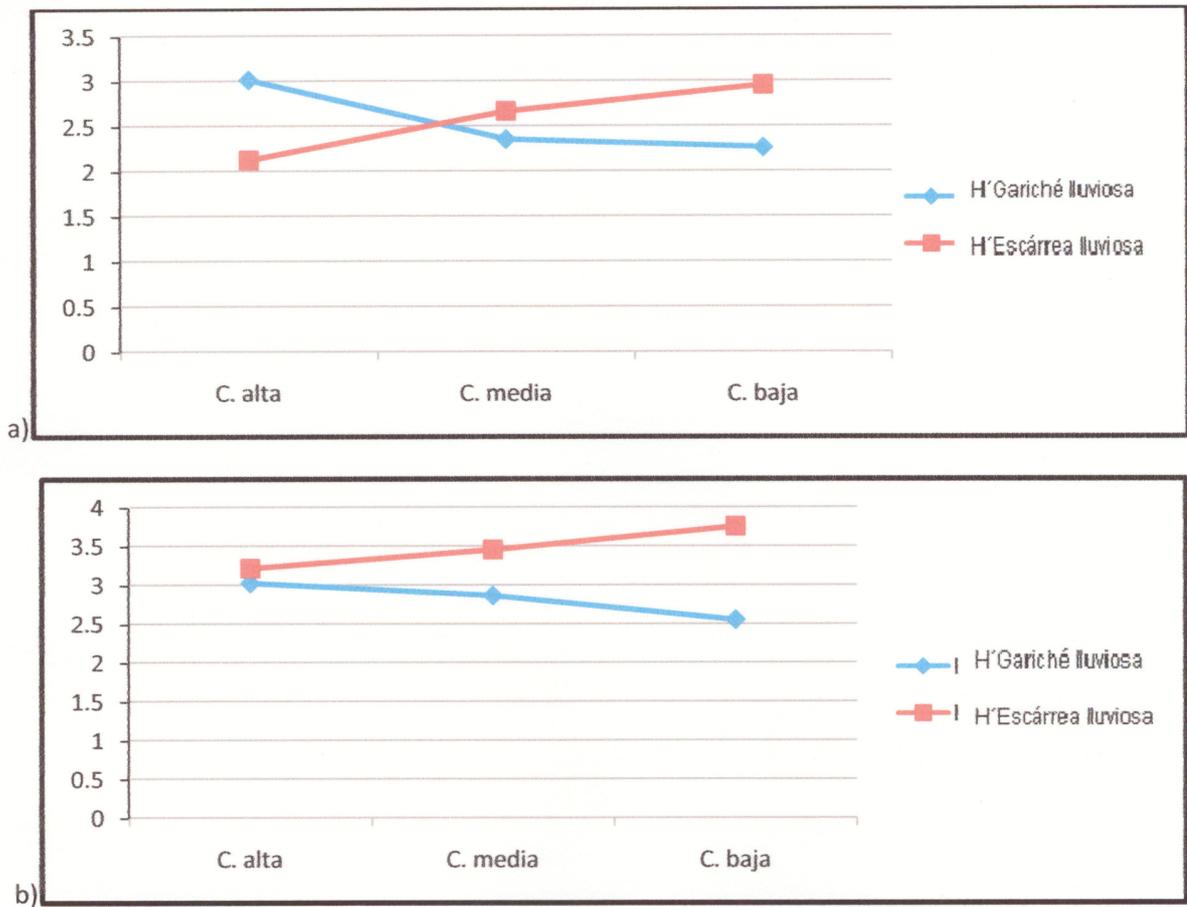


Figura 4. Diversidad de Shannon-Weaver r vs altitud comparadas entre los ríos en estudio.

De acuerdo a los resultados se esperaba que, en estación seca existiera un índice de H' más alto Figura 4 (a), lo que resultó totalmente lo contrario; ya que fue la estación lluviosa donde los índices de H' fueron más elevados Figura 4 (b).

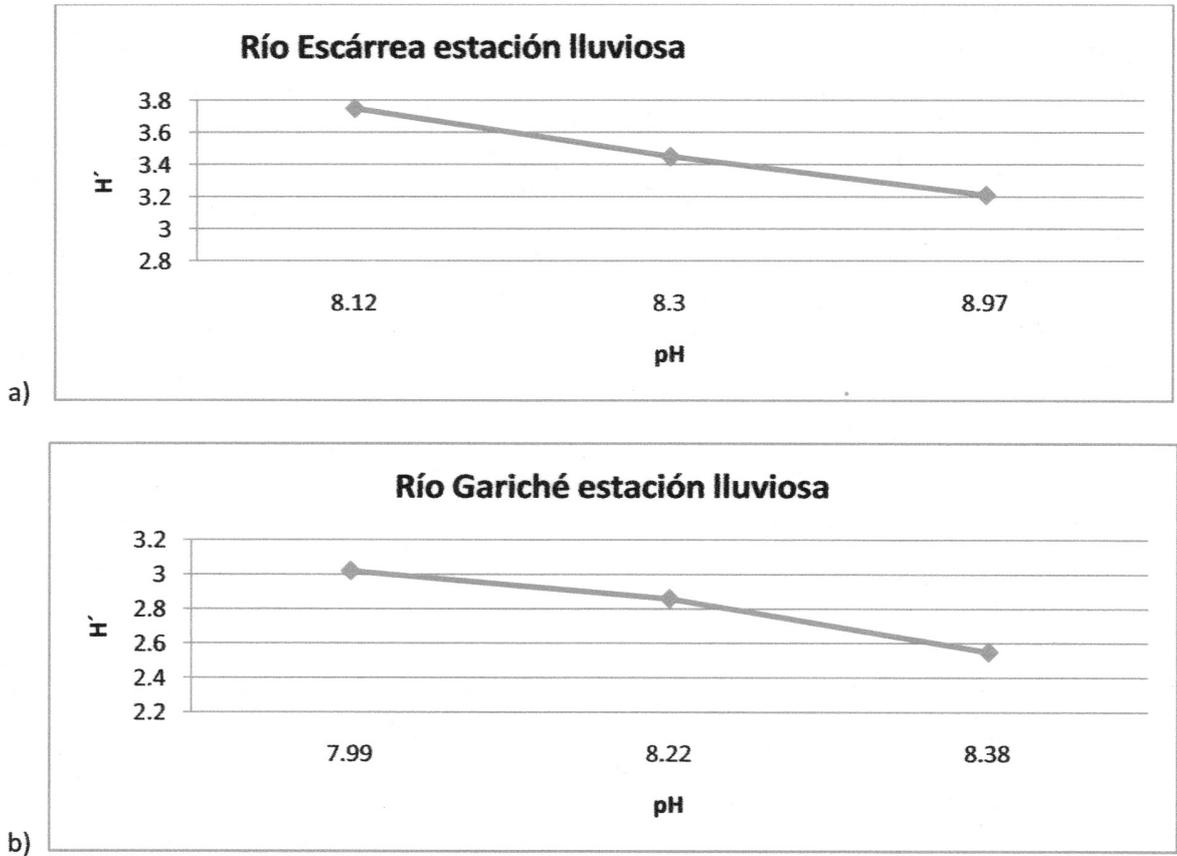


Figura 5. Diversidad de Shannom-Weaver vs pH en la estación lluviosa en los ríos estudiados. a. Escárrea, b. Gariché.

La relación del índice de H' con el pH en la estación lluviosa en el río Escárrea y el río Gariché, el índice de H' va aumentando a medida que bajando los niveles de pH Figura 5 (a, b).

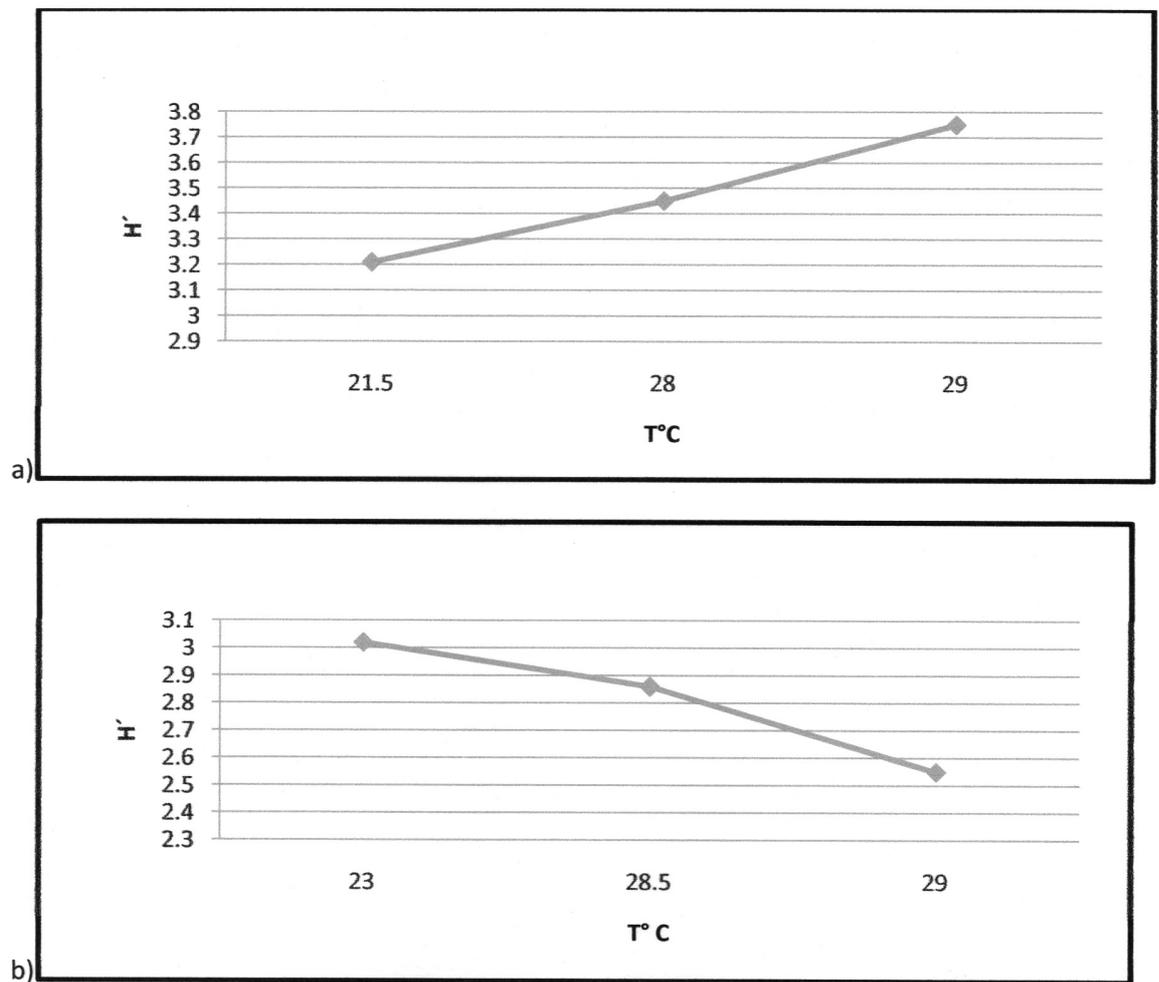


Figura 6. Diversidad de Shannon-Weaver vs Temperatura en la estación lluviosa en los ríos estudiados. a. Escárrea, b. Gariché.

La relación que tiene el índice de diversidad con la temperatura en la estación lluviosa, es inversamente proporcional, a medida que sube la temperatura aumenta la diversidad de especies de diatomeas en cada punto de muestreo Figura 6 (a, b).

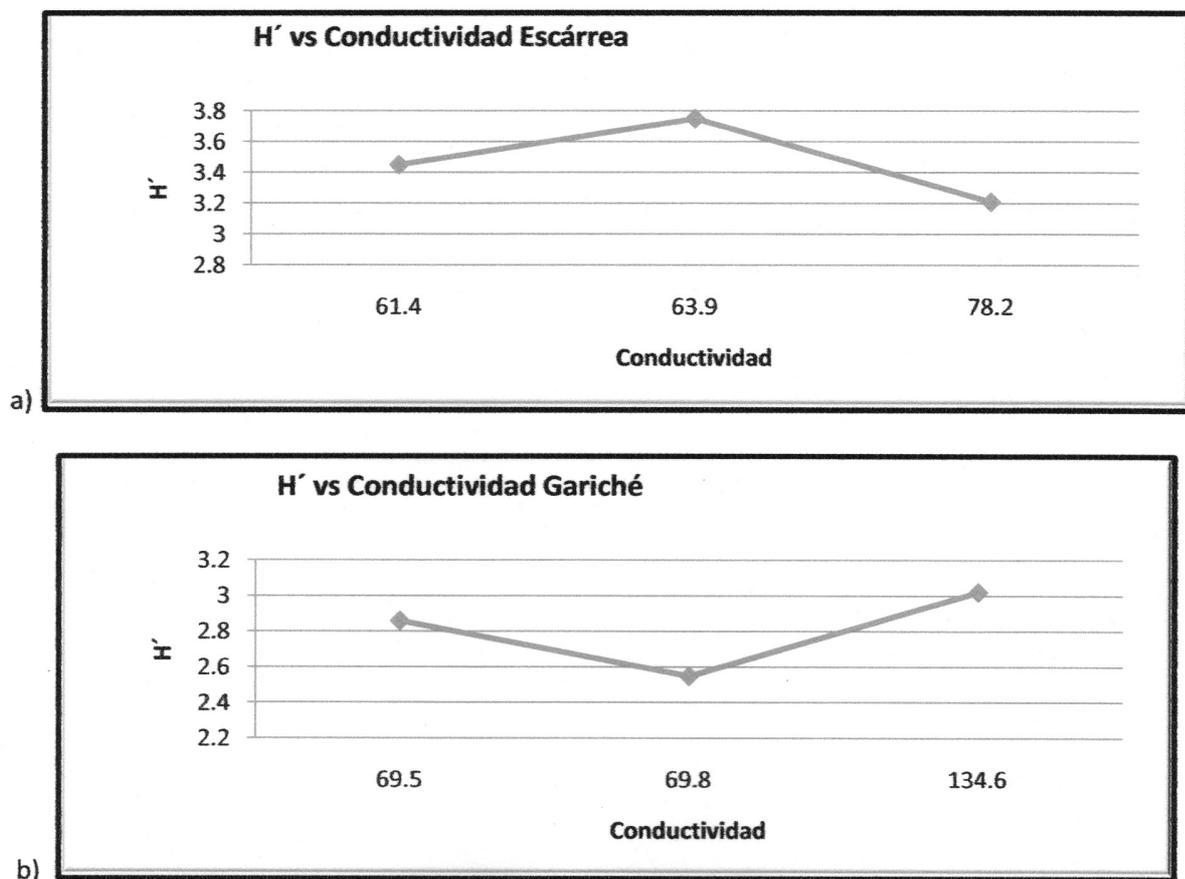


Figura 7. Diversidad de Shannon-Weaver vs la conductividad en la estación lluviosa en los ríos en estudio. a). Escárrea, b). Gariché.

La relación de la conductividad con respecto al índice varía de acuerdo a los puntos de muestreos y entre cada río. En el río Escárrea la diversidad de especies de diatomeas se mantiene media en el punto de muestreo 1, aquí la conductividad es de 61.4, en el punto de muestreo 2 la diversidad aumenta, en el punto de muestreo 3 baja más que en el muestreo 1 y la conductividad fue de 78.2 Figura 7 (a). En el río Gariché los índices son más bajos y se diferencian en cada punto de muestreo. En el punto de muestreo 4 se mantuvo el índice de

diversidad medio y en el punto de muestreo 5, con una diferencia de 0.3 el índice de diversidad tuvo una baja considerable. Mientras en el punto de muestreo 6 la conductividad es de 134.6 y el índice de diversidad es el mayor Figura 7 (b).

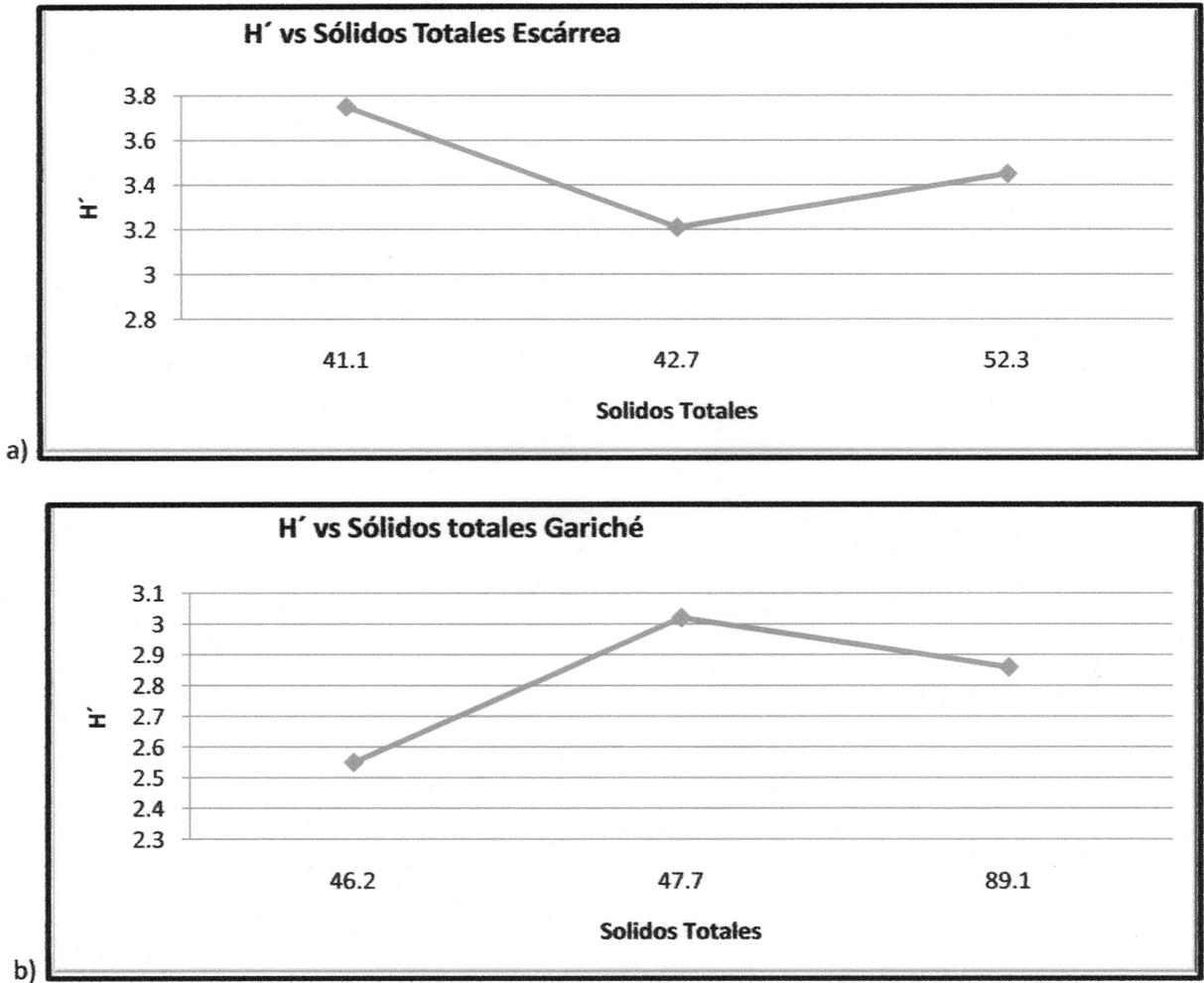


Figura 8. Diversidad de Shannom-Weaver vs Sólidos totales en la estación lluviosa en los ríos estudiado. a. Escárrea, b. Gariché.

Existe una diferencia entre los ríos y los puntos de muestreos con respecto al índice de diversidad y los sólidos totales que indica las graficas que en el punto de muestreo 1 el índice es mayor que el resto de los puntos, en cambio los sólidos

totales es el de menor valor que el resto. Si relacionamos los gráficos entre los ríos en estudio en la cuenca alta de Gariché, punto de muestreo 4 el índice de diversidad es el de menor valor con respecto al Río Escárrea Figura 8 (a, b).

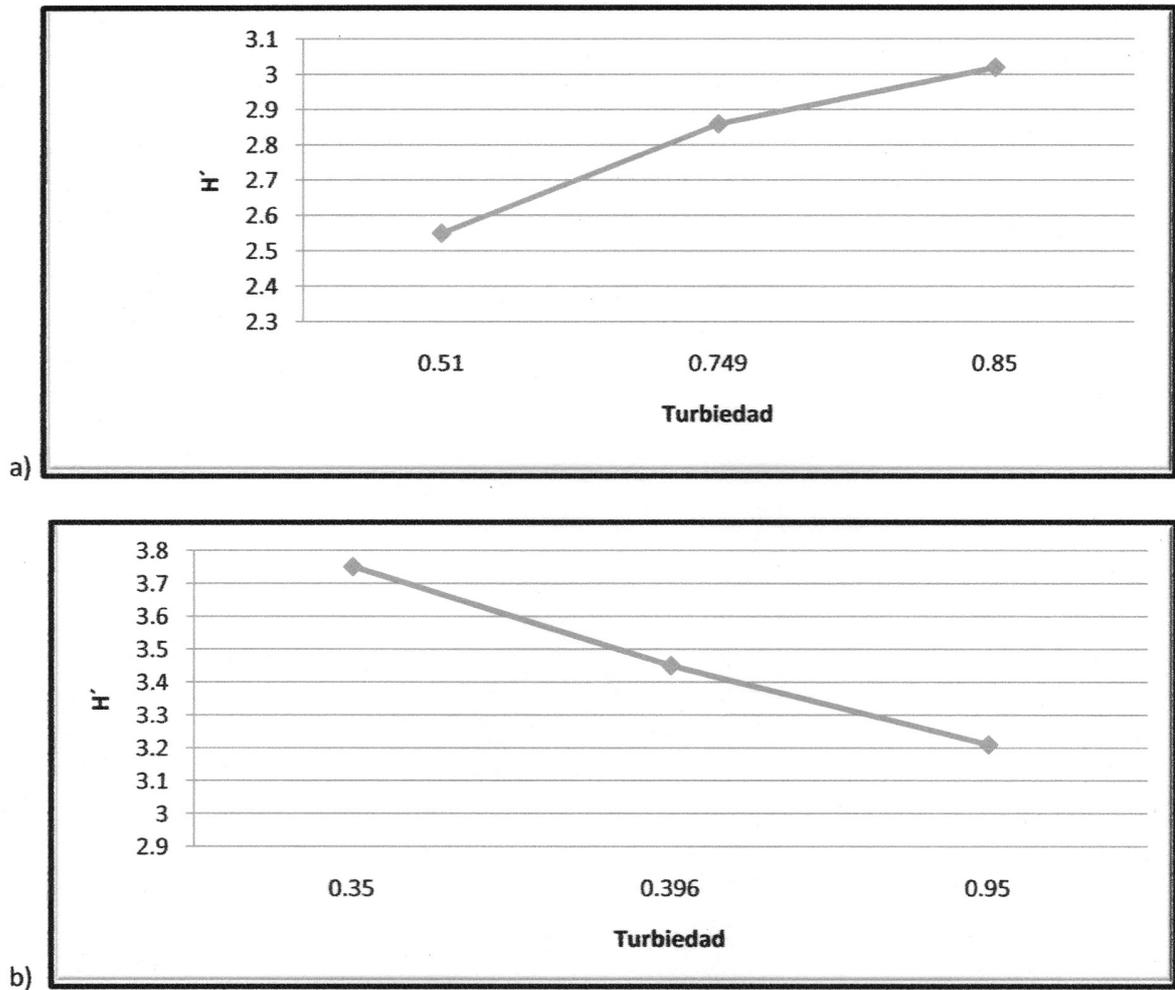


Figura 9. Diversidad de Shannon-Weaver vs Turbiedad en estación lluviosa en los ríos estudiados. a. Escárrea, b. Gariché.

En la turbiedad relacionada con el índice de diversidad en ambos ríos la relación es inversamente proporcional. En el río Escárrea el índice de diversidad aumenta

a medida que aumenta la turbiedad y va bajando de punto de muestreo Figura 9 (a). en el río Gariché ocurre lo inverso, el índice de diversidad disminuye a medida que aumenta la turbiedad y va bajando los puntos de muestreos Figura 9 (b).

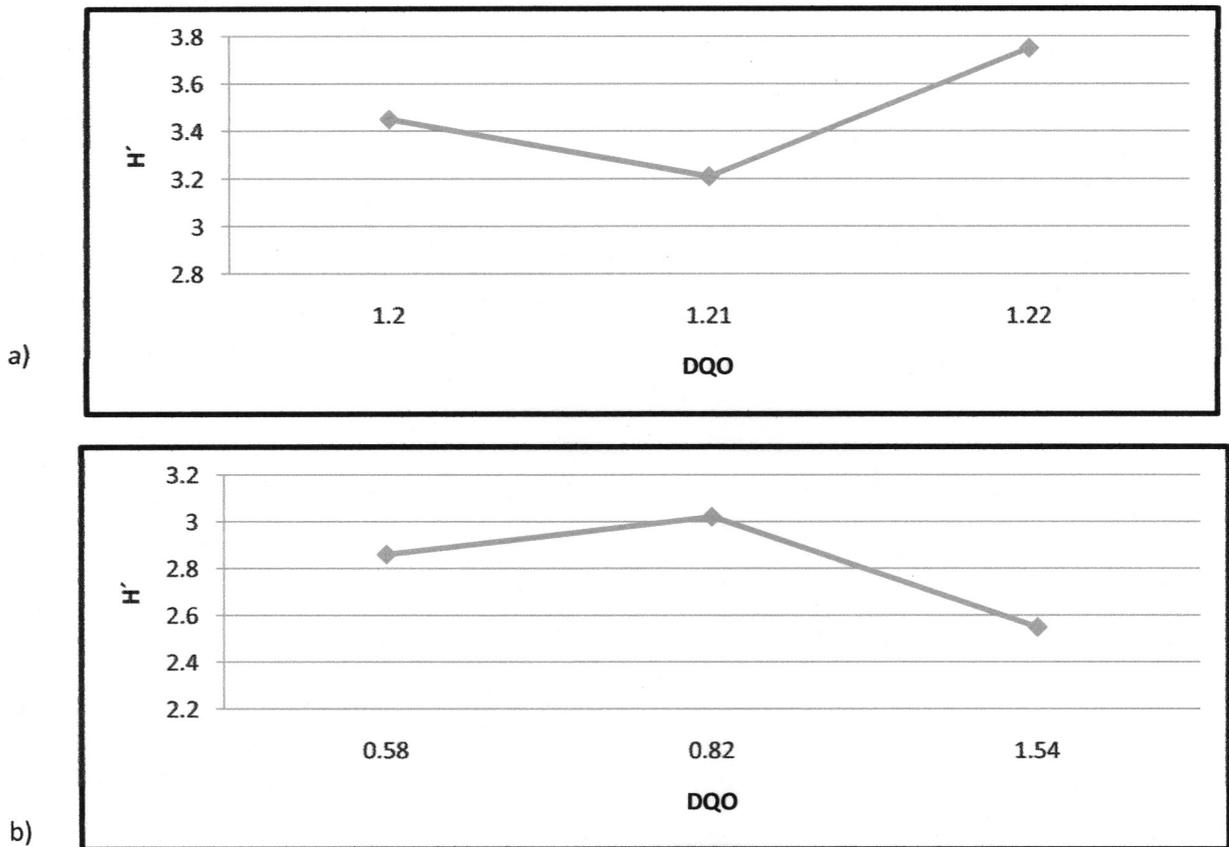


Figura 10. Diversidad de Shannon-Weaver vs DQO en estación lluviosa en los ríos estudiados. a. Escárrea, b. Gariché.

La relación del DQO con el H' , varía entre cada punto de muestreo y cada río en estudio. La prueba de DQO se realizó porque en las cuencas en estudio se practican más la agricultura y ganadería y no la industria, y por el costo más bajo

de la prueba Figura 10(a, b). No se realizó la DBO por falta de reactivos y el costo elevado, además en los ríos no hay contaminación por industrias y materiales orgánicos en exceso, la prueba no lo ameritaba.

Resultados del índice de diversidad, riqueza de especies y equitatividad para los ríos Escárrea y Gariché

CUADRO 3. Cuadro comparativo de riqueza de especies, índice de diversidad y de equidad en la cuenca alta, media y baja del río Gariché para las estaciones lluviosa y seca

RIO GARICHE						
Parámetros	Cuenca Alta		Cuenca Media		Cuenca Baja	
	E. Seca	E. Lluviosa	E. Seca	E. Lluviosa	E. Seca	E. Lluviosa
Riqueza de especies (S')	29	39	20	36	18	28
Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H')	3.01	3.02	2.35	2.86	2.26	2.55
Equidad (H'/lnS)	0.89	0.82	0.79	0.80	0.78	0.77

La riqueza de especies en el río Gariché es más alta en la estación lluviosa en la cuenca alta que en la estación seca. El índice de Shannon-Wiener es más alto

en la cuenca alta e igual para las estaciones seca y lluviosa. La equidad es más alta en la cuenca alta en la estación seca. Los valores de riqueza de especies, índice Shannon-Wiener y equidad van disminuyendo a medida que se baja la cuenca en ambas estaciones del año.

CUADRO 4. Cuadro comparativo de riqueza de especies, índice de diversidad y de equidad para el río Escárrea, en la estación lluviosa y seca de la cuenca alta, media y baja.

RIO ESCARREA						
Parámetros Biológicos	Cuenca Alta		Cuenca Media		Cuenca Baja	
	E. Seca	E. Lluviosa	E. Seca	E. Lluviosa	E. Seca	E. Lluviosa
Riqueza de especies (S')	22	47	28	48	32	61
Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H')	2.12	3.21	2.66	3.45	2.95	3.75
Equidad (H'/lnS)	0.68	0.83	0.79	0.89	0.85	0.91

La riqueza de especies en el río Escárrea se mantiene alta en la estación lluviosa para las cuencas alta, media y baja; la diferencia en la cuenca alta es menor que la cuenca media. En la estación seca va aumentando a medida que se baja la cuenca.

El índice de diversidad es mayor en la estación lluviosa que en la estación seca. A medida que se baja la cuenca va aumentando en ambas estaciones. La

equidad en la estación seca de la cuenca alta es menor que en el resto de las cuencas. Los demás valores de equidad van aumentando a medida que se baja la cuenca.

IDG de los ríos Escárrea y Gariché en las estaciones lluviosa y seca.

CUADRO 5. IDG comparativo entre las estaciones seca y lluviosa de las cuencas altas, media y baja de los ríos Escárrea y Gariché.

Cuencas	Estación Lluviosa		Estación Seca	
	Río Escárrea	Río Gariché	Río Escárrea	Río Gariché
Alta	4.02	4.06	4.28	3.90
Media	4.21	3.18	3.83	3.84
Baja	2.89	2.66	3.85	3.83

Los resultados en la clasificación de la calidad de las aguas según el IDG para las cuencas alta, media y baja en las estaciones seca y lluviosa para los ríos

Escárrea y Gariché están representados en el Cuadro 5. Lo que significa, que en la cuenca alta de la estación lluviosa en el Gariché y Escárrea como en la estación seca solo para el Escárrea la calidad es normal con una polución débil. En la estación seca para la cuenca alta del Gariché, la polución es moderada y existe eutrofización de sus aguas. Existe una pequeña variación en la cuenca media para ambas estaciones del año y entre cada cuenca, en la estación lluviosa para el río Escárrea la calidad es normal, con una polución débil, en el río Gariché existe una polución media con una eutrofización acentuada; y en la estación seca para la cuenca media los ríos Gariché y Escárrea igualan sus resultados con una polución moderada y presencia de eutrofización. Para la cuenca baja los resultados no son los esperados entre la estaciones lluviosa y seca ya que en la estación lluviosa para ambos ríos los resultados son preocupantes ya que existe desaparición de especies sensibles con una polución fuerte; en la estación seca para la cuenca baja no marca una variación de la cuenca media en la misma estación seca.

Índice Diatomológico Genérico en los ríos Escárrea y Gariché

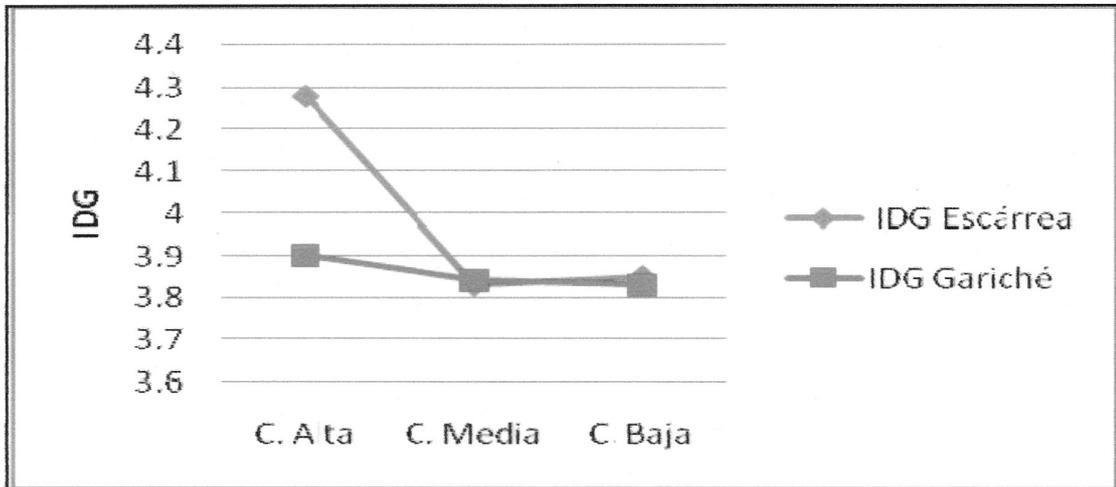


Figura 11. Índice Diatomológico (IDG) de los ríos Escárrea y Gariché en la estación seca.

Se muestra en la Figura 11 el Índice Diatómico Genérico (IDG) más alto se presenta en la cuenca alta del río Escárrea con un valor de 4.28, lo que indica, según los valores estándares del IDG que este río presenta una calidad normal con polución débil, en la estación media de este río, se presenta un valor de IDG de 3.83 lo que es una polución moderada con eutroficación, luego en la cuenca baja tenemos un índice de 3.85 se observa que es ligeramente más alto que el de la cuenca media, pero sigue siendo una polución moderada con eutroficación. La cuenca alta del río Gariché presenta un valor de IDG de 3.90, la cuenca media un valor de 3.84 y la cuenca baja con 3.83, todos estos valores indican una polución moderada con eutroficación. En ambos ríos el IDG se hace menor a medida que baja la altitud, por ende el IDG menor se presenta en las cuencas bajas de ambos ríos del presente estudio. La cuenca alta del Río Escárrea

presenta el IDG más alto, en comparación con la cuenca alta del río Gariché esto se debe a que, en la cuenca alta del río Escárrea aunque hay presencia de agricultura por sembradíos de tomate y también hay pastoreo Figura anexos 13-g de ganado esto no afecta de forma significativa en la calidad del agua, porque el índice se mantiene bastante alto, a diferencia de la cuenca alta del río Gariché el cual presenta un IDG más bajo, esto se debe quizás a que el afluente donde se encuentra este sitio de muestreo presenta una gran incidencia de factores antropogénicos (áreas urbanas, viveros) y cabe destacar que en esta cuenca alta donde se tomaron las muestras existió un balneario muy conocido llamado La Fuente y el cual ya no funciona como tal debido a la eutroficación que se da en el mismo por los factores antes mencionados.

En lo que respecta a la cuenca media del río Escárrea tenemos una polución moderada con eutroficación, Debido a que los organismos acuáticos viven en condiciones físicas y químicas características, y a menudo predecibles, cualquier alteración antropogénica en el medio, repercutirá sobre la distribución y sobrevivencia de los organismos que allí viven (Bernal *et al.*, 2012) . En este punto de muestreo hay factores antropogénicos que afectan significativamente en las poblaciones de diatomeas; tenemos la presencia de un balneario muy concurrido y en áreas aledañas la presencia de ganadería, motivos por los cuales el valor de IDG disminuye lo que nos indica contaminación, luego en la cuenca baja el valor aumenta levemente y esto puede deberse a que la incidencia de

factores que afectan las poblaciones de diatomeas son más altos en la cuenca media que en la cuenca baja.

En las cuencas media y baja del río Gariché el IDG nos indica que hay una polución moderada con eutroficación al igual que la cuenca alta de este río. En la cuenca media hay áreas urbanas muy cerca a las riveras del río, también tenemos la presencia de la carretera panamericana muy cerca a el área de muestreo, hay un balneario muy concurrido y porquerizas aguas arriba del sitio de muestreo. Luego en la cuenca baja el valor de IDG no varió casi en nada y se sigue presentando una polución moderada con eutroficación, en esta área hay actividad ganadera y es una zona rural y hay poca presencia de árboles de galería.

ICONOGRAFÍA DE LAS DIATOMEAS DEL RÍO ESCÁRREA Y GARICHÉ**LAMINA I*****Achnanthes exigua* Grunow in Grunow et Cleve var. *exigua*****Referencias:**

Lange-Bertalot, 2005, Pág. 312, Lámina 34: 12-14; 36: 1

Krammer y Lange-Bertalot, 1989. Pág. 256, Lámina 45

Dimensiones:

Longitud 9.6 μm ; Ancho 4.8 μm ; Estrías 16/10 μm (Lámina I: 1)

Longitud 14.4 μm ; Ancho 4.5 μm ; Estrías 16/10 μm (Lámina I: 2)

Achnanthes inflata* (Kützing) Grunow var. *inflata**Referencias:**

Lange-Bertalot, 2005. Pág. 300, Lámina 28:1-6b

Dimensiones:

Longitud 45 μm ; Ancho 12.6 μm ; Estrías 10/10 μm (Lámina I:3)

Achnanthes lanceolata* (Brebisson) Grunow*Referencias:**

Krammer y Lange-Bertalot, 1989. Pág. 336, Lámina 85:

Dimensiones:

Longitud 18.6 μm ; Ancho 5.4 μm ; Estrías 7-8/10 μm (Lámina I: 4)

Longitud 9 μm ; Ancho 4.2 μm ; Estrías 14-16/10 μm (Lámina I: 5)

Longitud 12.6 μm ; Ancho 4.2 μm ; Estrías 6/10 μm (Lámina I: 6)

Achnanthes linearoides Lange-Bertalot

Sinónimo: *Achnanthes linearis* (W. M. Smith) Grunow

Referencias:

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lámina 27

Dimensiones:

Longitud 19.8 μm ; Ancho 5.4 μm ; Estrías 25/10 μm (Lámina I: 7)

***Achnanthes* sp.**

Referencias:

Lange-Bertalot, 2000. Pág. 284, Lámina 22: 48-57

Dimensiones:

Longitud 11.4 μm ; Ancho 3.6 μm ; Estrías 19/10 μm (Lámina I: 8)

Longitud 12.6 μm ; Ancho 4.2 μm ; Estrías 23/10 μm (Lámina I: 9)

Amphipleura lindheimerii Grunow

Sinónimo: *Amphipleura pellucida* var. *lindheimerii* (Grunow) Cleve

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. Pág. 263, lámina 98: 1-3

Lange-Bertalot, 2005. Pág. 464, Lámina 110: 1,2

Dimensiones:

Longitud 122 μm ; Ancho 21 μm ; Estrías +/-10 μm (Lámina I: 10)

Longitud 124 μm ; Ancho 21.7 μm . (Lámina I: 11 - 12)

Longitud 175 μm ; Ancho 21 μm . (Lámina I: 13)

LAMINA II

Amphora cf. libyca Ehrenberg

Sinónimo: *Amphora affinis* Kützing, *Amphora copulata* (Kützing) Schoeman & Archibald

Referencias:

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lámina 95

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. Pág. 345, lámina 149: 3-11

Dimensiones:

Longitud 25.8 μm ; Ancho 14.4 μm ; Estrías 16/10 μm (completa)

Longitud 25.2 μm ; Ancho 5.4 μm ; Estrías 16/10 μm . un solo frústulo. (Lámina II: 1)

Bacillaria paxilifer (O. F. Müller) Hendeey

Sinónimo: *Bacillaria paradoxa* Gmelin

Referencias:

Lange-Bertalot, 2005. Pág. 644, Lámina 200: 9-13

Krammer y Lange-Bertalot, 1988, Pág. 8, lámina 87: 4-7

Dimensiones:

Longitud 52.8 μm ; Ancho 6 μm ; Estrías 23/10 μm (Lámina II: 2)

Longitud 63 μm ; Ancho 5.6 μm ; Estrías +/-30/10 μm . (Lámina II: 3)

Caloneis cf. bacillum (Grunow) Cleve

Sinónimo: *Navicula fasciata* Lagerstedt; *Caloneis fasciata* (Lagerstedt) Cleve

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. Pág. 390, lamina 173: 9-20

Lange-Bertalot, 2005. Pág. 550, Lámina 153: 4-7

Dimensiones:

Longitud 15.6 μm ; Ancho 4.2 μm ; Estrías 20/10 μm (Lámina II: 4)

Longitud 13.8 μm ; Ancho 4.2 μm ; Estrías 18/10 μm (Lámina II: 5)

Capartograma crucicula (Grunow ex Cleve) Ross

Sinónimo: *Stauroneis brasiliensis* (Zimmerman) Compère

Referencias:

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lamina 39

Dimensiones:

Longitud 30 μm ; Ancho 8.4 μm ; Estrías 23/10 μm . (Lámina II: 6)

Cocconeis placentula var. euglypta (Ehrenberg) Grunow**Referencias:**

Lange-Bertalot, 2005. Pág. 318, Lámina 37: 5, 5RL

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lamina 30

Dimensiones:

Longitud 24 μm ; Ancho 11.4 μm ; Estrías 8/10 μm . (Lámina II: 7)

Longitud 12.6 μm ; Ancho 7.2 μm ; Estrías 23/10 μm . (Lámina II: 8)

Cocconeis placentula* var. *lineata (Ehrenberg) Van Heurk

Referencias:

Lange-Bertalot, 2000. Pág. 302, Lámina 31: 1-2

Lange-Bertalot, 2005. Pág. 320, lamina 38: 1-7

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lamina 30

Dimensiones:

Longitud 39 μm ; Ancho 17 μm ; Estrías 13/10 μm (Lámina II:9,10)

Longitud 20.8 μm ; Ancho 10.4 μm ; Estrías 15-20/10 μm . (Lámina II: 11)

Longitud 30 μm ; Ancho 13.8 μm ; Estrías 13/10 μm (Lámina II: 12)

Longitud 16.8 μm ; Ancho 9.6 μm ; Estrías 14-15/10 μm (Lámina II: 13)

LÁMINA III

Cyclotella meneghiniana Kützing

Sinónimo: *Surirella melosiroides* Meneghini

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1991. Pág. 44, lamina 44: 1-10

Lange-Bertalot, 2007. pag. 270, Lámina 2: 11

Dimensiones:

Diámetro 18 μm ; Estrías μm . (Lámina III: 1)

Diametro 10.8 μm ; Estrías 3-4/10 μm . (Lámina III: 2)

Diametro 12.6 μm ; Estrías 2-3/10 μm . (Lámina III: 3)

Cyclotella stelligera Hustedt

Sinónimo: *Discotella stelligera* (Hustedt) Houk & Klee

Referencias:

Lange-Bertalot, 2000. Pág. 242, lamina 1:3

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lamina 5

Dimensiones:

Diametro 12.6 μm ; Estrías 2-3/10 μm (Lámina III: 4)

Cymbella affinis Kützing

Sinónimo: *Cymbella excisa* Kützing

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. Pág. 314, lamina 125: 1-22; 10:1

Dimensiones:

Longitud 40.8 μm ; Ancho 10.2 μm ; Estrías 10/10 μm . (Lámina III: 5)

Longitud 35.4 μm ; Ancho 10.2 μm ; Estrías 10-13/10 μm (Lámina III: 6)

Cymbella charrua Lange-Bertalot

Referencias:

Lange-Bertalot, 2005. Pág. 484, Lámina 120: 1-4

Dimensiones:

Longitud 83 μm ; Ancho 19 μm ; Estrías 10/10 μm (Lámina III: 7)

Longitud 76 μm ; Ancho 18 μm ; Estrías 5/10 μm . (Lámina III: 8)

Cymbella tumida (Brebisson) Van Heurck

Sinónimo: *Cocconema tumidins* Brébisson Kützing; *Cymbella stomatophora* Grunow

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. Pág. 318, lamina 130: 4-6

Lange-Bertalot, 2000. pag. 470, Lámina115: 8-10

Dimensiones:

Longitud 60 μm ; Ancho 18.4 μm ; Estrías 11-13/10 μm . (Lámina III: 9)

Longitud 49.8 μm ; Ancho 16.2 μm ; Estrías 10-13/10 μm . (Lámina III: 10)

Longitud μm ; Ancho μm ; Estrías μm (Lámina III: 11)

Cymbella tumidula Grunow in A. Schmidt et al.**Referencias:**

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. Pág. 315, lamina 127: 1-7

Dimensiones:

Longitud μm ; Ancho μm ; Estrías μm (Lámina III: 12)

LÁMINA IV

Cymbella turgidula Grunow in A. Schmidt *et al.*

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. Pág. 314, Lámina 126: 4-7

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lámina 79

Dimensiones:

Longitud 38.4 μm ; Ancho 11.4 μm ; Estrías 10/10 μm (Lámina IV: 1)

Longitud 31.2 μm ; Ancho 9.6 μm ; Estrías 9-10/10 μm (Lámina IV: 2)

Longitud 42 μm ; Ancho 10.8 μm ; Estrías 9-10/10 μm . (Lámina IV: 3)

Longitud 31.4 μm ; Ancho 11.4 μm ; Estrías 10/10 μm (Lámina IV: 4)

Diploneis elliptica (Kützing) Cleve

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. Pág. 285, lámina 108: 1-4

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lámina 40

Dimensiones:

Longitud 27.6 μm ; Ancho 14.4 μm ; Estrías 9-10/10 μm (Lámina IV: 5)

Longitud 13.2 μm ; Ancho 9 μm ; Estrías 12/10 μm (Lámina IV: 6)

***Encyonema jemtlandicum* var. *venezolanum* Kramer**

Referencias:

Lange-Bertalot, 2005. Pág. 502, Lámina 129: 1-8, 16

Dimensiones:

Longitud 19.8 μm ; Ancho 6 μm ; Estrías 10/10 μm . (Lámina IV: 7)

Longitud 17 μm ; Ancho 4.8 μm ; Estrías 10/10 μm . (Lámina IV: 8)

***Encyonema neogracile* Krammer**

Sinónimo: *Cymbella gracilis* (Ehrenberg) Kützing

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. Pág. 308, lamina 120: 1-16

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lamina 111

Dimensiones:

Longitud 36.6 μm ; Ancho 5.4 μm ; Estrías 10/10 μm (Lámina IV: 9)

Longitud 27.6 μm ; Ancho 5.4 μm ; Estrías 10-13/10 μm (Lámina IV: 10)

***Epithemia cf. adnata* (Kützing) Brébisson**

Referencias:

Lange-Bertalot, 2005. Pág. 624, Lámina 190: 1-7, 8-11.

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lamina 129

Dimensiones:

Longitud 37.2 μm ; Ancho 7.8 μm ; Estrías 13/10 μm (Lámina IV: 11)

***Eunotia cf. minor* (Kützing) Grunow sp1**

Referencias:

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lamina 20

Dimensiones:

Longitud 29.4 μm ; Ancho 4.2 μm ; Estrías 13/10 μm (Lámina IV: 12)

***Eunotia veneris* (Kützing) De Toni**

Referencias:

Lange-Bertalot, 2000. Pág. 278, Lámina 19:9

Dimensiones:

Longitud 31.2 μm ; Ancho 6 μm ; Estrías 16-17/10 μm . (Lámina IV:13)

Fragilaria bíceps (Kützing) Lange-Bertalot

Sinónimo: *Sinónimo: edra ulna var. bíceps* (Kützing) Kirchner in Cohn

Referencias:

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Pág. Lámina 13

Dimensiones:

Longitud 226 μm ; Ancho 7 μm ; Estrías 13 $\mu\text{m}/10 \mu\text{m}$. (Lámina II: 14,14',14")

LÁMINA V

Fragilaria capuchina var. vaucheriae (Kützing) Lange-Bertalot

Referencias:

Lange-Bertalot, 2005. Pág. 268, Lámina 12: 5-7

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lámina 15

Dimensiones:

Longitud 34.8 μm ; Ancho 4.2 μm ; Estrías 13.14 μm (Lámina V: 1)

***Fragilaria cf. lanceolata* (Kützinger) Reichardt**

Referencias:

Lange Bertalot, 2005. Pág. 262, Lámina 9: 1-8

Dimensiones:

Longitud 134 μm ; Ancho 7 μm ; Estrías 13/10 μm . (Lámina V: 2, 2')

Longitud 98 μm ; Ancho 10 μm ; Estrías 11/10 μm (Lámina V: 3)

***Fragilaria goulardii* (Brébisson) Lange-Bertalot**

Referencias:

Lange-Bertalot, 1998. Pág. 240, Lámina 3: 1-7

Lange Bertalot, 2005. Pág. 270, Lámina 13: 1-3

Dimensiones:

Longitud 78.4 μm ; Ancho 8.8 μm ; Estrías 13 /10 μm . (Lámina V: 4)

Longitud 66 μm ; Ancho 10 μm ; Estrías 9/10 μm (Lámina V: 5)

Longitud 61.6 μm ; Ancho 12.8 μm ; Estrías 12-13/10 μm . (Lámina V: 6)

***Fragilaria ulna* var. *acus* (Kützinger) Lange-Bertalot**

Sinónimo: *Synedra acus* Kützing

Referencias:

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lamina 12

Dimensiones:

Longitud 130 μm ; Ancho 3.6 μm ; Estrías 16-17/10 μm . (Lámina V: 7, 7')

Frustulia neofrenguelii Lange-Bertalot & Rumrich

Referencias:

Lange-Bertalot, 2005. Pág. 460, Lámina 108: 1

Dimensiones:

Longitud 48.6 μm ; Ancho 6.9 μm ; Estrías +/- 40/10 μm (Lámina V: 8)

Frustulia rhomboides (Ehrenberg) De Toni

Sinónimo: *Navicula rhomboides* Ehrenberg

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. Pág. 258, lamina 95: 1-3

Dimensiones:

Longitud 39 μm ; Ancho 10.2 μm ; Estrías 35/10 μm (Lámina V: 9)

Longitud 18.6 μm ; Ancho 6.9 μm ; Estrías +/- μm (Lámina V: 10)

Frustulia weinholdii Hustedt

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. Pág. 262, Lámina 97: 12-14

Dimensiones:

Longitud 42 μm ; Ancho 7.8 μm ; Estrías +/-10 μm (Lámina V: 11)

LÁMINA VI

Geissleria cf. decussis (Hustedt) Lange-Bertalot

Sinónimo: *Navicula decussis* Østrup

Referencias:

Lange-Bertalot, 2005. Pág. 426, Lámina 91: 24, 25.

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lámina 59

Dimensiones:

Longitud 28.2 μm ; Ancho 7.2 μm ; Estrías 15/10 μm (Lámina VI: 1)

Geissleria shoefeldii (Hustedt) Lange-Bertalot & Metzeltin

Sinónimo: *Navicula schoefeldii* Hustedt

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. Pág. 178, lamina 64: 1-11

Soler et. al., 2009. Pág. 80, lamina VIII: 1-4

Dimensiones:

Longitud 18.6 μm ; Ancho 5.4 μm ; Estrías 13/10 μm (Lámina VI: 2)

Longitud 19.8 μm ; Ancho 6 μm ; Estrías 13/10 μm (Lámina VI: 3)

Longitud 14.4 μm ; Ancho 5.4 μm ; Estrías 14/10 μm . (Lámina VI: 4)

Longitud 22.2 μm ; Ancho 5.4 μm ; Estrías 16/10 μm (Lámina VI: 5)

Gomphonema affine Kützing

Sinónimo: *Gomphonema lanceolatum* sensu Husted (*et al.*) non Ehrenberg

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. Pág. 366, lamina 161: 1-3

Lange-Bertalot, 2000. pag. 492, Lámina 126: 11

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lamina 117

Dimensiones:

Longitud 42.6 μm ; Ancho 10.8 μm ; Estrías 13/10 μm . (Lámina VI: 6)

Longitud 33 μm ; Ancho 9 μm ; Estrías 13/10 μm (Lámina VI: 7)

Longitud 45.6 μm ; Ancho 9 μm ; Estrías 10/10 μm (Lámina VI: 8)

***Gomphonema angustatum* (Kützing) Rabenhorst**

Sinónimo: *Sphenella angustata* Kützing

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. Pág. 360, lamina 155: 1-21

Dimensiones:

Longitud 19.8 μm ; Ancho 3.6 μm ; Estrías 10/10 μm (Lámina VI: 9)

***Gomphonema augur* Ehrenberg**

Sinónimo: *Gomphonema apiculatum* Ehrenberg

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. Pág. 363, lamina 157: 1-8

Dimensiones:

Longitud 70 μm ; Ancho 8 μm ; Estrías 7/10 μm . (Lámina VI: 10)

Longitud 45 μm ; Ancho 12.6 μm ; Estrías 13/10 μm (Lámina VI: 11)

***Gomphonema clavatum* Ehrenberg**

Sinónimo: *Gomphonema longiceps* Ehrenberg, *Gomphonema mustela* Ehrenberg

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. Pág. 367, lamina 163: 1-12

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lamina 121

Dimensiones:

Longitud 57 μm ; Ancho 9 μm ; Estrías 13/10 μm (Lámina VI: 12)

Longitud 29.4 μm ; Ancho 9 μm ; Estrías 13/10 μm . (Lámina VI: 13)

LAMINA VII

***Gomphonema gracile* Ehrenberg**

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. pág. 361, lamina 156: 1-11

Lange-Bertalot, 2005. pág. 522-524, lámina 139: 7-9; 140:1-17

Dimensiones:

Longitud 49.8 μm ; Ancho 7.2 μm ; Estrías 11/10 μm

Longitud 52.2 μm ; Ancho 9 μm ; Estrías 11/10 μm (Lámina VII: figura 1,2)

***Gomphonema mexicanum* Grunow**

Referencias:

Lange-Bertalot, 2005. pág. 536 , lámina 146: 3-7

Dimensiones:

Longitud 24.6 μm ; Ancho 8.4 μm ; Estrías 6/10 μm

Longitud 28.8 μm ; Ancho 8.4 μm ; Estrías 10/10 μm . . (Lámina VII: Figura 3,4)

***Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing**

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. pág. 358, lámina 154: 1-25

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lamina 122

Dimensiones:

Longitud 33.6 μm ; Ancho 7.8 μm ; Estrías 8/10 μm .

Longitud 25.2 μm ; Ancho 5.4 μm ; Estrías 12/10 μm . (Lámina VII: figura 5)

Gomphonema pseudoaugur Lange-Bertalot**Referencias:**

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. pág. 364, lámina 159: 1-4

Dimensiones:

Longitud 25.8 μm ; Ancho 8.4 μm ; Estrías 12/10 μm (Lámina VII: figura 6)

Gomphonema* sp.*Referencias:**

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. Pág. 358, lámina 154: 1-25

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lamina 122

Dimensiones:

Longitud 21.6 μm ; Ancho 4.8 μm ; Estrías 13/10 μm (Lámina VII: figura 7)

Gyrosigma scalpoides (Robenhorst) Cleve

Sinónimo: *Pleurosigma scalpoides* Robenhorst

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. pág. 299, lamina 116:3

Lange-Bertalot, 2000. pág. 454, lámina 107: 13,14

Dimensiones:

Longitud 76 μm ; Ancho 16.8 μm ; Estrias muy densas. (Lámina VII: figura 8)

Halamphora tumida (Hustedt) Levkov

Basinónimo: *Amphora tumida* Hustedt

Referencias:

Lange-Bertalot y Levkov, 2009. pág. 239, 524, lámina 102: 9-16

Dimensiones:

Longitud 23 μm ; Ancho 7.8 μm ; Estrias 16/10 μm (Lámina VII: figura 9)

Luticola goepertiana (Bleisch) D. G. Mann

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. pág. 149, lámina 62: 1-7.

Lange-Bertalot, 2005. pág. 416, lámina 86: 10-18

Dimensiones:

Longitud 22.8 μm ; Ancho 8.4 μm ; Estrías 16/10 μm (Lámina VII: Fig. 10)

Longitud 25.2 μm ; Ancho 6.6 μm ; Estrías 26-27/10 μm (Lámina VII: Fig. 11)

Luticola mutica (Kützing) D. G. Mann

Sinónimo: *Navicula mutica* Kützing

Referencias:

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lamina 50

Dimensiones:

Longitud 16.8 μm ; Ancho 7.2 μm ; Estrías 20-23/10 μm (Lámina VII: Fig. 12)

LAMINA VIII

Melosira varians Agardh

Referencias:

Lange-Bertalot, 2005. pag. 246, lámina 2: 7-12

Krammer y Lange-Bertalot, 1991. pág. 7, lamina 3: 8; 4: 1-8

Dimensiones:

Longitud 92 μm ; Ancho 10 μm . (Lámina VIII: Fig. 1)

Navicula acuticuneata Lange-Bertalot**Referencias:**

Lange-Bertalot, 2005. pág. 332, lámina 44: 1-5, 36

Dimensiones:

Longitud 16.2 μm ; Ancho 4.8 μm ; Estrías 16-17/10 μm (Lámina VIII: fig 2)

Navicula cincta (Ehrenberg) Ralfs en Pritchard

Sinónimo: *Pinnularia cincta* Ehrenberg

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. pág. 98, lamina 28: 1-19

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lamina 84

Dimensiones:

Longitud μm ; Ancho μm ; Estrías μm (Lámina VIII: figura 3,4)

Navicula cryptocephala Kützing**Referencias:**

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. pág. , lamina 31: 8-14

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lamina 74

Dimensiones:

Longitud 26.4 μm ; Ancho 7.2 μm ; Estrías 11/10 μm

Longitud 31.2 μm ; Ancho 5.4 μm ; Estrías 12/10 μm (Lámina VIII. Figura 5,6)

Navicula erifuga cf. Lange-Bertalot

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. Pag. 116, lamina 38: 5-9

Lange-Bertalot, 2000. pàg. 348, làmina 54: 7-18

Dimenciones:

Longitud 24 μm ; Ancho 5.4 μm ; Estrías 20 μm . (Lámina VIII: figura 7)

Navicula gregaria Donkin

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. pág. 116, lámina 38: 10-15

Lange-Bertalot, 2000. pág. 330, lámina 45: 1-3

Dimensiones:

Longitud 40.8 μm ; Ancho 9.6 μm ; Estrías 13/10 μm

Longitud 30 μm ; Ancho 7.2 μm Estrías 14-18/10. (Lámina VIII: figura 8)

Navicula incarum Lange-Bertalot & Rumrich

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. pág. 102, lamina 31: 8-14

Lange-Bertalot, 2005. pág. 336, lámina 46: 1-6, 7,8

Dimensiones:

Longitud 22.8 μm ; Ancho 4.8 μm ; Estrías 14.15 μm

Longitud 26.4 μm ; Ancho 7.2 μm ; Estrías 11/10 μm (Lámina VIII: figura 9)

Navicula lohmannii Lange-Bertalot

Referencias:

Lange-Bertalot, 2000. pág. 312, lamina 36: 1-8

Dimensiones:

Longitud 62.4 μm ; Ancho 11.4 μm ; Estrías 13/10 μm (Lámina VIII: Fig. 10)

Navicula radiosa Kützing

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. pág. 99, lamina 29: 1-4

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lamina 68

Dimensiones:

Longitud 37 μm ; Ancho 8 μm ; Estrías 10/10 μm (Lámina VIII: Fig. 11)

Navicula schroeterii* Meister*Referencias:**

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. pág. 115, lamina 38: 1-4

Lange-Bertalot, 2005. pág. 338, lámina 47: 41-45

Dimensiones:

Longitud 39 μm ; Ancho μm ; Estrías μm (Lámina VIII: Fig. 12)

LAMINA IX***Navicula cf. erifuga* Lange-Bertalot**

Sinónimo: *Navicula leptcephala* Brebisson ex Grunow in Van Heurck

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. pág. 116, lamina 38: 5-9

Dimensiones:

Longitud 24.6 μm ; Ancho 6 μm ; Estrías 11-12/10 μm (Lámina IX: figura 1)

***Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg**

Sinónimo: *Frustulia viridula* Kützing

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. pág. 114, lamina 37: 1-9

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lamina 79

Dimensiones:

Longitud 41.4 μm ; Ancho 6.6 μm ; Estrías 13/10 μm

Longitud 46.8 μm ; Ancho 8.4 μm ; Estrías 13/10 μm (Lámina IX: figura 2,3)

Nitzschia amphibia* Grunow*Referencias:**

Krammer y Lange-Bertalot, 1988. pág. 108, lámina 78: 13-26

Lange-Bertalot, 2005. pág. 656, lámina 206: 16-19.

Dimensiones:

Longitud 24 μm ; Ancho 4.8 μm ; Estrías 16-17/10 μm .

Longitud 13.8 μm ; Ancho 4.8 μm ; Estrías 16/10 μm . (Lámina IX: Fig. 4,5)

Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow

Sinónimo: *Synedra dissipata* Kützing

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1988. pág. 19, lamina 11: 1-14

Dimensiones:

Longitud 45 μm ; Ancho 5.4 μm ; Estrías +/- μm (Lámina IX: figura 6)

***Nitzschia* sp.** Hassall

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1988. pág. 8

Dimensiones:

Longitud 29.4 μm ; Ancho 4.2 μm ; Estrías 10/10 μm (Lámina IX: Fig. 7)

Nupela praecipua (Reichardt) Reichardt

Basionym: *Achnanthes praecipua* Reichardt

Referencias: Lange-Bertalot, 2000. Pág 196, Lámina 33: 11-13

Lange-Bertalot 2007 pag 484, lamina 109: 24-24'

Dimensiones:

Longitud 20.4 μm ; Ancho 6.6 μm ; Estrías 25/10 μm (Lámina IX: 8)

Pinnularia butantanum (Krasske) Metzeltin

Referencias:

Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998. Pag. 628, Lamina 197: 1-3

Soler et al., 2009. Página 92, Lamina XIX: 1

Dimensiones:

Longitud 68 μm ; Ancho 11.2 μm ; Estrías 15/10 μm (Lámina IX: Fig. 10)

Pinnularia divergens W. Smith

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. pág. 407, lamina 179: 3-8

Lange-Bertalot, 2005. pág. 588, lámina 172: 1-6, 11-14

Dimensiones:

Longitud 74 μm ; Ancho 13 μm ; Estrías 13/10 μm . (Lámina IX: Fig. 11)

Pinnularia neomajor* Krammer*Referencias:**

Lange-Bertalot, 2005. pág. 614, lámina 185: 1

Dimensiones:

Longitud 38.2 μm ; Ancho 13.8 μm ; Estrías +/-10 μm (Lámina IX: Fig. 12)

***Pinnularia microstauron* (Ehrenberg) Cleve**

Sinónimo: *Stauroptera microstauron* Ehrenberg

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. pág. 425, lamina 191: 1- 6

Dimensiones:

Longitud 84 μm ; Ancho 9 μm ; Estrías 10/10 μm (Lámina IX: Fig. 15)

LAMINA X***Planothidium infrequens* Lange-Bertalot**

Referencias:

Lange-Bertalot, 2000. pág. 294, lamina 27: 3-9

Dimensiones:

Longitud 16.8 μm ; Ancho 5.4 μm ; Estrías 13-14/10 μm . (Lámina X: Fig.: 1-2)

Planothidium rostratum (Oestrup) Round & Bukhityarova

Sinónimo: *Achnanthes lanceolata* ssp. *frequentissima* var. *Rostrata* (Oestrup)

Hustedt

Referencias:

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lamina 30

Dimensiones:

Longitud 19.2 μm ; Ancho 6 μm ; Estrías 13/10 μm (Lámina X: Fig. 3)

Planothidium salvadorianum (Hustedt) Lange-Bertalot**Referencias**

Lange-Bertalot, 2005. pág. 464, lámina 110: 9.

Lange-Bertalot, 2000. pág. 300, lámina 30: 1-6

Dimensiones:

Longitud 31.2 μm ; Ancho 16.2 μm ; Estrías 6-7/10 μm (Lámina X: Fig. 4)

Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O. Müller

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1988. pág. 159, lamina 111: 1, 2, 4, 6, 7-13

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lamina 131

Dimensiones:

Longitud 75 μm ; Ancho 9 μm ; Estrías 12/10 μm (Lámina X: Fig. 5)

Rhopalodia rupestris (W. Smith) Krammer

Sinónimo: *Epithemia rupestris* W. Smith

Rhopalodia gibberula var. *rupestris* (W. Smith) O. Müller

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1988. pág. 165, lamina 115: 1-8

Michels-Estrada, 2003. pág. 202, lámina 19: 14

Dimensiones:

Longitud 25.2 μm ; Ancho 5.4 μm ; Estrías 6-7/10 μm . . (Lámina X: Fig. 6)

Rhopalodia gibberula (Ehrenberg) O. Müller

Sinónimo: *Eunotia gibberula* Ehrenberg; *Epithemia gibberula* (Ehrenberg) Kützing; *Eunotia textricula* Ehrenberg.

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1988. pág. 160, lamina 110:2; 112: 1-16; 113: 4-6

Lange-Bertalot, 2000. pag. 604, lamina 182: 3-5

Dimensiones:

Longitud 34.8 μm ; Ancho 6.6 μm ; Estrías 15 μm /10 μm . (Lámina X: Fig. 7)

Sellaphora fusticulus Østrup

Referencias:

Lange-Bertalot, 2000. pág. 376, lámina 68: 11-12

Dimensiones:

Longitud 33.6 μm ; Ancho 9 μm ; Estrías 17-20/10 μm . (Lámina X: Fig. 8)

Sellaphora laevissima* Østrup*Referencias:**

Lange-Bertalot, 2000. pág. 376, lámina 68: 13-17

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. pág. 189, lámina 67: 6-10

Dimensiones:

Longitud 31.2 µm; Ancho 9.6 µm; Estrías 16/10 µm (Lámina X: Fig. 9)

***Sellaphora pupula* (Kützing) Mereschkowsky**

Sinónimo: *Navicula pupula* Kützing

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. pág. 189, lámina 68: 1-21

Taylor, Harding y Archibald, 2007. Lámina 51

Dimensiones:

Longitud 13.8 µm; Ancho 4.2 µm; Estrías 30-35/10 µm (Lámina X: Fig. 10)

Stauroneis anceps* Ehrenberg*Referencias:**

Krammer y Lange-Bertalot, 1986. pág. 240, lamina 87:3-9; 88: 1-4

Lange-Bertalot, 2005. pág. 454, lámina 105: 2-6

Dimensiones:

Longitud 44.4 μm ; Ancho 12 μm ; Estrías 26/10 μm (Lámina X: Fig. 11)

***Surirella* sp. Turpin**

Referencias:

Krammer y Lange-Bertalot, 1988. Pag. 172.

Dimensiones:

Longitud 52.4 μm ; Ancho 17.9 μm ; Estrías 6-7/10 μm . (Lámina X: Fig. 12)

V. CONCLUSIONES

La investigación sobre la calidad de aguas utilizando bioindicadores biológicos, las diatomeas dio las siguientes conclusiones:

- Las diatomeas son especies de algas microscópicas de fácil captación y de manejo.
- La abundancia de especies de diatomeas se mantuvo en ambos ríos de estudio donde: *Staurosira* sp. Fue la especie de diatomea más abundante en la cuenca del río Gariché y *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Nupela praecipua* las más abundantes en el río Escárrea.
- Las especies encontradas como indicadoras en la calidad del agua en el río Gariché fueron: *Gomphonema parvulum*, *Planothidium frequentissimum*, *Sellaphora pupula*, *Frustulia romboides*, *Fragilaria ulna*, *Ropalodia rupestris* y el género *Navicula*.
- Las especies encontradas como indicadoras en la calidad del agua en el río Escárrea fueron: *Amphipleura lindheimarii*, *Achnanthes lanceolata*, *Amphora líbica*, *Planothidium salvadorianum*, *Geissleria schoenfeldii*, *Cymbella turgidula*, *Cymbella tumidula*, *Cyclotella meneghiniana*, *Fragilaria goulardii*, *Gomphonema parvulum*, *Nitzschia amphibia*, *Melosira varians*.
- El índice de diversidad de Shannon Wiener más alto en la estación lluviosa en el río Escárrea fue de 3.75 y el valor más bajo fue de 2.12.
- El índice de diversidad de Shannon Wiener más bajo en la estación seca en el río Gariché fue de 2.26 y el valor más alto fue de 3.02.

- Los parámetros físicos químicos en ambos ríos interfieren en la diversidad de especies y varía entre cada punto de muestreo.
- Existe una gran diversidad de especies de diatomeas en ambos ríos Escárrea y Gariché.
- El IDG reveló que la ganadería, la agricultura y las actividades antropogénicas si afectan a la población de las diatomeas y a medida que se siga incidiendo en estos factores ambientales afectaran la calidad de agua de los ríos Escárrea y Gariché.
- Se inventario un total de 54 especies de diatomeas más abundantes y se llevo solo hasta 19 géneros sin especies y 106 especies en el conteo general de valvas para la base de datos en diatomeas para la provincia de Chiriquí.

VI. RECOMENDACIONES

Esta investigación es la puerta a nuevos hallazgos en la biología específicamente en el área de Limnología y Diatomología. Son las siguientes recomendaciones para futuros trabajos de tesis de grado y porque no dé maestrías:

- Se debe realizar muestreos mensuales de aproximadamente seis meses que abarque ambas estaciones: tres de estación seca y tres de estación lluviosa. Como mínimo y para una investigación a nivel de maestría de un año y medio a dos años.
- Durante el biomonitoreos se debe captar toda la información sobre los factores físico-químico mensualmente y para cada estación seca y lluviosa.
- Se debe prever los gastos para la realización del análisis de los parámetros físico-químicos completos.
- Se pueden estudiar más de dos ríos y realizar la comparación de acuerdo a otros factores específicos relacionados a la calidad del agua y la contaminación.

VII. BIBLIOGRAFIA

ARAYA, E., M. CONTRERAS., J. KUROSAGUA., J. & TORO., J. SCHUSTER. 2003. Diagnostico de la calidad del agua en sistemas lóticos utilizando diatomeas y macro invertebrados bentónicos como bioindicadores río Maipú. Sociedad Chilena de Ingeniería hidráulica.

Autoridad Nacional del Ambiente. 2008. Atlas Ambiental. República de Panamá.

Barber, H & E. Haworth. 1994. A guide to the morphology of THE DIATOM FRUSTULE with a key to the British freshwater genera. Freshwater biological association scientific publication No. 44. 110 pag.

Cubas, P. 2008. Bacillariophyta (Diatomeas). www.aulados.net Botánica 2008.

CHARLES, D. F. 1996. Use of algae for monitoring rivers in the United Status: Some examples. In: B.A. WHITTON & E. ROTT. Use of algae for monitoring rivers II. InstitutfurBotanik, Universitat Innsbruck, Austria. P. 109-118.

DE LA REY, P. A., J. C. TAYLOR., A. LAAS., L. VAN RENSBURG, & A. VOSLOO, 2004. Determining the posible application value of diatoms as indicators of general water quality: A comparison with SASS 5. Editorial DH Environmental Consulting, Water SA 30 (3) 325-332.

DIAZ-QUIROZ, C. & C. A. RIVERA- RONDON. 2004. Diatomeas de pequeños ríos andinos y su utilización como indicadores de condiciones ambientales. *Limnología*. Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 26(2):381-394.

GOMÁ, J. J. CAMBRA., L. TUDESQUE & L. ECTOR, 2002. Red de diatomeas en la cuenca del Ebro. Editorial Universitat de Barcelona, España. P. 1-30.

HOFMANN, G. 1996. Recent developments in the use of benthic diatoms for monitoring eutrophication and organic pollution in Germany and Austria. In: B.A. WHITTON & E. ROTT. Use of algae for monitoring rivers II. Institut für Botanik, Universität Innsbruck, Austria. P. 73-77.

Horst Lange-Bertalot. 2007. Tropical Diatoms of South America II. Vol. 18. A.R.G. Gantner Verlag K.G. 877 páginas.

ISRADE, I., V. SEGURA., N. ABARCA., L. ECTOR., E. CANTORAL & M. MENDOZA. 2006. diatomeas del Río Lerma, estimación de la calidad del agua de un río fuertemente contaminado. Resultados preliminares. Universidad Nacional de Mexico. aisrade@zeus.umich.mx. P. 1-9

Krammer K. & H. Lange-Bertalot. 1986. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2. Bacillariophyceae. Teil 1. Naviculaceae.* Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. Germany.

Krammer K. & H. Lange-Bertalot. 1988. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2. Bacillariophyceae. Teil 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae.* Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. Germany.

Lange-Bertalot, H. 2000. Diatoms of the Andes from Venezuela to Patagonia/ Tierra del Fuego. *Iconographia Diatomologica. Volumen 9.* A. R. G. Gantner Verlag K. G.

LOBO, E.A.; CALLEGARO, V.L.M.; HERMANY, G.; BES, D.; WETZEL, C.A.; OLIVEIRA, M.A. 2004. Use of epilithic diatoms as bioindicators from lotic systems in southern Brazil, with special emphasis on eutrophication. *Acta Limnol. Bras.* , 16(1) :25-40.

Lovkov, Lange-Bertalot. 2009. *Amphora sensu lato. Volumen 5.* A.R.G. Gantner Verlag K.G. 916 páginas.

Metzeltin D, H. Lange Bertalot & F. García-Rodríguez. 2005. Diatoms of Uruguay. *Volumen 15.* A.G.R. Gantner Verlag K.G. 736 páginas.

Moreno, J. 2006. DIATOMEAS BÉNTICAS DEL SENDERO DEL CHARCO EN EL PARQUE NACIONAL SOBERANIA. Universidad de Panamá. (En prensa).

MULLER-MELCHERS, F. C. & J. H. FERRANDO, 1956. Técnica para el estudio de las diatomeas. Boln. Inst. Ocenogr. S. Paulo 7 (1:2), 151-160.

O. E. Romero. 2012. Diatomeas (Bacillariophyceae). Instituto Andaluz de Cs de la Tierra. oromero@ugr.es consultado en 17/3/2012.

Ramírez, A. & Plata-Díaz, Y. 2008. Diatomeas Perifíticas en diferentes tramos de dos Sistemas Lóticos de alta montaña (Páramo de Santurbán, Norte de Santander, Colombia) y su relación con las variables ambientales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Rumrich V., H. Lange Bertalot & M. Rumrich. 2000. Iconographia Diatomologica. Volumen 9. Diatomeen der Anden Van. A.G.R. Gantner Verlag K.G.

Soler, A., M. Pérez, E. Aguilar & I. Villarreal. 2009. Diatomeas del Canal de Panamá. Bioindicadores y otros estudios Pioneros. Versión Española (En Prensa). 209 páginas.

TAYLOR, J.C., W. R. HARDING., C. G. M. ARCHIBALD., & L. VAN RENSBURG. 2005. Diatoms as indicators of water quality in the Jukskei-Crocodile river system in 1956-1957, a re-analysis of diatom count data generated by B.j. Cholnoky. In: Editorial DH Environmental Consulting, Water SA 31 (2) 1-10.

TAYLOR J. C., W. R. HARDING., &C. G. ARCHIBALD. 2005. A Methods Manual for the Collection, Preparation and Analysis of Diatom Samples. Editorial DHEnvironmental Consultan. Versión 1.0. p. 1-50.

TAYLOR, J.C., J. VAN VUUREN. & A. J. PIETERSE., 2007. The application and testing of diatom- based indices in the Vaal and Wilge Rivers, South Africa. Editorial Water SA. Vol. 33

Taylor J.C W.R Harding y C.G.M Archibald 2007. A Methods Manual for the collection, Preparation and Analysis of Diatom samples version 1.0

VIII. ANEXOS

MORFOLOGIA DE LAS DIATOMEAS

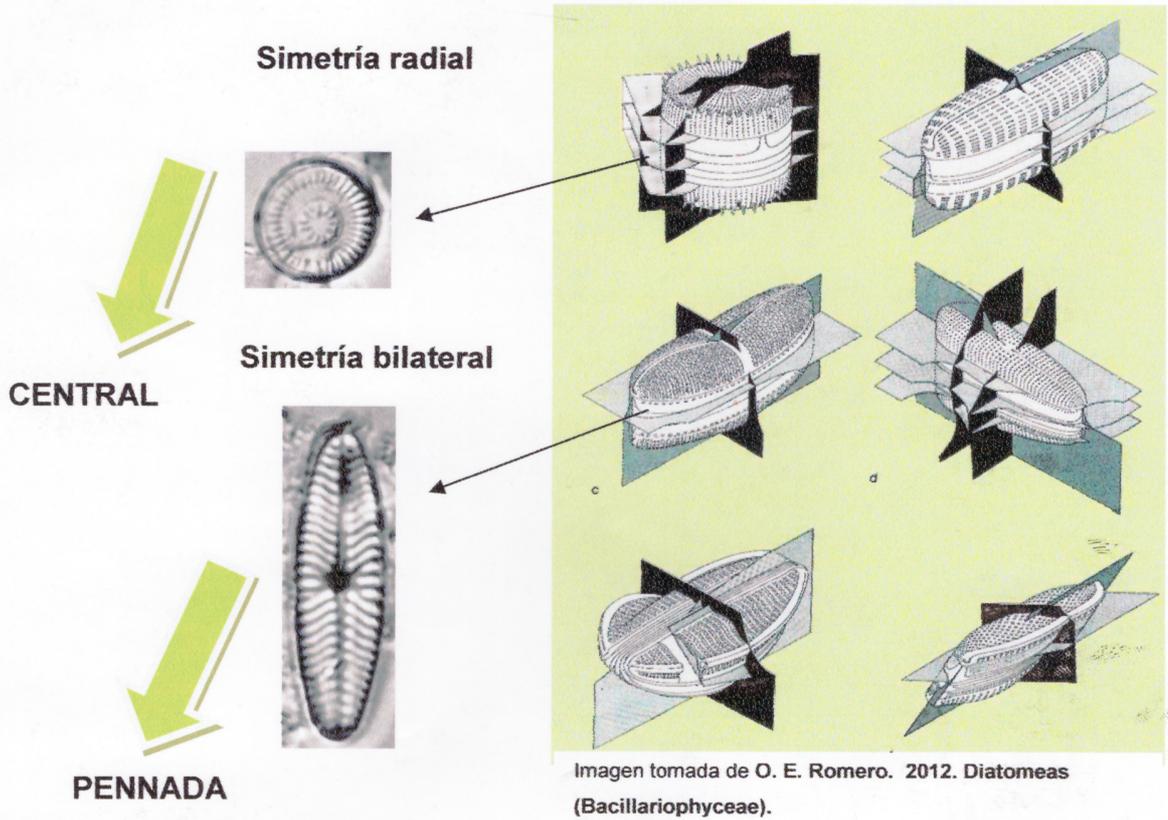


Figura12. Morfología y simetría de dos grupos de diatomeas.

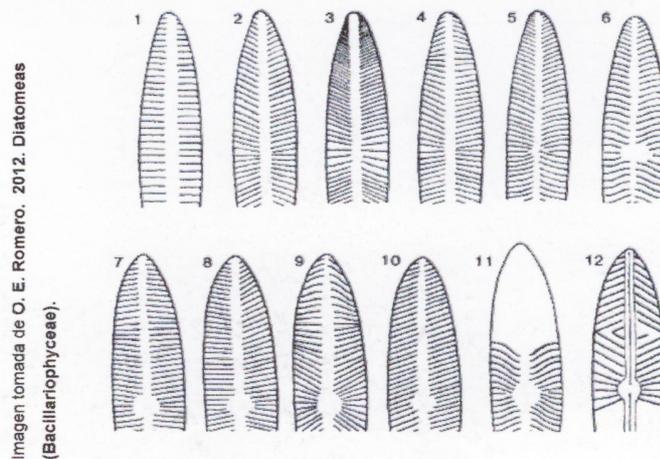
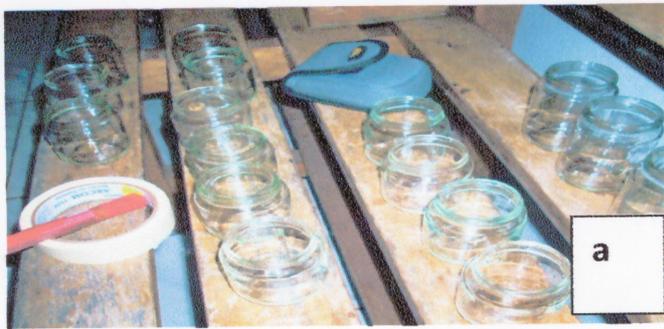
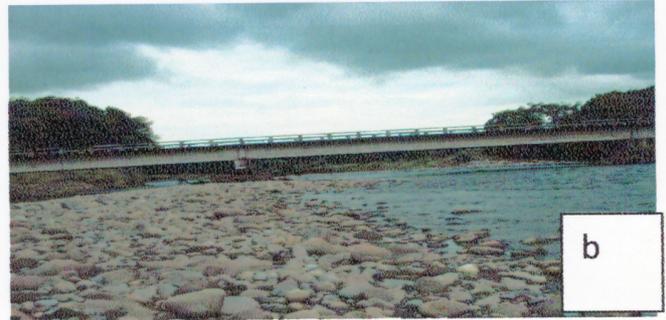


Figura 13. Las estrías y sus formas



a



b



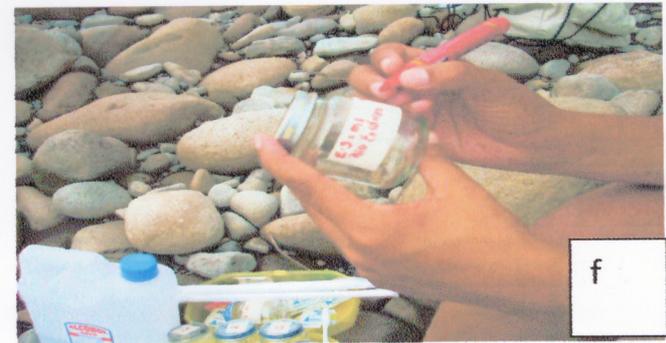
c



d



e



f



g



h

FIGURA 14. Materiales utilizados en los muestreos. a. Frascos de vidrio con tapas herméticas. b. Estación 3 del río Escárrea, puente que comunica a Santo Tomas con Alanje. c. Río Escárrea estación 3. d. Estación 6 río Gariché. e. Formalina al 10% y termómetros utilizados en la recolecta y preparación de las muestras de diatomeas. f. Rotulación de los frascos para la preparación de las muestras. g. Viveros en los alrededores de la cuenca alta del río Escárrea estación 1. h. Campo de pastoreo en los alrededores de la estación 1.

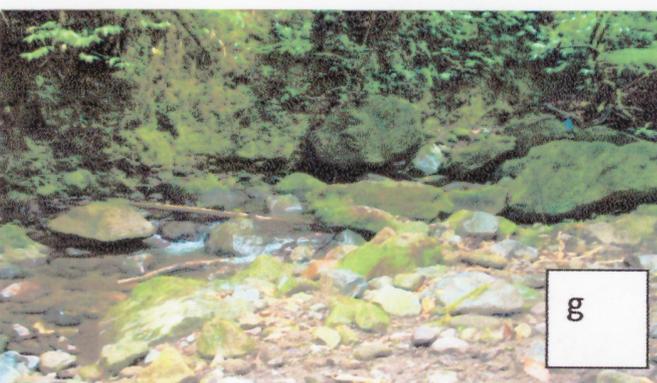
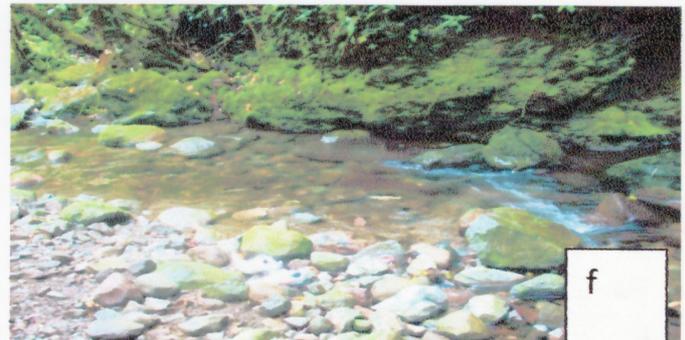


FIGURA 15. a. Fotografía de la desembocadura del río Guígala en el cauce del río Escárrea, se ubica en la cuenca media del río Escárrea a la altura del puente de la carretera que lleva a las comunidades de Sioguí, San Martín y Santo Tomás. b. Alrededores del río Escárrea se practica mucho la ganadería lo cual se mantiene para pastoreos los suelos de las riveras del río. Fotografía del puente del río Escárrea en la cuenca media. c. Fotografía de la desembocadura de la quebrada de Alto Chiquero en la cuenca media del río Gariché, a la altura del puente de la carretera panamericana que lleva a la frontera de Panamá con Costa Rica. d. Fotografía de la ribera del río Gariché en la cuenca baja, se puede observar la erosión acelerada del área, esta es ocasionada por las crecientes que sufre el río durante las estaciones de lluvia.

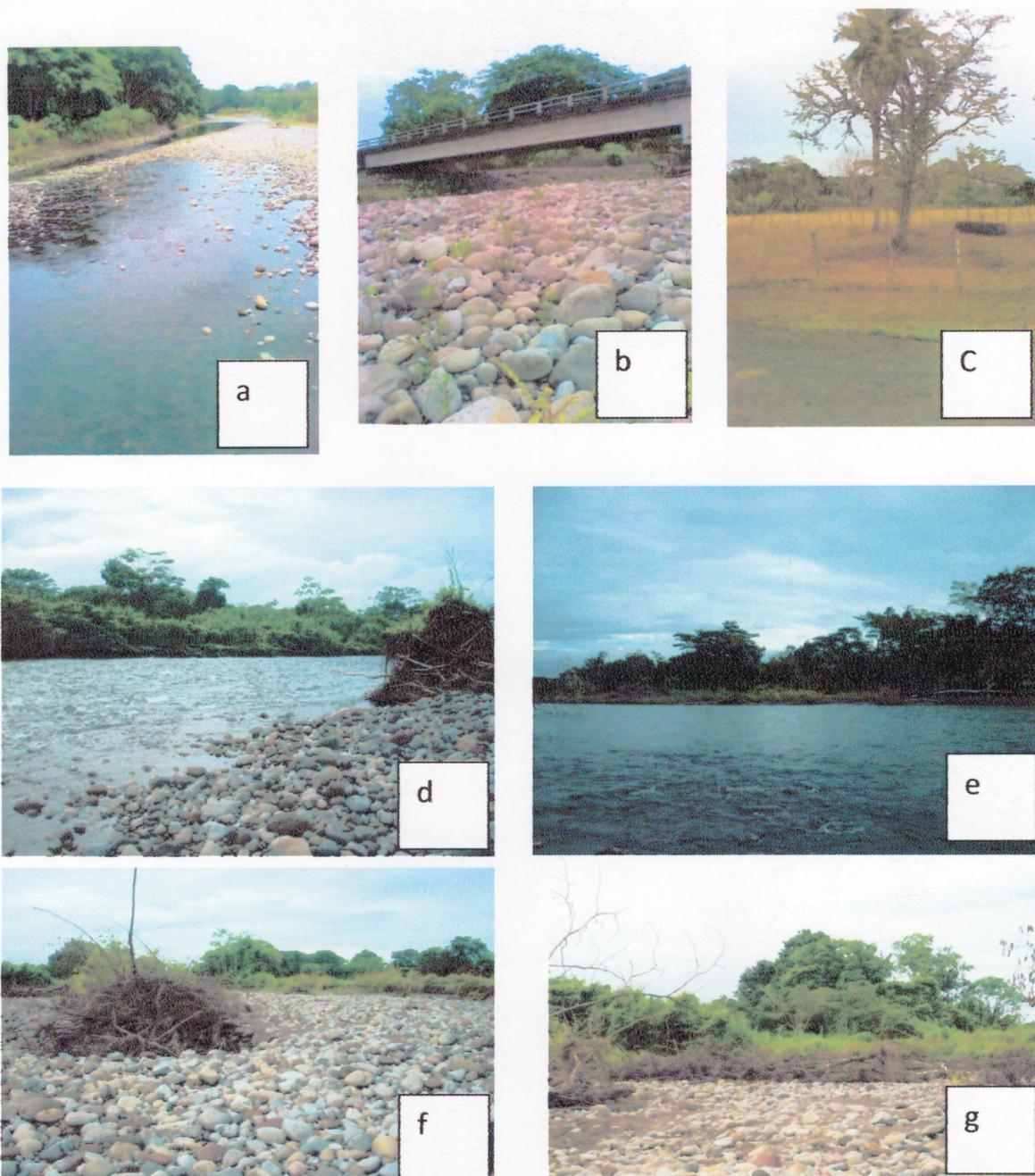


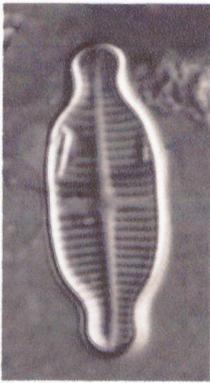
FIGURA 16. Imágenes de la estación 3 y 6. a. ríos Escárrea en estación seca. b. puente vía Santo Tomás a Alanje. c. potrero de pastoreo alrededor de la estación 3. d y e. Estación 6 río Gariché. f y g. Imagen de la erosión que sufre el río Gariché estación 6.

ICONOGRAFIA DE LAS DIATOMEAS DE LOS RÍOS
ESCARREA Y GARICHE

LAMINA I

- Fig. 1-2 *Achnanthes exigua* Grunow in Grunow et Cleve var. *Exigua*
- Fig. 3 *Achnanthes inflata* (Kützing) Grunow var. *inflata*
- Fig. 4-6 *Achnanthes lanceolata* (Brebisson) Grunow
- Fig. 7 *Achnanthes linearoides* Lange-Bertalot *sp.*
- Fig. 8-9 *Achnanthes* *sp.*
- Fig. 10-13 *Amphipleura lindheimerii* Grünow

LAMINA I



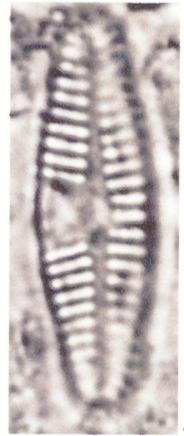
1



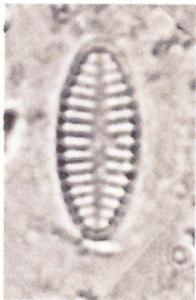
2



3



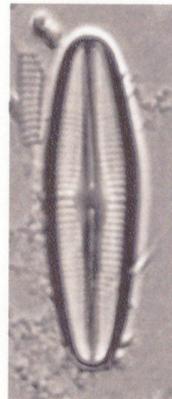
4



5



6



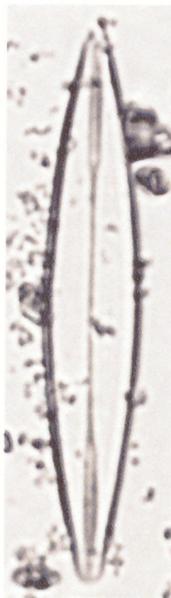
7



8



10



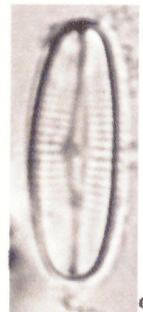
11



12



13



9

LAMINA II

- Fig. 1 *Amphora cf. libyca* Ehrenberg
- Fig. 2-3 *Bacillaria paxilifer* (O. F. Müller) Hendey
- Fig. 4-5 *Caloneis cf. bacillum* (Grunow) Cleve
- Fig. 6 *Capartograma crucicula* (Grunow ex Cleve) Ross
- Fig. 7-8 *Cocconeis placentula var. euglypta* (Ehrenberg) Grunow
- Fig. 9-13 *Cocconeis placentula var. lineata* (Ehrenberg) Van Heurk

LAMINA II



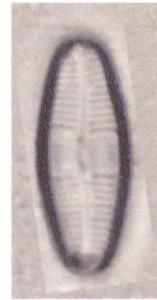
1



3



4



5



2



6



9



10



7



8



12



13



11

LÁMINA III

- Fig. 1-3 *Cyclotella meneghiniana* Kützing
- Fig. 4 *Cyclotella stelligera* Hustedt
- Fig. 5-6 *Cymbella affinis* Kützing
- Fig. 7-8 *Cymbella charrua* Lange-Bertalot
- Fig. 9-11 *Cymbella tumida* (Brebisson) Van Heurck
- Fig. 12 *Cymbella tumidula* Grunow in A. Schmidt et al.

LÁMINA III



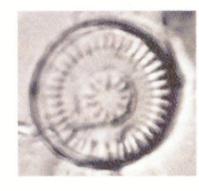
1



2



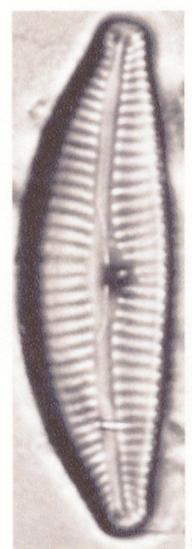
3



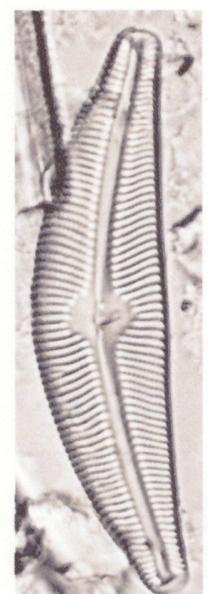
4



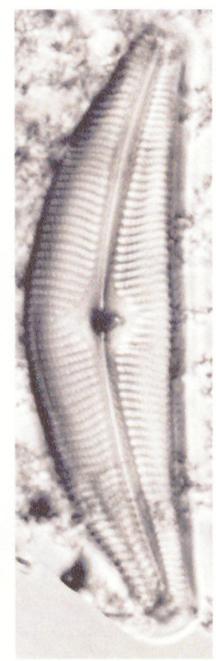
5



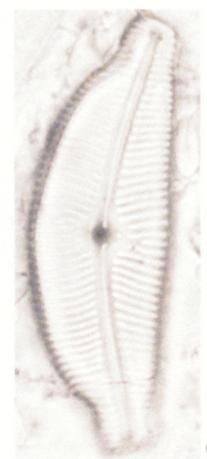
6



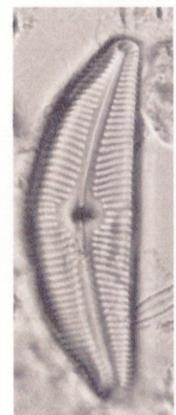
7



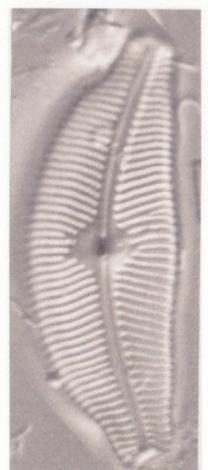
8



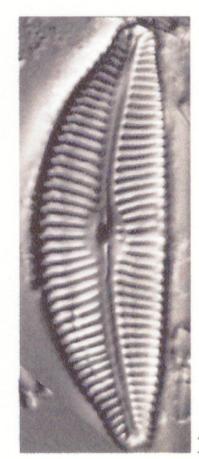
9



10



11

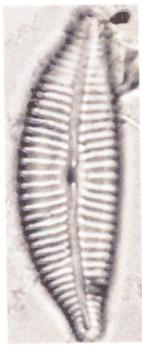


12

LÁMINA IV

- Fig. 1-4 *Cymbella turgidula* Grunow in A. Schmidt *et al.*
- Fig. 5-6 *Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve
- Fig. 7-8 *Encyonema jemtlandicum* var. *venezolanum* Krammer
- Fig. 9-10 *Encyonema neogracile* Krammer
- Fig. 11 *Epithemia cf. adnata* (Kützing) Brébisson
- Fig. 12 *Eunotia cf. minor* (Kützing) Grunow
- Fig. 13 *Eunotia veneris* (Kützing) De Toni
- Fig. 14-14'' *Fragilaria bíceps* (Kützing) Lange-Bertalot

LÁMINA IV



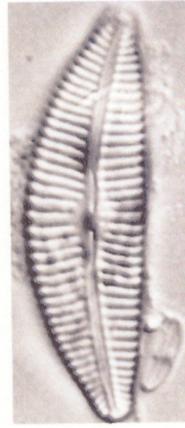
1



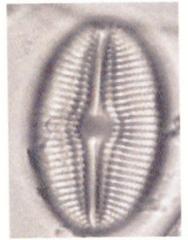
2



3



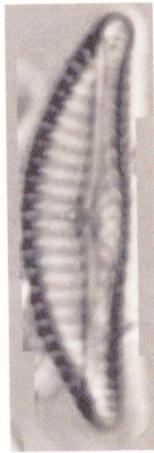
4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



14'



14''

LÁMINA V

- Fig. 1 *Fragilaria capuchina* var. *vaucheriae* (Kützing) Lange-Bertalot
- Fig. 2-3 *Fragilaria* cf. *lanceolata* (Kützing) Reichardt
- Fig. 4-6 *Fragilaria goulardii* (Brébisson) Lange-Bertalot
- Fig. 7-7' *Fragilaria ulna* var. *acus* (Kützing) Lange-Bertalot
- Fig. 8 *Frustulia neofrenguelii* Lange-Bertalot & Rumrich
- Fig. 9-10 *Frustulia rhomboides* (Ehrenberg) De Toni
- Fig. 11 *Frustulia weinholdii* Hustedt

LÁMINA V

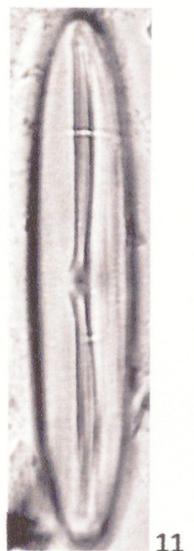
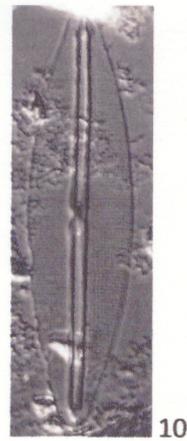
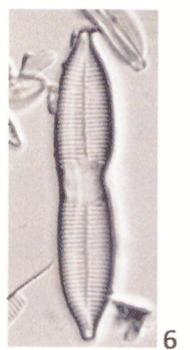
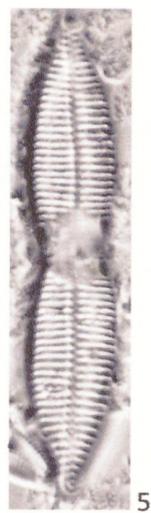


LÁMINA VI

- Fig. 1 *Geissleria cf. decussis* (Hustedt) Lange-Bertalot
- Fig. 2-5 *Geissleria shoefeldii* (Hustedt) Lange-Bertalot & Metzeltin
- Fig. 6-8 *Gomphonema affine* Kützing
- Fig. 9 *Gomphonema angustatum* (Kützing) Rabenhorst
- Fig. 10-11 *Gomphonema augur* Ehrenberg
- Fig. 12-13 *Gomphonema clavatum* Ehrenberg

LÁMINA VI



1



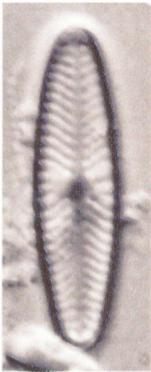
2



3



4



5



6



7



8



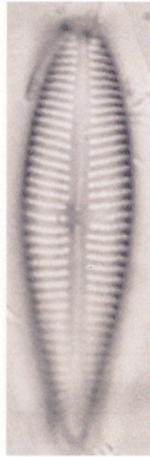
9



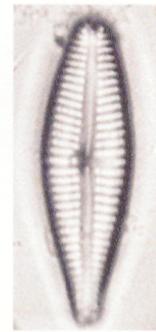
10



11



12

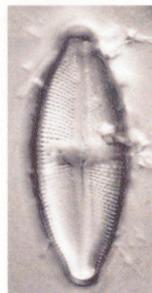
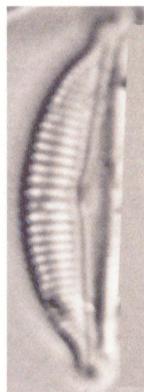
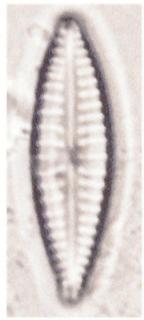
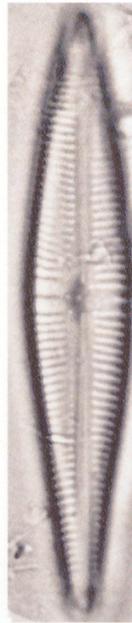
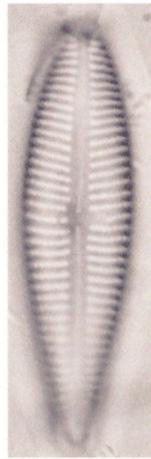
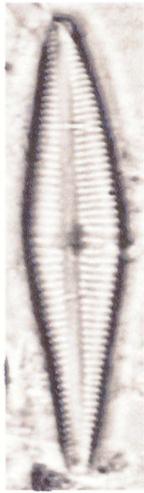


13

LAMINA VII

- Fig. 1-2 *Gomphonema gracile* Ehrenberg
- Fig. 3-4 *Gomphonema mexicanum* Grunow
- Fig. 5 *Gomphonema parvulum* Kützing
- Fig. 6 *Gomphonema pseudoaugur* Lange-Bertalot
- Fig. 7 *Gomphonema* sp.
- Fig. 8 *Gyrosigma scalproides* (Robenhorst) Cleve
- Fig. 9 *Halamphora tumida* (Hustedt) Levkov
- Fig. 10-11 *Luticola goepertiana* (Bleisch) D. G. Mann
- Fig. 12 *Luticola mutica* (Kützing) D. G. Mann

LAMINA VII



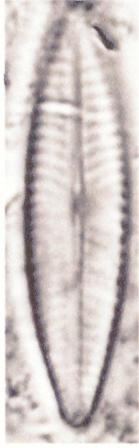
LAMINA VIII

- Fig. 1 *Melosira varians* Agardh
- Fig. 2 *Navicula acuticuneata* Lange-Bertalot
- Fig 3-4 *Navicula cincta* (Ehrenberg) Ralfs en Pritchard
- Fig. 5-6 *Navicula cryptocephala* Kützing
- Fig. 7 *Navicula erifuga* cf. Lange-Bertalot
- Fig 8 *Navicula gregaria* Donkin
- Fig. 9 *Navicula incarum* Lange-Bertalot & Rumrich
- Fig. 10 *Navicula lohmannii* Lange-Bertalot
- Fig. 11 *Navicula radiosa* Kützing
- Fig. 12 *Navicula schroeterii* Meister

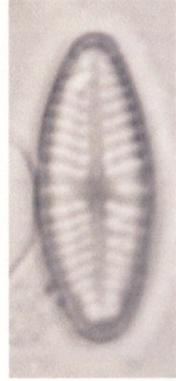
LAMINA VIII



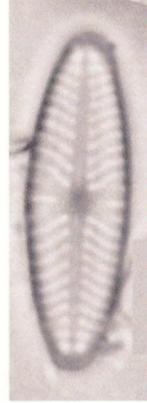
1



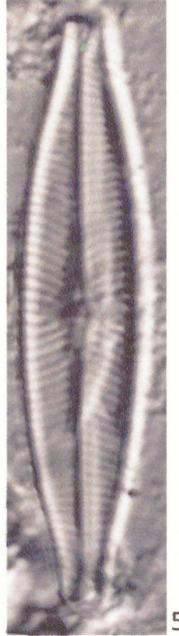
2



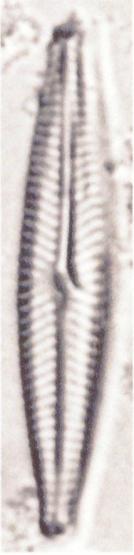
3



4



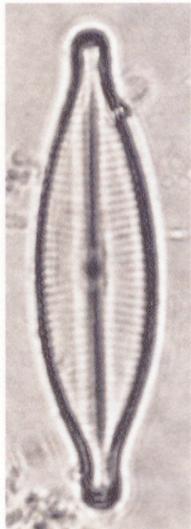
5



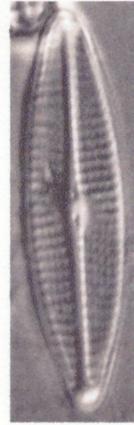
6



7



8



9



10



11

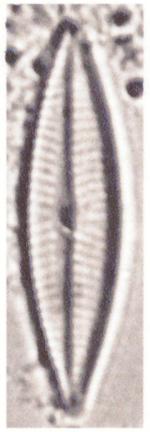


12

LAMINA IX

- Fig. 1 *Navicula sp cf. erifuga* Lange-Bertalot
- Fig. 2-3 *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg
- Fig. 4-5 *Nitzschia amphibia* Grunow
- Fig. 6 *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow
- Fig. 7 *Nitzschia sp* Hassall
- Fig. 8 *Nupela praecipua* (Reichardt) Reichardt
- Fig. 9 *Pinnularia obscura* Krasske
- Fig. 10 *Pinnularia butantanum* (Krasske) Metzeltin
- Fig. 11 *Pinnularia divergens* W. Smith
- Fig. 12 *Pinnularia neomajor* Krammer
- Fig. 13 *Pinnularia microstauron* (Ehrenberg) Cleve

LAMINA IX



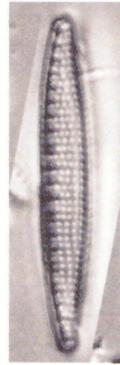
1



2



3



4



5



6



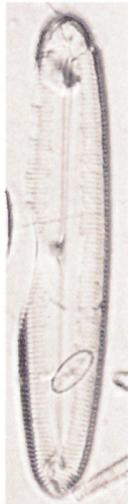
7



8



9



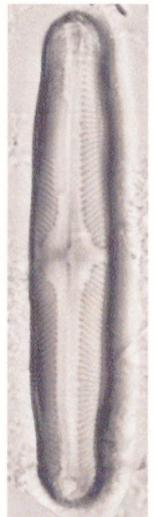
10



11



12

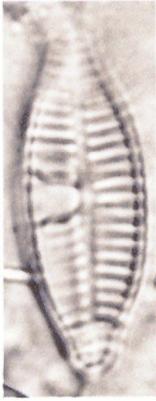


13

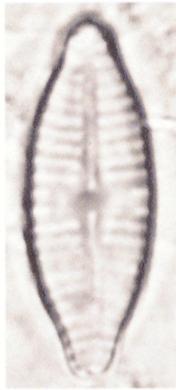
LAMINA X

- Fig. 1-2 *Planothidium infrequens* Lange-Bertalot
- Fig. 3 *Planothidium rostratum* (Oestrup) Round & Bukhityarova
- Fig. 4 *Planothidium salvadorianum* (Hustedt) Lange-Bertalot
- Fig. 5 *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Müller
- Fig. 6 *Rhopalodia gibberula* (Ehrenberg) O. Müller
- Fig. 7 *Rhopalodia rupestris* (W. Smith) Krammer
- Fig. 8 *Sellaphora fusticulus* Østrup
- Fig. 9 *Sellaphora laevissima* Østrup
- Fig. 10 *Sellaphora pupula* (Kützing) Mereschkowsky
- Fig. 11-12 *Stauroneis anceps* Ehrenberg
- Fig. 13 *Surirella* sp. Turpin

LAMINA X



1



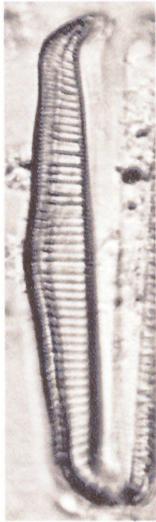
2



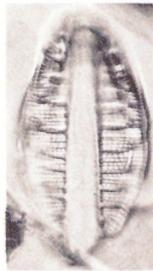
3



4



5



6



7



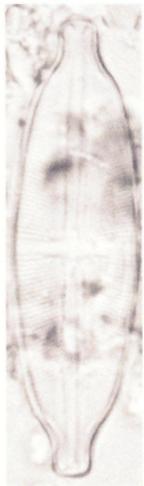
8



9



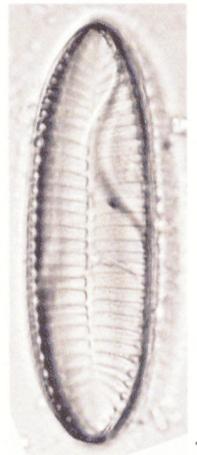
10



11



12



13

Cuadro 6. Especies de diatomeas más abundantes en los ríos de Escárrea y Gariché en las estaciones seca y lluviosa en la cuenca alta, media y baja

ESPECIES DE DIATOMEAS MAS ABUNDANTES	RIO ESCARREA						RIO GARICHE					
	LL 1	LL2	LL3	S1	S2	S3	LL1	LL2	LL3	S1	S2	S3
1. <i>Achnanthes inflata</i>										+		
2. <i>Achnanthes lanceolata</i>	+									+		
3. <i>Achnanthes minutisima</i>	+	+										
4. <i>Achnanthes subhudnosis</i>	+	+										
5. <i>Amphora libyca</i>					+							
6. <i>Amphora</i> sp.1												+
7. <i>Amphora tumida</i>								+				
8. <i>Anphipleura lindehimarii</i>		+	+	+		+						
9. <i>Caloneis bacillum</i>	+											
10. <i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	+	+		+		+					+	+
11. <i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>				+								
12. <i>Cocconeis placentula</i> var. <i>placentula</i>	+	+					+		+		+	
13. <i>Cyclotella meneghiniana</i>						+	+			+		
14. <i>Cymbella tumidula</i>	+	+	+		+	+			+		+	+
15. <i>Cymbella turgidula</i>		+			+	+		+	+	+	+	+
16. <i>Diploneis elliptica</i>										+		
17. <i>Encyonema jemtlandicum</i>			+									
18. <i>encyonema silesiacum</i>			+						+			
19. <i>Eunotia</i> sp.1										+		
20. <i>Fragilaria</i> cf. <i>lanceolata</i>		+	+	+				+			+	+
21. <i>fRagilaria ulna</i>				+		+					+	+
22. <i>Fragillaria gouldarii</i>		+	+		+	+		+	+		+	+
23. <i>Frustulia rhomboides</i>							+			+		
24. <i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i>										+		
25. <i>Frustulia stoermerii</i>							+					
26. <i>Geisleria decussis</i>					+							
27. <i>Geisleria shoefeldii</i>	+	+	+			+		+	+		+	
28. <i>Gomphonema parvulum</i>		+	+			+	+			+	+	+
29. <i>Gomphonema clavatum</i>			+			+					+	+
30. <i>Gomphonema pseudoaugur</i>			+									
31. <i>Luticula goeppertiana</i>				+								
32. <i>Luticula mitigata</i>							+					
33. <i>Luticula peguana</i>				+						+		

34. <i>Luticola</i> sp.1				+									
35. <i>Melosira</i> sp.						+	+				+		
36. <i>Navicula cryptocephala</i>	+												
37. <i>Navicula erifuga</i>				+									
38. <i>Navicula incarum</i>		+							+	+			
39. <i>Navicula schroeterii</i>											+		
40. <i>Navicula symetrica</i>									+				
41. <i>Nitzschia amphibia</i>	+	+	+		+	+			+	+	+		+
42. <i>Nitzschia dissipata</i>									+				
43. <i>Nitzschia palea</i>				+							+		
44. <i>Nitzschia paleaeformis</i>									+		+		
45. <i>Nitzschia</i> sp1											+		
46. <i>Nupela praecipua</i>	+	+		+									
47. <i>Planothidium frequentissimum</i>									+			+	
48. <i>Planothidium salvadorianum</i>	+			+									
49. <i>Ropalodia gibba</i>													p
50. <i>Ropalodia gibberula</i>						+							
51. <i>Ropalodia rupestris</i>						+	+						
52. <i>Sellaphora anceps</i>												+	+
53. <i>Sellaphora pupula</i>									+			+	
54. <i>Staurosira</i> sp.									+			+	

LL1= estación lluviosa cuenca alta, LL2=estación lluviosa cuenca media, LL3= estación lluviosa cuenca baja, S1= estación seca cuenca alta, S2=estación seca cuenca media, S3=estación seca cuenca baja, += está presente en esa estación y río