

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA**



TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**RESPUESTA DEL FITOPLANCTON AL ENRIQUECIMIENTO
CON NITRÓGENO Y FÓSFORO EN COSMOS EN EL
GOLFETE DE CUARE, ESTADO FALCÓN**

Trabajo Especial de Grado presentado ante la
Ilustre Universidad Central de Venezuela por la
Br. Hilda Josefina León González para optar por
el Título de Licenciada en Biología.

Tutora: Dra. Evelyn Zoppi de Roa

Caracas, 16 de julio de 2009

Este Trabajo Especial de Grado ha sido aprobado en nombre de la Universidad Central de Venezuela, por el siguiente jurado examinador:

Dra. Evelyn Zoppi de Roa
Tutora

Dr. Mario Palacios
Jurado

Dr. Ernesto González
Jurado

Caracas, 16 de julio de 2009

RESUMEN

Los cambios en las concentraciones de N y P en los cuerpos de agua pueden afectar la estructura de su comunidad fitoplanctónica. Estas concentraciones pueden variar por procesos naturales y con mayor frecuencia se incrementan por actividades antropogénicas. Este incremento en la concentración de dichos elementos provoca el deterioro de la calidad del agua en las costas marinas, estuarinas, lagunas costeras, etc., originándose un proceso de eutrofización. Este trabajo intenta evaluar la respuesta del fitoplancton de una localidad en la boca del Golfete de Cuare, Estado Falcón, a la adición de estos nutrientes (N y P); el tiempo de respuesta del fitoplancton al aumento de N y P; determinar los cambios temporales al enriquecimiento con nutrientes en dos épocas del año (sequía y lluvia). Se utilizó la modalidad de microcosmos. Se llenaron treinta (30) microcosmos de 10 L “in situ” con agua de la zona subsuperficial de la estación de muestreo, de los cuales quince (15) fueron enriquecidos una sola vez al inicio, triplicando las concentraciones iniciales de N y P reportadas para ese ambiente, utilizando soluciones de NH_4Cl y KH_2PO_4 , hasta una concentración final de 304 $\mu\text{g/L}$ de P y de 2.181,5 $\mu\text{g/L}$ de N, para una relación de 16:1. Los quince (15) microcosmos restantes se dejaron como controles. Las muestras de ambiente, microcosmos control y tratamiento se tomaron por triplicado durante cinco días de muestreo en cada época (sequía y lluvia). Las muestras se envasaron en botellas de polietileno de 1 L que se preservaron inmediatamente con lugol. En el laboratorio se sedimentaron submuestras de 10 mL en cámaras Utermöhl y se examinaron en el microscopio invertido para clasificar mediante claves taxonómicas el fitoplancton presente hasta el nivel de especie. Los valores de las variables ambientales medidas no presentaron grandes cambios en las dos épocas (sequía y lluvia), por lo que se confirma el Golfete de Cuare como un ambiente estuarino estable. En el microcosmos enriquecido (N_1P_1) aumentó la abundancia, la diversidad tuvo una variación significativa para ambas épocas, y la riqueza aumentó para la época de lluvia. El grupo de las Bacillariophyta presentó el mayor número de especies y la mayor abundancia en todas las muestras, para ambas épocas. En la época de sequía quedaron en orden descendente de riqueza, las Pyrrophyta y las Cyanophyta; e invirtiendo el orden para la época de lluvia. Las Euglenophyta, Chromophyta y Chlorophyta, en orden decreciente, presentaron las menores riquezas y abundancias para la época de lluvia.

AGRADECIMIENTOS

A mí amado Dios, que siempre ha sabido escucharme con paciencia y me ha demostrado su infinito amor hacia mí, gracias mí Dios por todas las cosas hermosas que me has hecho vivir en espíritu, cuerpo y mente. Gracias por darme una bella y hermosa familia, a mí hijo, a mí vida, a mis estudios, y todas las personas que has puesto en mí camino para seguir creciendo y cada vez aprender de lo bueno y de lo malo que sólo a través de ellas me he hecho unir más a ti.

A mí Universidad Central de Venezuela, mi casa que vence las sombras, al cual amo con profundo respeto, al cual me siento orgullosa de pertenecer a esa grande y prestigiosa institución. Gracias por abrirme las puertas de su saber de nuevo, para crecer en sabiduría, como persona libre y mostrarme otros escenarios científicos, al cual con respeto y mucho amor he tomado y hoy sus puertas se abren de nuevo pero con un título al cual me siento orgullosa de obtener, ya que la lucha ha sido grande, pero aquí estoy satisfecha y orgullosa.

A Evelyn Zoppi de Roa, por haberme aceptado y ser mi tutora, gracias por tu paciencia y orientación, con su mano firme me llevaste por este camino de sabiduría y así llegar a la meta final. POR SIEMPRE AGRADECIDA.

A mi jurado los Doctores Ernesto González y Mario Palacios, por entender mis temores y disiparlos con gran justicia, paciencia y respeto hacia mi persona.

A mis amigas superpoderosas (Lilibeth y Afrodita), por ser amigas, por apoyarme, por aceptarme y compartir cosas muy lindas conmigo, la cual llevaré siempre en mi corazón. GRACIAS.

A mis amigas, Patricia y Leny a pesar de tomar rumbos diferentes dentro de la carrera me ha demostrado ser una gran persona tanto para mí como para mi familia, así como una gran amiga.

A Dulce, por su colaboración en la identificación y consejos en los análisis estadísticos.

A Jorge y Rubén, por ser mis grandes amigos, gracias por apoyarme incondicionalmente.

A Víctor Hugo, gran amigo, colaborador y gran estadista. Gracias por tu apoyo.

A la Dra. Guillermina Alonso (Directora), Marcia Toro, Sandra Guiner, mil gracias por apoyarme.

A todas las personas que compartimos dentro del laboratorio de Plancton, gracias por ser hermosos, amigos y colaboradores.

Al personal de los laboratorios de Invertebrados, Plantas acuáticas, Crustáceo, Microalgas, por apoyarme con sus materiales.

A FUDENA, Samuel, Caborro, Freddy, Napoleón y Eleazar, por apoyarme en la logística de las salidas, además de ser amigos, queridos.

A mis padres, Hilda y José, grandes seres humanos, que me apoyaron en todo momento, son mi base, mis grandes amores, a ustedes les dedico este trabajo con mucho amor. AL FIN LO LOGRE!!!!!!!!. LOS AMO.

A mí hijo por inspirarme, apoyarme y brindarme confianza de lograr mí meta, eres lo más hermoso que Dios me ha concedido, te amo, tú mamá. GRACIAS Y DIOS TE BENDIGA!!!!!!

A mis hermanos Rafael y familia, Gerardo y familia y José y familia, su apoyo incondicional, en todo momento, me acogieron con palabras sabias, fuente de inspiración, sin su ayuda no hubiera sido imposible lograr esta meta tan anhelada. DIOS ME LOS BENDIGA!!!!

A la coral, a su gente bella, gracias por compartir conmigo grandes momentos de mí vida y está también.

A mis tías Flor y Fina, por ser mis guías espirituales, gracias por sus oraciones y apoyo y de no permitir que el enemigo me impidiera llegar al otro lado del camino y ver la luz de la victoria.

Y a todas aquellos (as) que de una u otra forma brindaron apoyo a este trabajo y mi memoria olvida. Gracias.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
1. INTRODUCCION	14
2. ANTECEDENTES Y PROBLEMÁTICA ACTUALES	22
3. HIPÓTESIS	26
4. OBJETIVO PRINCIPAL	27
5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
6. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	27
7. MATERIALES Y MÉTODOS	29
7.1. Método de Campo	29
7.1.1. Variables ambientales	29
7.1.2. Ensayo de enriquecimiento con fósforo y nitrógeno	30
7.1.2.1. Diseño experimental	30
7.1.2.2. Preparación de los microcosmos	30
7.1.2.3. Recolección de muestras para la estimación de abundancia y composición del fitoplancton	31
7.1.2.4. Recolección de las muestras para la estimación de la clorofila “a”	32
7.2. Método de Laboratorio	32
7.2.1. Determinación de la clorofila “a”	32
7.3. Análisis numérico	33
7.4. Análisis estadístico	33
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
8.1. Capítulo I. Variables ambientales	34
8.2. Capítulo II. Aspectos de la Estructura Comunitaria del Fitoplancton en el Ambiente	36
8.2.1. Riqueza de especies	37
8.2.2. Abundancias totales por grupo	44
8.2.3. Equidad y Diversidad	49
8.2.4. Clorofila “a”	50
8.2.5. Estructura comunitaria	51

8.3. Capítulo III. Efecto del encierro usando microcosmos y su efecto	
sobre la comunidad fitoplanctónica	55
8.3.1. Época de sequía	56
8.3.1.1. Efecto del encierro sobre la abundancia	63
8.3.1.2. Efecto del encierro sobre la abundancia total por grandes grupos taxonómicos	65
8.3.1.3. Efecto del encierro sobre la biomasa en sequía	67
8.3.2. Época de lluvia	67
8.3.2.1. Efecto del encierro sobre la riqueza de especies	67
8.3.2.2. Efecto del encierro sobre la abundancia	71
8.3.2.3. Efecto del encierro sobre la abundancia total por grandes grupos taxonómicos	73
8.3.2.4. Efecto del encierro sobre la biomasa del fitoplancton	75
8.3.3. Estructura comunitaria	76
8.3.4. Comparación entre ambas épocas	77
8.4. Capítulo IV. Efecto del enriquecimiento usando microcosmos y su efecto	
sobre la comunidad fitoplanctónica	78
8.4.1. Época de sequía	79
8.4.1.1. Efecto del enriquecimiento sobre la riqueza de especies	79
8.4.1.2. Efecto del enriquecimiento sobre la abundancia	86
8.4.2. Época de lluvia	90
8.4.2.1. Efecto del enriquecimiento sobre la riqueza de especies	90
8.4.2.2. Efecto del enriquecimiento sobre la abundancia	93
8.4.2.3. Efecto del enriquecimiento sobre la abundancia total por grandes grupos taxonómicos	96
8.4.3. Efecto del enriquecimiento sobre la abundancia total para cada grupo taxonómico	98
8.4.4. Efecto del encierro sobre la biomasa del fitoplancton	100
8.4.5. Estructura comunitaria	100
9. CONCLUSIONES	103
10. RECOMENDACIONES	105

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Esquema simplificado de la cadena alimentaria de ecosistemas costeros (Riley y Chester, 1971).	14
Figura 2.	Transformación del Ciclo del Fósforo en sistemas de estuarios (Day y col., 1989).	16
Figura 3.	Transformación del Ciclo del Nitrógeno en sistemas estuarios (Day y col., 1989).	18
Figura 4.	Ubicación del Golfete de Cuare en el mapa de Venezuela (M.A.R.N.R, 1992).	28
Figura 5.	Abundancia de los grandes grupos fitoplanctónicos representados en las dos épocas de estudio (sequía y lluvia).	47
Figura 6.	Riqueza de los grandes grupos taxonómicos por día de muestreo	47
Figura 7.	Abundancias por grandes grupos taxonómicos para cada día de estudio, (a) sequía, (b) lluvia. A = Ambiente. D = Día (1, 2, 3, 4, 5), S = Sequía y Ll = Lluvia.	48
Figura 8.	Índice de Equidad y Diversidad de Shannon para las dos épocas.	50
Figura 9.	Variación de la clorofila “a” en los cinco días de estudio para la época de lluvia.	51
Figura 10.	Ubicación de las especies en el primer y segundo eje de correspondencia. Se muestra la lista de especies encontradas, ordenadas por grandes grupos taxonómicos, en el ambiente durante las dos épocas (sequía y lluvia), con una inercia acumulada para el tercer eje de 47,78%. (A = ambiente, D primer dígito = día de muestreo, segundo dígito = número de réplica, S ó L = sequía o lluvia.)	53
Figura 11.	Riqueza de especies expresada en (cél/L) en la época de sequía comparando ambiente y control (N₀P₀).	62
Figura 12.	Abundancia media de grandes grupos taxonómicos comparando ambiente y microcosmos control en sequía.	64
Figura 13.	Abundancias (%) de los grandes grupos taxonómicos comparando control y ambiente.	66
Figura 14.	Abundancia total de los grandes grupos taxonómicos para la época de sequía.	67
Figura 15.	Valores porcentuales de los diferentes grupos taxonómicos encontrados en el ambiente y en los microcosmos control en lluvia.	71

Figura 16.	Abundancia total en lluvia comparando ambiente y control (N_0P_0).	74
Figura 17.	Promedio de la clorofila “a” durante los cinco días de muestreo para lluvia, comparando ambiente y microcosmos control (N_0P_0).	75
Figura 18.	Ubicación de las especies en el primer y segundo eje de correspondencia. Se muestra la lista de especies encontradas, ordenadas por grandes grupos taxonómicos, en el ambiente durante los dos épocas (sequía y lluvia) comparándolas con el control (sequía y lluvia), con una inercia acumulada para el tercer eje de 29,84%.	76
Figura 19.	Abundancia por grandes grupos durante los días de muestreo comparando microcosmos control (N_0P_0) para las dos épocas (sequía y lluvia).	78
Figura 20.	Riqueza total de especies encontradas en el microcosmos control y con tratamiento para la época de sequía.	80
Figura 21.	Índice de Equidad de Shannon a lo largo de los días (5) de estudio, comparando el microcosmos control (N_0P_0) y tratamiento (N_1P_1).	85
Figura 22.	Abundancia de especies para cada día de muestreo en la época de sequía, comparando los microcosmos control (N_0P_0) y con tratamiento (N_1P_1).	86
Figura 23.	Abundancia total (cél/L) encontrada en los microcosmos control (N_0P_0) y tratamiento (N_1P_1) para cada uno de los grandes grupos taxonómicos para la época de sequía.	87
Figura 24.	Abundancia total por grandes grupos taxonómicos durante los cinco días de estudio para la época de sequía.	88
Figura 25.	Variación de la riqueza tomando todas las especies presentes en el microcosmos control y tratamiento.	91
Figura 26.	Riqueza de especies comparando control y tratamiento durante los cinco días de estudio para la época de lluvia.	92
Figura 27.	Índice de Shannon a lo largo de los días (5) de estudio, comparando los microcosmos control (N_0P_0) y tratamiento (N_1P_1).	93
Figura 28.	Abundancia total por grandes grupos taxonómicos durante los cinco días de estudio para la época de lluvia.	94
Figura 29.	Comparación de las abundancias totales por grandes grupos entre los microcosmos control (N_0P_0) y con tratamiento (N_1P_1) en la época de lluvia.	96

Figura 30.	Variación de la abundancia total presente en el microcosmos control y tratamiento durante los cinco (5) días de estudio del fitoplancton.	97
Figura 31.	Variaciones de la clorofila “a” durante los cinco días de muestreo para la época de lluvia comparando microcosmos control (N₀P₀) y microcosmos con tratamiento (N₁P₁).	100
Figura 32.	Ubicación de las especies en el primer y segundo eje de correspondencia. Se muestra la lista de especies encontradas según los grandes grupos taxonómicos, en el control durante sequía y lluvia, comparadas con el tratamiento con una inercia acumulada para el tercer eje de 49,66%.	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Investigaciones realizadas en comunidades fitoplanctónicas de Venezuela.	24
Tabla 2.	Diseño experimental.	30
Tabla 3.	Valores de salinidad tomados en los cinco días de muestreo y los valores medios para las dos épocas (sequía y lluvia).	35
Tabla 4.	Valores de Temperatura tomados en los cinco días de muestreo, así como las medias para las épocas de sequía y lluvia.	36
Tabla 5.	Valores de transparencia tomados en los cinco días de estudio.	36
Tabla 6.	Total de especies fitoplanctónicas presentes en el ambiente natural en las dos épocas (sequía y lluvia).	37
Tabla 7.	Lista de especies encontradas en el ambiente clasificadas por grandes grupos taxonómicos: B: Bacillariophyta; P: Pyrrophyta; Cy: Cyanophyta; E: Euglenophyta; Chl: Chlorophyta; Chr: Chromophyta y al sistema de origen de las especies: M: marino; AD: Agua Dulce; E: Estuarino, así como Presencia (x).	39
Tabla 8.	Abundancias totales por grandes grupos para las dos épocas (sequía y lluvia), encontrados en el Golfete de Cuare.	45
Tabla 9.	Total de especies fitoplanctónicas presentes en el ambiente natural y en el microcosmos control para la época de sequía.	56
Tabla 10.	Representación del número de especies encontradas en la época de sequía según el sistema al que pertenecen.	56
Tabla 11.	Lista de las especies encontradas por grandes grupos presentes en el ambiente y en control (N₀P₀) para la época de lluvia. B: Bacillariophyta; P: Pyrrophyta; Cy: Cyanophyta; E: Euglenophyta; Chl: Chlorophyta;	

	Chr: Chromophyta; ambiente de origen: M: marino; AD: Agua Dulce; E: Estuarino; y Presencia (x).	57
Tabla 12.	Abundancia total por grandes grupos taxonómicos para la época de sequía comparando ambiente y control.	62
Tabla 13.	Número de especies encontradas en el ambiente comparando con el microcosmos control en la época de sequía.	63
Tabla 14.	Comparación de las abundancias entre ambiente y control por especies.	65
Tabla 15.	Comparación número de especies presentes tanto en el ambiente como en el microcosmos control para la época de lluvia.	68
Tabla 16.	Abundancia total por grandes grupos taxonómicos para cada una de las épocas comparando ambiente y control (cél/L).	69
Tabla 17.	Representación del número especies encontradas según el sistema al que pertenecen, para la época de lluvia.	70
Tabla 18.	Número de especies encontradas en el ambiente comparándolo con el microcosmos control en la época lluvia.	71
Tabla 19.	Especies que tuvieron variaciones significativas en su abundancia al compararse ambiente y control para la época de lluvia.	72
Tabla 20.	Total de especies fitoplanctónicas presentes en el ambiente natural para la época de sequía.	79
Tabla 21.	Representación del número de especies encontradas en la época de sequía según el ambiente al que pertenecen.	79
Tabla 22.	Lista de especies en el microcosmos control (N_0P_0) y microcosmos tratamiento (N_1P_1), en la época de sequía y lluvia. Grupo B (diatomeas), Py (Dinoflagelados), Cy (cianobacterias), Eu (Euglenophyta), Chl (Chlorophyta), Chr (Chromophyta); ambiente de origen de las especies M: marino, AD: agua dulce, E: estuarino; y presencia (x).	81
Tabla 23.	Especies que presentaron respuesta a la adición de nutrientes en sequía, ↑ aumento abundancia, ↓ disminución de la abundancia.	89
Tabla 24.	Comparación número de especies presentes tanto en el ambiente como en el microcosmos control para la época de lluvia.	90
Tabla 25.	Representación del número de especies encontradas según su origen, para la época de lluvia.	91
Tabla 26.	Aplicación de test para obtener niveles de homogeneidad de varianza aplicadas a las principales especies que presentaron abundancia significativa	

	comparándolas con otras especies de los diferentes grupos taxonómicos.	100
Tabla A1.	Variables ambientales correspondientes al mes de marzo de 2007.	
	Proyecto Variables Hidrometeorológicas FUDENA. Estación Meteorológica Chichiriviche, Edo. Falcón. Recolectores: Napoleón Reyes y Eleazar Castillo.	127
Tabla A2.	Variables ambientales correspondientes al mes de octubre de 2007.	
	Proyecto Variables Hidrometeorológicas FUDENA. Estación Meteorológica Chichiriviche, Edo. Falcón. Recolectores: Napoleón Reyes y Eleazar Castillo.	128
Tabla A3.	Índice de diversidad para ambiente (sequía y lluvia).	129
Tabla A4.	Índice de diversidad (control – tratamiento en sequía).	129
Tabla A5.	Índice de diversidad (control – tratamiento en lluvia).	129
Tabla A6.	Análisis de todas las muestras, la inercia y el porcentaje de inercia acumulada en los distintos ejes de correspondencia, para ambiente.	130
Tabla A7.	Análisis de todas las muestras, la inercia y el porcentaje de inercia acumulada en los distintos ejes de correspondencia, para ambiente – control.	130
Tabla A8.	Análisis de todas las muestras, la inercia y el porcentaje de inercia acumulada en los distintos ejes de correspondencia, para control – tratamiento.	130

1. INTRODUCCION

El fitoplancton constituye la base de la cadena trófica, y ha sido utilizado como indicador de las condiciones que prevalecen en los cuerpos de agua que presentan una calidad ambiental muy baja. En el ambiente pelágico (epipelágico) el crecimiento del fitoplancton es de gran importancia ya que provee a la base de la cadena alimentaria la energía necesaria que culmina en los organismos superiores (Maestrini y Graneli, 1991).

El fitoplancton es el principal receptor y procesador de nutrientes provenientes de múltiples fuentes naturales y también de la actividad humana, que llegan a las aguas donde realizan la conversión del dióxido de carbono disuelto utilizando la energía solar y transformándola en energía biológica, como se muestra en la figura 1 (Saubot, 1971).

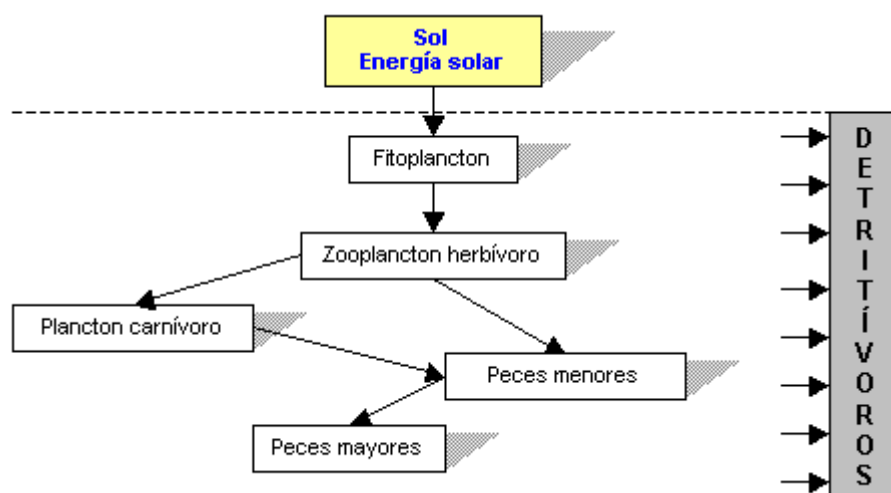


Figura 1. Esquema simplificado de la cadena alimentaria de ecosistemas costeros (Riley y Chester, 1971).

La estructura de una comunidad fitoplanctónica puede describirse en términos de su composición de especies, diversidad (riqueza y equidad) y rango de abundancia (Begon y col., 1996).

La composición de una comunidad se refiere a todas las especies presentes en un espacio y tiempo determinados, ésta puede variar de un lugar a otro y sobre todo a lo largo del tiempo, sin embargo, algunas especies se encuentran invariablemente en un ambiente determinado (Clark, 1998).

La diversidad de una comunidad se refiere a la riqueza (número de especies que se encuentran en la muestra), la abundancia relativa de las especies, y su equidad. Una comunidad en la que cada especie es igualmente abundante presenta una alta equidad, por el contrario una comunidad donde las especies difieren ampliamente en su abundancia presenta una baja equidad (Pielou 1977).

La estructura de las comunidades fitoplanctónicas (su crecimiento y distribución) pueden estar afectadas por diversos factores: físicos (luz, temperatura, transparencia, salinidad, corriente), biológicos (índices de crecimiento, interacciones entre especies, pastoreo y herbivoría) y químicos (disponibilidad de nutrientes o sustancias promotoras del crecimiento) (Edmondson, 1956).

Con respecto a la disponibilidad de nutrientes, dos de los elementos químicos de mayor importancia nutritiva para el fitoplancton en ambientes acuáticos son el nitrógeno (N) y el fósforo (P), y otros como el silicio (Si) y el hierro (Fe). El nitrógeno y el fósforo han recibido especial atención por su papel regulador o limitante debido a que se encuentran en mayor proporción en las células fitoplanctónicas y se absorben en mayor cantidad (Clarke, 1998).

Las concentraciones óptimas de nitrógeno (N) y fósforo (P) favorecen el crecimiento poblacional del fitoplancton hasta alcanzar un equilibrio dinámico estable con la capacidad de carga del ambiente (Clarke, 1998). Por otra parte, una variación en la disponibilidad de nutrientes puede generar cambios en la estructura comunitaria del fitoplancton (Margalef, 1980).

Algunas especies de microalgas pueden prosperar bajo ciertas concentraciones y relaciones de nutrientes (N y P, principalmente), como las diatomeas, dinoflagelados y cianobacterias; algunas de estas microalgas forman una capa que puede ser tóxica para plantas y peces, generada por un crecimiento poblacional excesivo entre 217 cél.ml^{-1} hasta 60 millones de cél.L^{-1} (Goldberg, 1995).

La relación atómica de nitrógeno y fósforo (N:P) en el fitoplancton de 16N:1P, que indica que se requiere más nitrógeno (N) que fósforo (P), es la relación óptima en la columna de agua. Esto indica que el P es el elemento menos abundante con respecto al N y esto va en relación con las demandas algales (Redfield, 1958; Atkinson y Smith, 1983). Sin embargo,

esta relación óptima puede variar desde 30:1 hasta 10:1, dependiendo del tipo de alga (Atkinson y Smith, 1983).

Liebig (1840, citado por Mazparrote, 1997) formuló una importante ley, que es la Ley del Mínimo, en donde todo proceso dependerá de muchos factores y siempre estará controlado por aquél que se encuentre en menor cantidad. Este enunciado implica, que un organismo está controlado por un nutriente o parámetro que existe en menor proporción, según las necesidades o requerimientos del organismo (Colinviaux, 1980).

El fósforo es uno de los elementos más importantes de los sistemas biológicos ya que forma parte de las biomoléculas como los ácidos nucleicos (ADN, ARN), el ATP y otros compuestos fosforados.

En la figura 2, según Day y col. (1989), se muestra el ciclo del fósforo (P) en sistemas estuarinos. Las principales fuentes de fósforo provienen de ríos y escorrentías que arrastran tanto partículas como fósforo disuelto proveniente del deslave de las rocas. También debemos tomar en cuenta las actividades antropogénicas.

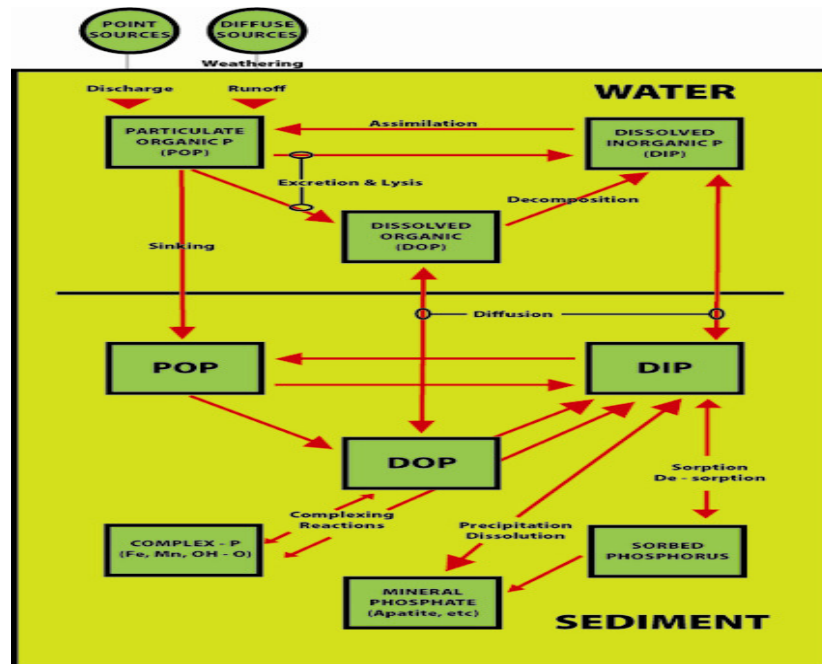


Figura 2. Transformación del ciclo del fósforo en sistemas estuarinos (Day y col., 1989).

En los ambientes acuáticos, el total de partículas de fósforo es mayor que el fósforo soluble. La suspensión o precipitación del fósforo inorgánico dependerá de las condiciones del pH del agua; a pH bajo (ácido) la cantidad de fósforo inorgánico disuelto es mayor y a pH alto (básico) la mayor parte del fósforo inorgánico precipita.

Las partículas de fósforo, bien sean orgánicas o inorgánicas, al ser depositadas en los estuarios tienden a sedimentar; aquellas partículas de fósforo orgánico (POP) que no precipitan pueden convertirse en fósforo orgánico disuelto (DOP) o fósforo inorgánico disuelto (DIP), mayormente representado por los ortofosfatos PO_4^{-3} y en menor cantidad por monofosfatos HPO_4^{-2} y fosfato dihidrogenado H_2PO_4^- ; producto de la excreción o la lisis celular.

Dentro de la columna de agua, el fósforo orgánico disuelto (DOP) mediante el proceso de descomposición se convierte en fósforo inorgánico disuelto (DIP) y este a su vez se transforma en partículas de fósforo orgánico (POP) mediante la asimilación por algas y bacterias durante la formación de la materia orgánica celular.

Por otra parte, la formación de sales inorgánicas o fósforo inorgánico disuelto (DIP) es mucho más importante en los sedimentos del estuario que en la columna de agua. El proceso anterior también ocurre en los sedimentos del estuario, sin embargo, la formación de sales orgánicas o fósforo inorgánico disuelto es más importante en los sedimentos que en la columna de agua.

El fosfato en el sedimento se encuentra en tres formas distintas: “fosfato intersticial”, presente en los espacios entre partículas (poros) y es liberado cuando se mezclan los sedimentos; “fosfato absorbido”, que se encuentran en las partículas de arena arrastradas por los ríos, y son liberados por los procesos digestivos y posiblemente por las raíces de algunas plantas, y “fosfato insoluble” como el fosfato férrico y el fosfato de calcio, que se encuentran en el fondo marino.

El fósforo inorgánico disuelto (DIP) y posiblemente el fósforo orgánico disuelto (DOP) ubicado en los espacios intersticiales (fosfato intersticial) están involucrados en reacciones complejas con el hierro y el magnesio, formando óxidos, hidróxidos y precipitados insolubles en condiciones aeróbicas; sin embargo, estos últimos pueden ser redissueltos cuando son reducidos.

Además, el fósforo inorgánico disuelto (DIP) está involucrado en la formación de varios minerales como es el caso de la apatita. Adicionalmente, el ortofosfato PO_4^{-3} puede ser fácilmente absorbido debajo de las capas de arcilla y detrito orgánico, de esta manera se genera un proceso de absorción y remoción de este compuesto desde el sedimento a la columna de agua, actuando de manera similar a un buffer si los niveles de fosfato en el agua

son bajos, se desprende el fosfato desde el sedimento al medio acuoso; pero si la concentración en el medio líquido es alta, entonces el fósforo sedimenta y va al fondo.

Con respecto al ciclo del nitrógeno, se sabe que el nitrógeno es el elemento básico en la conformación de cualquier organismo vivo. Forma parte de las proteínas y es de suma importancia para la construcción y el mantenimiento metabólico, así como para formar parte de todas las estructuras celulares. El nitrógeno se encuentra en el agua en tres formas distintas: como gas disuelto (básicamente N_2 y N_2O), en combinaciones inorgánicas (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+) y en combinaciones orgánicas.

La figura 3, según Day y col. (1989), muestra el ciclo del nitrógeno en sistemas estuarinos. Existen varias fuentes de las cuales proviene este elemento y son depositados en este tipo de ambiente, una de las principales fuentes es el nitrógeno atmosférico (N_2) que se encuentra abundantemente en la atmósfera y el óxido nitroso (N_2O) que pueden incorporarse al cuerpo de agua por difusión atmosférica o bien pueden ser fijados por los organismos especializados (procarióticos: bacterias, cianobacterias, entre otros), en forma de amonio o de nitratos. Las bacterias fijadoras de nitrógeno pueden tener mayor importancia en las aguas dulces que en las marinas (Margalef, 1980).

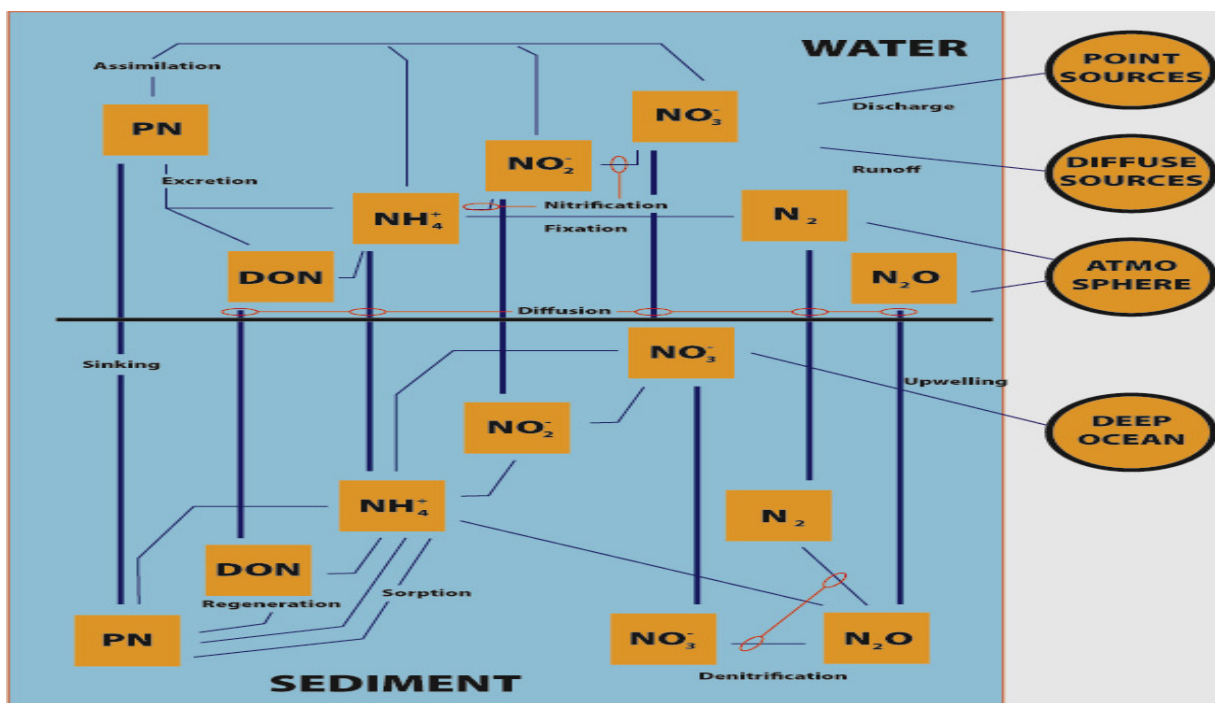


Figura 3. Transformación del ciclo del Nitrógeno en sistemas estuarinos (Day y col., 1989).

Otras fuentes importantes son las descargas de ríos y escorrentías que traen consigo nitrógeno disuelto de manera natural (lavado del suelo) o proveniente de la fertilización de las tierras de cultivos, así como aguas residuales de las poblaciones aledañas (fuente antropogénica). Las combinaciones inorgánicas de nitrógeno (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-) pueden ser asimiladas por los organismos (PON) para formar parte de los mismos, a su vez estos pueden ser aportados al medio, bien sea por excreciones o por lisis celular, en forma de nitrógeno orgánico disuelto (DON) o como amonio, este último puede ser transformado de nuevo en nitritos (NO_2) y nitratos (NO_3), a través de organismos nitrificantes. Este proceso ocurre de manera similar en los sedimentos.

Todas las formas químicas del nitrógeno pasan a los sedimentos por difusión y las formas orgánicas por precipitación (PON), las cuales son transformadas en nitrato. La diferencia entre la columna de agua y el sedimento consiste en que el proceso de desnitrificación ocurre solamente en los sedimentos. Los nitratos pasan a formar óxido nitroso y nitrógeno diatómico a través de los organismos desnitrificantes y finalmente estos gases son liberados a la columna de agua y/o de nuevo a la atmósfera (Muñoz y col., 2002).

También se han descrito fluctuaciones estacionales entre la limitación por N ó P y la posible co-limitación por ambos durante ciertos períodos para este tipo de ambiente (Philips y Badilak, 1994).

En las costas venezolanas se encuentran numerosas expresiones geomorfológicas con variados ambientes costeros: bahías, estuarios, albuferas, arrecifes y playas, entre otros, pero estos ambientes costeros están siendo alterados desde 1950, debido al incremento en la densidad demográfica (De Jonge y col., 2002).

La concentración de población humana en estas zonas han provocado un deterioro del medio ambiente, debido al mal manejo de los desechos que ingresan al mar cambiando negativamente el ecosistema y con esto la calidad de sus aguas (Cloern, 2001). Las perturbaciones antropogénicas (turismo, desarrollos industriales y urbanísticos desmedidos, deforestación, descargas de aguas servidas, entre otros) en estas zonas han ido en aumento (FUDENA / M.A.R.N.R., 1989).

Adicionalmente, a estos ecosistemas costeros le son vertidos por diferentes vías escorrentías de tierras agrícolas, de las áreas urbanas cercanas y aguas residuales, que le añaden nutrientes al agua dulce antes de alcanzar el medio marino, siendo estos nutrientes,

básicamente fósforo y nitrógeno (NRC, 2000), por ser los más utilizados. Estas aguas contaminadas originan también una serie de problemas ambientales como de salud pública, favoreciendo el crecimiento incontrolado de diversos agentes patógenos que causan enfermedades a los pobladores de la costa. Este problema es originado por el incremento poblacional desorganizado, no planificado (González, 2000).

Este tipo de contaminación que altera la calidad del agua se conoce como eutrofización, la cual puede darse de forma natural, como se ha evidenciado en varios lagos (Edmondson, 1956; NAS, 1969). Pero el empleo del término eutrofización es comúnmente utilizado para definir el fenómeno provocado por el vertido de desechos orgánicos y agroquímicos de las actividades humanas a gran escala en las riberas de los ecosistemas acuáticos, denominándose “eutrofización cultural” (US-EPA, 1997).

Estas aguas pueden ser clasificadas según su calidad, con base en tres estados tróficos: (1) Oligotrófico, correspondiente a aguas claras con bajas concentraciones de nutrientes, de materia orgánica o sedimentos en suspensión y por lo tanto encontramos una mínima actividad biológica. (2) Mesotrófico, constituida por aguas con concentraciones mayores de nutrientes y, por tanto, mayor actividad biológica. (3) Eutrófico, aguas extremadamente ricas en nutrientes con una alta productividad primaria (US-EPA, 1997).

Existe una condición extrema de eutrofización denominada hipereutrofización, la cual reviste una elevada gravedad, pues conlleva a una desaparición masiva local o absoluta de la flora y fauna de un ecosistema acuático, fenómeno observado principalmente en cuencas cerradas o endorreicas, tales como los lagos (Rosenzweig, 1971).

La eutrofización marina consiste en un incremento explosivo de la productividad biológica del fitoplancton, lo que provoca un flujo mayor de materia orgánica al fondo del mar. El flujo de esta materia orgánica va aumentando, lo que a su vez estimula el crecimiento del fitoplancton debido a la gran disponibilidad de nutrientes. Al morir el fitoplancton, sedimenta en el fondo del mar; la materia orgánica al descomponerse reduce la concentración del oxígeno disuelto, originándose condiciones de hipoxia. Estos cambios en el agua y sedimentos pueden afectar las comunidades biológicas, entre éstas al bentos y el necton (US-EPA, 2001). Este proceso trae como consecuencia una pérdida de diversidad, que se refleja en una disminución de la riqueza de las especies como también de la equidad, aumentando la

abundancia de pocas especies que están mejor adaptadas a tales condiciones (Rosenberg, 1990).

Se han realizado investigaciones sobre el efecto de los nutrientes sobre los ecosistemas y para evaluar este proceso experimentalmente, algunos investigadores utilizan modelos experimentales llamados cosmos. Los cosmos actúan como un puente entre el planteamiento teórico y la realidad ambiental, permitiendo entender mejor los procesos naturales, y simplificando las grandes complejidades de los ecosistemas (Fraser y Keddy, 1997). Además, estos ecosistemas controlados permiten estudiar las propiedades dinámicas de las comunidades que en condiciones naturales fácilmente llevaría décadas estudiar (Daehler y Strong, 1996). Es por esto que la aplicación de este tipo de técnica permitirá obtener una aproximación de lo que ocurriría en ambientes naturales (González y col., 2001).

Una desventaja de utilizar cosmos es una falta de realismo y su alcance es limitado, puesto que sólo puede estudiarse una pequeña fracción del universo de las especies que estén presentes y funcionan como pseudoréplicas, debido a que difícilmente pueden darse las condiciones para réplicas (Diamond, 1986). Los microcosmos experimentales han demostrado ser herramientas valiosas en la investigación ecológica. Han permitido a los investigadores disminuir los costos relacionados con estudios de campo a gran escala y permiten cumplir con las exigencias de publicaciones a más corto plazo. Sin embargo, estos experimentos no pueden generar resultados que puedan ser aplicados consistentemente a ecosistemas reales (Drenner y Mazumder, 1999).

Sin embargo, esta técnica provee numerosas ventajas al investigador, desde el punto de vista estadístico y del diseño experimental, como la fácil replicación, el manejo y controles precisos de las variables ambientales, y la habilidad de manipular y controlar la heterogeneidad espacial. Desde un punto de vista económico, la instalación de cosmos implica disminuciones sustanciales de tiempo y costos para montar los experimentos de campo, y obtener resultados (Carpenter, 1996).

Según Bloesch (1988), los cosmos pueden ser clasificados por su capacidad y rigidez de sus paredes, en diferentes tipos:

De acuerdo a su volumen:

Microcosmos: Volumen $<1 \text{ m}^3$

Mesocosmos: Volumen entre $1\text{-}1000 \text{ m}^3$

Macrocósmos: Volumen $>1000 \text{ m}^3$.

De acuerdo a la rigidez de sus paredes: Limnocorrales: encierros y bolsas plásticas, caracterizados por tener paredes flexibles y ser usados “in situ”.
Limnotanques: contenedores, vesículas de fibra de vidrio, entre otros. Con paredes rígidas y empleadas “ex situ”.

Dentro de los ambientes tropicales se encuentran cuerpos de agua denominados estuarios, áreas semi-cerradas de libre conexión con el mar abierto, y donde confluyen las aguas de los ríos (desembocadura), siendo por ende fuertemente afectados por las mareas y los aportes fluviales, obteniéndose una mezcla de aguas dulces y saladas (Odum, 1971). Además son ecosistemas que se encuentran afectados por cambios frecuentes de salinidad, carga de sedimentos, niveles de nutrientes y otras características físicas y químicas que se ven constantemente influidos (Margalef, 1980). También son ecosistemas muy productivos, y cumplen una importante función natural debido a que son lugares donde muchas especies planctónicas se reproducen, desarrollan y crecen; en cambio, para las especies marinas, en los estuarios ciertas especies planctónicas (zooplankton) y no planctónicas tienen parte de su desarrollo reproductivo, y se denominan esas zonas como “guarderías” (Valdovino, 2004).

Para la realización de este trabajo se escogió la boca del Golfete de Cuare, Estado Falcón, debido a que se encuentra permanentemente comunicado con el mar, lo que afecta continuamente la salinidad de sus aguas, además recibe aportes de sedimentos del continente a través de quebradas que caen directamente en él o durante los períodos de inundación, en los cuales los ríos Tocuyo y Sanare, los caños El Buco, Estero y Dieguito, y las quebradas de Chichiriviche crecen y se desbordan debido a las lluvias (FUDENA / M.A.R.N.R., 1989), y todas estas variables influyen sobre la comunidad fitoplanctónica. La población humana en estas áreas naturales costeras son consideradas como problemáticas para el ambiente produciendo contaminación antropogénica debido a diferentes factores como son: la presión turística que es muy alta, los servicios de la zona son deficientes y los residuos sólidos tampoco tienen una recolección adecuada, agravando de esta forma la contaminación de sus aguas.

2. ANTECEDENTES Y PROBLEMÁTICA ACTUAL

La comunidad científica internacional ha realizado un gran número de investigaciones en los ambientes costeros amenazados por la eutrofización. Los países desarrollados más

avanzados en este tipo de investigación como Reino Unido, Noruega, Suecia y Australia, realizan un gran esfuerzo para controlar y reducir el proceso de eutrofización en sus países (Rosenberg, 1990; Cloern, 2001). La información sobre eutrofización costera en América Latina es relativamente escasa comparada con la de esos países más amenazados (Cadée, 2001).

En Venezuela, los Parques Nacionales y otras áreas protegidas se han convertido en importantes centros recreativos y turísticos, con creciente demanda. El Golfete de Cuare no escapa a ello al encontrarse a apenas 250 km de la ciudad de Caracas, y a menor distancia de otras ciudades populosas como Valencia, Maracay y Barquisimeto, lo que lo convierte en un lugar de fácil acceso para la mayoría de sus pobladores. Esta región costera-caribeña contiene una exuberante diversidad biológica y paisajística, con variados ecosistemas y gran abundancia de flora y fauna marinas y terrestres.

El Golfete de Cuare, de una extensión de 1.892 ha, está rodeado por manglares entre los que predomina el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), el cual forma canales y túneles vegetales haciendo esta zona muy atractiva para el turista al ofrecer una amplia gama de actividades para la recreación al aire libre.

Por otro lado, las actividades económicas en la zona adyacente al Refugio como la siembra de cocotales, la existencia de fundos ganaderos y fincas agrícolas, la pesca, la comercialización de la ostra y pequeños comercios de víveres y artesanías, constituyen la base de su economía. Estas actividades originan un importante crecimiento demográfico en el sector asociado a las actividades ligadas al turismo.

Esta presión turística trae consigo una serie de impactos sobre el medio natural, entre los que pueden señalarse la contaminación, la sobreexplotación y la invasión de algunas zonas, trayendo consigo el deterioro ambiental. La infraestructura con fines turísticos a lo largo de la costa ha ocasionado altos niveles de contaminación por la disposición de aguas servidas sin ningún tratamiento, además del dragado, desecación y alteración de los patrones hidrológicos en los humedales costeros debido a la tala, la desecación de manglares y el turismo, sobre todo en temporadas altas.

Los servicios de la zona son deficientes, pues no cuentan con un sistema de drenaje bien estructurado; además hay carencia de un servicio de cloacas, la descarga de las aguas

servidas van directo al mar sin ningún tratamiento, aunque en los actuales momentos se ha dado inicio a la instalación de un sistema de drenaje, pero igual van al mar.

Los residuos sólidos tampoco tienen una recolección adecuada; el aumento de los visitantes en la zona, la circulación excesiva de lanchas y la disposición inadecuada de los residuos han traído como consecuencia una sobre utilización descontrolada de algunas áreas protegidas; y dentro del Refugio se encuentra un relleno sanitario no controlado por la presencia de barrios dentro de sus linderos.

La población humana estimada para 2008, según los municipios que lo conforman: Municipio Monseñor Iturriza (21.340 hab.), Municipio Silva (34.419 hab.) y Municipio Acosta (18.892 hab.) (OCEI, Censo 2008, Estado Falcón), demuestra un aumento acelerado de sus poblaciones en las zonas, comparadas con el censo realizado en 1990, Monseñor Iturriza (13.933 hab.); Municipio Silva (20.993 hab.) y Municipio Acosta (15.330 hab.).

Debido a las actividades mencionadas, se evidencia que las áreas naturales costeras son consideradas con problemas ambientales o de contaminación antropogénica y esto ha sido abordado por numerosos autores, como: Gómez-Limón y col., 1993; Andrés 1997; Jim 1989; Perdomo 1997; Beekhuis, 1981; Thomas, 1990; Stankey, 1990.

Por otra parte, la mayoría de los estudios realizados en las costas venezolanas en cuanto a comunidades fitoplanctónicas se refiere, se destacan los siguientes (ordenados por lugar de investigación):

Tabla 1. Investigaciones realizadas en comunidades fitoplanctónicas de Venezuela.

LUGAR	INVESTIGADOR	AÑO
Bahía de Mochima	Okuda y col.	1975
Bahía de Mochima	González	2004
Bahía El Tablazo	IVIC	1968
Bajo Orinoco y Delta Amacuro	Varela y col.	1983
Carenero – Edo. Miranda	Ferraz-Reyes	1982
Cuenca Tuy – Cariaco	Ferraz-Reyes	1983
Ensenada de Cangas	Ferraz-Reyes	1992
Fachada Atlántica	Spiniello-Pérez	2005
Golfo de Cariaco	Okuda y col.	1978
Golfo de Cariaco	Ferraz-Reyes	1979
Golfo de Cariaco	Mandelli y col.	1982
Golfo de Cariaco	Ferraz-Reyes	1989
Golfo de Cariaco	La Barbera Sánchez	1999

LUGAR	INVESTIGADOR	AÑO
Golfo de Cariaco	Muller-Karger y col.	2001
Golfo de Paria	Troncone	1987
Golfo de Paria y Cariaco	Hulburt	1963
Golfo de Paria y Cariaco	Margalef	1965
Golfo de Paria y Cariaco	Hulburt	1966
Golfo de Paria y Cariaco	Mazparrote	1970
Golfo de Santa Fe	Okuda	1969
Golfo de Santa Fe	Breuwer	1977
Isla de Cubagua	Troccoli-Ghinaglia	1989
Lago de Maracaibo	Hustedt	1956
Laguna de la Arestinga	Mazparrote y col.	1975
Laguna de la Arestinga	Reyes y Vásquez	1975
Laguna de la Arestinga	Voltolina	1975
Laguna de la Arestinga	UDO	1975
Laguna de Tacarigua	Spiniello	1982
Laguna de Tacarigua	Gutiérrez	1983
Laguna de Tacarigua	Gutiérrez	1983
Laguna de Tacarigua	González	1985
Laguna de Tacarigua	Subero	1991
Laguna de Tacarigua	Subero-Pino y col.	1991
Laguna de Tacarigua	Spiniello	1997
Laguna de Tacarigua	Freire	2002
Laguna de Tacarigua y Unare	Zoppi	1974
Laguna de Unare	Bonnin	1983
Lagunas de Unare y Píritu	Subero Pino	1991
Parque Nacional Morrocoy	Martín	1978
Parque Nacional Morrocoy	Gutiérrez	1983
Parque Nacional Morrocoy	Gutiérrez	1997
Parque Nacional Morrocoy	López	2001
Parque Nacional Morrocoy	Pérez	2002
Parque Nacional Morrocoy	Spiniello y Arocha	2005
Parque Nacional Los Roques	Argotti y col.	1990
Parque Nacional Los Roques	Sánchez	1993
Plataforma Nororiental - Edo. Sucre	Salazar Acosta	2000
Playa San Luis - Cumaná	Gómez-Carvajal y col.	2000

En relación a los trabajos de investigación realizados en el Golfete de Cuare, se encuentran: Estudio Sedimentológico, Fisicoquímicos y de Macrobentos (Osuna, 1983); Evaluación de los Parámetros Físico – Químicos en el Parque Nacional Morrocoy y Zonas Aledañas, Venezuela, 1er Informe; desde Enero de 2000 hasta Diciembre de 2001 (Martín,

2001); Caracterización de suelos y aguas intersticiales en manglares degradados en el Golfete de Cuare (Raga, 2006), y Estudio de la variabilidad espacial del Ca, K, Mg, Fe, P, C, Na y N en los sedimentos depositados en el Golfete de Cuare (Ramos, 2006), entre otros.

Entre las investigaciones realizadas en Venezuela utilizando cosmos en aguas marinas se encuentra: Spiniello (1997) en la Laguna de Tacarigua y Gutiérrez (1997) en el Parque Nacional Morrocoy (Edo. Falcón); investigación en agua dulce, usando cosmos: González (1996) en el embalse El Andino, Edo. Anzoátegui. González y Ortaz (1998) en el Embalse La Mariposa; Dorta (2002) en el Embalse La Mariposa y Bernat (2002) en el Embalse La Mariposa.

Con respecto a trabajos realizados a nivel internacional usando cosmos se encuentran Estrada y col. (1988) en Puerto del Masnou, España; Fong y col (1993) en México; Downing (1999), Miami, Florida, EEUU; Ramírez (2005), El Retiro, Colombia; Carpenter (1996), Wisconsin, EEUU; Arocena (2000), en un sistema lagunar costero, Uruguay.

Para las investigaciones utilizando enriquecimiento con nitrógeno (N) y fósforo (P), se encuentran entre muchos otros, los de Smith (1984 y 2006), Kansas, EEUU; McComb y col. (1981), Australia; Howarth y Marino (1994), Miami, Florida, EEUU, entre otros.

En función de lo anteriormente expuesto se planteó el presente estudio en la boca del Golfete de Cuare, debido a los pocos estudios enfocados al conocimiento de la comunidad fitoplanctónica en la boca del Golfete y utilizando cosmos como técnica. Si la entrada de nutrientes a la boca del Golfete es constante o estable, entonces pueden evaluarse los cambios en composición y abundancia, tomando en cuenta el tiempo de respuesta de las especies de fitoplancton, cuando se añade un único tratamiento de nitrógeno (N) y fósforo (P) al inicio del experimento, en las dos épocas, sequía y lluvia. También se investiga la estructura comunitaria del fitoplancton y los cambios relacionados al encierro (usando cosmos) con y sin tratamiento para evaluar su utilidad.

3. HIPÓTESIS

La comunidad fitoplanctónica se puede encontrar limitada por la disponibilidad de nitrógeno (N) y fósforo (P), por lo que la adición de estos nutrientes en altas concentraciones, ocasionar un aumento en la abundancia y un cambio en su estructura comunitaria.

4. OBJETIVO PRINCIPAL

Evaluar la respuesta *in situ* del fitoplancton a la adición de los nutrientes: nitrógeno (N) y fósforo (P) usando el método experimental cosmos.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1- Evaluar la variación estacional de las principales variables ambientales en las dos épocas de estudio, sequía y lluvia en el ambiente así como, la dinámica diaria de la estructura comunitaria del fitoplancton.
- 2- Evaluar la composición y abundancia del fitoplancton en el ambiente.
- 3- Evaluar el efecto del encierro en los cosmos y cómo es la dinámica del fitoplancton y cuál es su efecto al enriquecerlo con N y P y cómo varía la comunidad fitoplanctónica al comparar los microcosmos control y microcosmos con tratamiento.
- 4- Determinar el tiempo de respuesta del fitoplancton a la adición de N y P.

6. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Golfete de Cuare se encuentra dentro del Refugio de Fauna Silvestre Cuare y ha sido designado e incluido por el Gobierno de Venezuela en la lista de Humedales de Importancia Internacional, establecida en virtud de la Convención de Ramsar de 1971. (Folleto M.A.R.N.R. / SERVICIO AUTÓNOMO DE FAUNA PROFAUNA).

Se encuentra ubicado al sureste del Estado Falcón próximo a la población de Chichiriviche, latitud 10°54'10''N, 68°16'50''W (figura 4). Es una bahía costera de 1.892 ha, con 12 km de longitud y entre 0,5 y 3 km de ancho, se comunica con el mar por una boca de 560 m de ancho y tiene una profundidad media de 2 m. La composición biótica es altamente variable, su fondo es fangoso y colinda con el Parque Nacional Morrocoy (M.A.R.N.R., 1992).

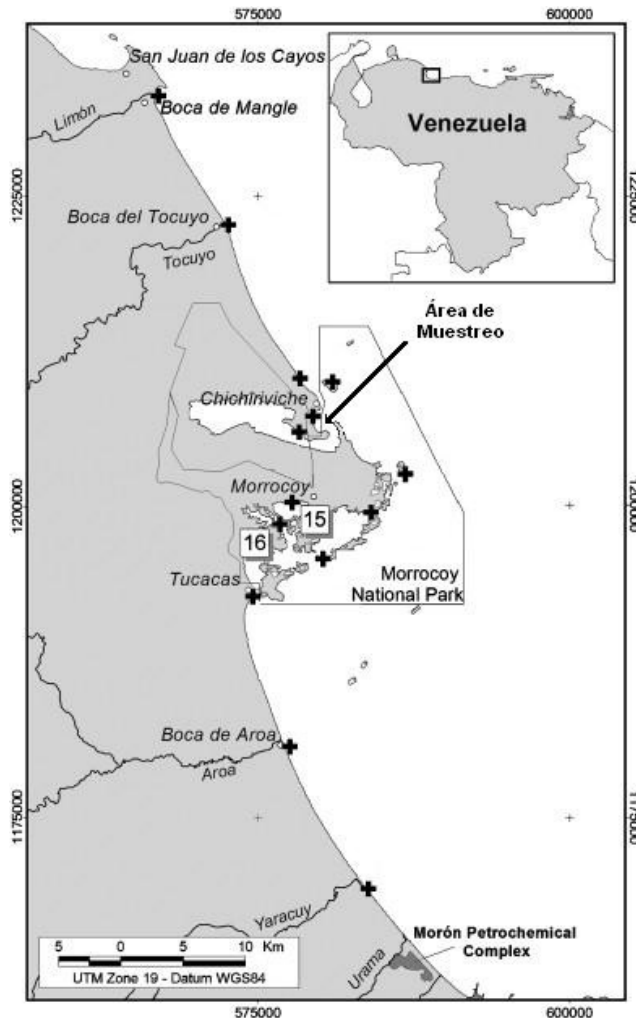


Figura 4. Ubicación de la zona de muestreo en la boca del Golfete de Cuare.

El clima de la región es un bioclima seco tropical, con dos períodos secos (de febrero a abril y de junio a julio), un período húmedo (abril a junio) y otro superhúmedo (julio a enero). La precipitación anual es de 1.000 a 1.100 mm, aproximadamente, aumentando en las zonas altas a 1.300 mm. La temperatura media oscila alrededor de $\pm 27,5^{\circ}\text{C}$. La salinidad presenta una amplia variación debido a los aportes de aguas fluviales que llegan al Golfete (FUDENA/M.A.R.N.R., 1989). El humedal está conectado por una red de 18 caños, algunos de los cuales son canales dentro del manglar y tienen al menos 10 m de longitud, siendo el principal el caño El Buco, que tiene una longitud de 1.500 m y comunica al Golfete con la laguna del Ostional (M.A.R.N.R., 1983).

En el Golfete de Cuare se consiguen entre otras especies orníticas, el flamenco del sur del Caribe (*Phoenicopterus ruber ruber*), la corocora roja (*Eudocimus ruber*), el pelícano

(*Pelecanus occidentalis*) y la tijereta (*Fregata magnificens*), entre otros. Este lugar es refugio de una de las últimas poblaciones del caimán de la costa (*Crocodylus acutus*) (MARNR, 1992).

En cuanto a la ictiofauna, se destacan por su valor comercial el róbalo (*Centropomus* sp.), la lisa (*Mugil curema*), el lebranche (*Mugil lisa*), entre otros, así como también crustáceos, diferentes especies de camarones y cangrejos de los géneros *Cardisoma* y *Callinectes*. La tortuga carey (*Erectmochelis imbricada*) y la tortuga verde (*Chelonia mydas*), desovan todavía en algunos sitios de este Refugio (MARNR, 1992).

Se distingue una vegetación terrestre con cuatro áreas: (1) un área boscosa, (2) un área plana, (3) área de manglares (*Rhizophora mangle*, *Avicennia nitida* y *Laguncularia racemosa*) y (4) un área de matorral (Lentino y Bruni, 1994).

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Método de campo

El muestreo se realizó en la boca del Golfete de Cuare. La zona donde se tomaron las muestras se ubicó cerca de la boca del Golfete considerando que allí confluyen aguas dulces mezcladas con el agua de mar. Las muestras control y los cosmos enriquecidos (con tratamiento) se prepararon y se montaron “in situ” en la zona de muestreo y luego fueron trasladadas a un lado de la boca del Golfete (figura 4) donde se encontraban protegidas, de las lanchas, habitantes del lugar y turistas.

Esta zona se encuentra resguardada por una barra arenosa junto con mangles, pero comunica al mar por una boca, allí se colocaron y sujetaron los microcosmos con tirraz de plástico, cuyas medidas eran de 255 mm x 4.7 mm/10”, y se fijaron estas bolsas a una cuerda, que sirvió de eje, donde permanecieron por 5 días para cada época (sequía y lluvia).

Se seleccionaron dos épocas de muestreo, con una duración de 5 días cada uno. El primer muestreo se realizó durante la época de sequía del 22 al 26 de marzo de 2007 y el segundo durante la época de lluvia del 16 al 20 de octubre de 2007.

7.1.1. Variables ambientales

En la zona de muestreo, para las épocas de sequía y lluvia se obtuvieron datos de temperatura, salinidad, profundidad y transparencia. Se midieron la temperatura (°C) y la

salinidad (‰) utilizando una sonda multiparamétrica marca Horiba, modelo: U-10 y para la transparencia se utilizó el disco de Secchi, de 30 cm de diámetro (Caballasi, 1985).

7.1.2. Ensayo de enriquecimiento con Fósforo (P) y Nitrógeno (N)

7.1.2.1. Diseño experimental

Para observar una respuesta en la abundancia y en la composición de la comunidad fitoplanctónica en el tiempo, el experimento se montó de la siguiente manera: se seleccionó un período de tiempo de 5 días, tiempo mínimo indispensable para que se obtenga una respuesta de la comunidad fitoplanctónica al enriquecimiento con nutrientes (Gutiérrez, 1997). El efecto de la adición puntual de nutrientes se realizó manteniendo una relación de 16:1, y se utilizan cosmos sin tratamiento como control (N_0P_0), y cosmos con tratamiento denominados enriquecidos (N_1P_1), se tomaron tres réplicas de cada uno (tabla 2), así como también del ambiente. Diariamente se retiraban 3 muestras del ambiente, 3 del microcosmos control y 3 del microcosmos con tratamiento.

Tabla 2. Diseño experimental.

Días	Control	Tratamiento
1	N_0P_0 (3 réplicas)	N_1P_1 (3 réplicas)
2	N_0P_0 (3 réplicas)	N_1P_1 (3 réplicas)
3	N_0P_0 (3 réplicas)	N_1P_1 (3 réplicas)
4	N_0P_0 (3 réplicas)	N_1P_1 (3 réplicas)
5	N_0P_0 (3 réplicas)	N_1P_1 (3 réplicas)

N_0P_0 : No enriquecido con nutrientes.

N_1P_1 : Enriquecido triplicando la concentraciones iniciales de nitrógeno y fósforo.

Como se puede observar se prepararon un total de 30 microcosmos, de los cuales 15 fueron enriquecidos con N y P.

7.1.2.2. Preparación de los microcosmos

Para la realización de este ensayo se utilizaron bolsas de plástico transparentes que en lo subsiguiente llamaremos “microcosmos”, estas bolsas permiten la penetración de la radiación fotosintéticamente activa y son permeables a los gases O_2 y CO_2 , en este estudio se utilizaron microcosmos con las siguientes dimensiones, 40 cm de ancho por 89 cm de largo y fueron llenados con 10 L de agua de mar, tomados del Golfete. Estos microcosmos fueron tratados previamente con HCL al 10% y después lavados con el agua del Golfete.

Luego se llenaron *in situ* todos los microcosmos tomando las muestras desde la zona sub-superficial o zona epipelágica del cuerpo de agua, utilizando para ello un envase plástico rotulado de 10 L de capacidad, de esta manera se asegura que una muestra representativa de la comunidad fitoplanctónica de la zona esté presente en los microcosmos. De un total de 30 microcosmos, a sólo 15 de ellos se les triplicaron las concentraciones iniciales de fósforo (P) y nitrógeno (N) reportadas en un estudio previo multidisciplinario realizado en el Parque Nacional Morrocoy, realizado por Spiniello y Zoppi (2001). Se mantuvo la relación N:P en 16:1 y los microcosmos restantes se utilizaron como control. La adición de estos nutrientes N y P incrementa las concentraciones en el medio (dentro de los microcosmos), lo cual garantiza un mayor crecimiento del fitoplancton. Este efecto es de suma importancia, debido a que indicará la magnitud y tipo de respuesta de la comunidad fitoplanctónica contenidos en ellos. No fueron filtradas las muestras que se tomaron de la zona subsuperficial, para evitar que el zooplancton estuviera dentro de los microcosmos.

Para la adición de nutrientes en los microcosmos se prepararon previamente dos soluciones stock. El stock 1 se preparó para el fósforo, disolviendo 0,4083 g de dihidrógeno-fosfato de potasio (KH_2PO_4) en 0,3 L de agua destilada (0,001 M), y la solución Stock 2 se preparó para el nitrógeno, disolviendo 5 g de cloruro de amonio (NH_4Cl) en 0,3 L de agua destilada (0,311 M). Para incrementar las concentraciones de nitrógeno y fósforo en los microcosmos se añadieron 8 ml de solución stock 1 y 5 ml de solución stock 2 para obtener una concentración final de fósforo de 304 $\mu\text{g/L}$ y de nitrógeno de 2181,5 $\mu\text{g/L}$, obteniéndose así, una relación de N:P de 15,8:1 ~ 16:1.

7.1.2.3. Recolección de las muestras para la estimación de la abundancia y composición de la comunidad fitoplanctónica

Para la recolección de las muestras primero se agitaron los microcosmos, y luego se utilizaron botellas plásticas de 1 L, previamente tratadas con HCl al 10% y curadas con agua del ambiente. Las muestras se fijaron agregándole 4 cm^3 de lugol, para su posterior análisis en el laboratorio. El lugol fija el almidón almacenado en el interior de las células, haciéndolas pesadas, lo que permite que se hundan y sedimenten en el fondo del recipiente (Standard Methods, 1998).

Al inicio del experimento se tomaron muestras del ambiente durante los cinco días que duró la investigación y de esta forma, poder comparar la abundancia y composición de la comunidad fitoplanctónica presente, con el microcosmos control y al tratamiento.

7.1.2.4. Recolección de las muestras para la estimación de la clorofila “a”

La biomasa se estimará por medio del análisis de la clorofila “a” siguiendo la técnica fluorimétrica descrita por Parsons et al. (1984). Se tomó agua del ambiente natural a través de una bomba de pie, ésta agua se pasó a través de un embudo Buchner portátil MILLIPORE, se le colocó un filtro Whatman 6F/F. Estos filtros se guardaron y se forraron en papel de aluminio manteniéndose en frío y oscuridad hasta su posterior procesamiento en el laboratorio.

7.2. Método de laboratorio

Las muestras de fitoplancton colectadas en el campo, se analizaron en el laboratorio, de acuerdo al método de Utermöhl (1958), citado por Ferraz-Reyes (1983). Las muestras fueron vertidas en cilindros graduados de 1 L, donde se dejaron sedimentando por dos días, finalmente se concentraron hasta un volumen de 100 ml, eliminando la mayor parte del volumen inicial por goteo lento, con una fina manguera de goma, a la que se colocó en la punta una malla fina de 45 µm de diámetro, para garantizar que no hubiera pérdida de células. Este volumen obtenido se agitó y se colocó en un envase de menor diámetro, se sometió de nuevo a un proceso de reposo por dos días hasta obtener un volumen final de 10 mL utilizando las cámaras claras de sedimentación Utermöhl, marca Leica, modelo DMIL.

Los organismos se clasificaron haciendo uso de las claves de Prescott (1970), Taramona (1981), Licea y col. (1995), Moreno y col. (1996), Thomas (1997) y Ortega (1984). Se contó una (1) banda horizontal a lo largo de la cámara de sedimentación y una (1) vertical, los resultados se expresaron en células/litro o filamentos/litro.

7.2.1 Determinación de la clorofila “a”

Para la determinación de la clorofila “a” se usó la metodología espectrofotométrica con acetona dimetil al 90% como agente extractor (Wetzel y Likens, 1991), según:

$$\text{Clorofila “a” (mg/m}^3\text{)} = (K) * (F) * (E665o - E665a) * (v) / (V) * (Z),$$

donde K = Coeficiente de absorción del clorofila “a” = 11.0

F = Factor que iguala la reducción en absorbancia a la concentración inicial de clorofila 1.7:0.7 = 2.43

E665o = Absorbancia inicial a 665 nanómetros corregida por turbidez
 E665a = Absorbancia a 665 nanómetros luego de acidificar y corregir la turbidez
 v = volumen añadido de acetona
 V = volumen filtrado de muestra
 Z = longitud de paso de luz por la celda en cm.

7.3. Análisis Numérico

Para obtener el número de células por litro se utilizó la siguiente ecuación:

$$Células / litro = \frac{S}{Sc \times V} \times Células\ contadas \times 10^3,$$

donde S = superficie total de la cámara de sedimentación (mm²)

V = volumen de la cámara de sedimentación (mL)

Sc = superficie contada (Nº de bandas x ancho (mm) x largo (mm))

Se utilizó el índice de Shannon para estimar la diversidad de la comunidad fitoplanctónica, descrita por la siguiente ecuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^s (pi \ln pi),$$

donde $pi = Ni/N$; Ni = número de individuos de la especie i en la muestra (expresada en células /litro). N = número total de individuos (todas las especies) de la muestra.

7.4. Análisis Estadístico

Se realizaron los siguientes procesamiento analíticos:

Para evaluar el efecto del enriquecimiento sobre la abundancia y la estructura de la comunidad fitoplanctónica, se utilizó un ANOVA.

Se realizó el Análisis de Correspondencia (Greenacre, 1984), este análisis nos permitirá visualizar mejor como son las asociaciones entre los grupos taxonómicos del fitoplancton y las muestras tomadas, permitiéndonos identificar como son los cambios en la estructura comunitaria motivado por el efecto que se le aplicó a los microcosmos, como es el enriquecimiento con N y P, y como fue el efecto del encierro. Para este análisis se utilizó el programa de cómputo MVSP para Windows (Kovach Computing Services, 1998).

Se aplicaron a los datos de este estudio la Prueba t de Student, como parte de la prueba paramétrica que se aplica a variables cuantitativas con distribución normal o cuando

la variable estudiada en cada grupo sigue una distribución Normal. No es obligatorio que los tamaños de los grupos sean iguales. Con la ayuda de una tabla se obtiene el valor estadístico de p-valor. Si $p < 0,05$ se concluye que hay diferencia entre los dos tratamientos y se determina si existe evidencia significativa sobre la hipótesis nula donde:

H_0 : no hay diferencias significativas

Y la hipótesis alternativa:

H_1 : sí hay diferencias significativas

La t de Student se basa en la abundancia (Ind./L) de las especies que se escogieron es la variable dependiente. La variable independiente fue el tratamiento (con y sin nutrientes).

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentarán en cuatro (4) capítulos. El primer capítulo incluye la variación temporal (sequía-lluvia) de las variables ambientales evaluadas. En el segundo capítulo presenta la composición y abundancia de la comunidad fitoplanctónica del ambiente así como su variación temporal (sequía-lluvia). El tercer capítulo muestra los resultados de la evaluación del efecto de encierro de la comunidad fitoplanctónica durante el período experimental. Finalmente, en el cuarto capítulo se muestran los resultados del efecto de la adición de nutrientes sobre la comunidad del fitoplancton.

Capítulo I

8.1. Variables Ambientales

Entre los factores abióticos estudiados se encuentran la salinidad, la transparencia del agua, la profundidad y la temperatura, los cuales fueron registrados para cada día de experimentación en ambas épocas (sequía y lluvia).

La salinidad fue ligeramente mayor para la época de sequía (38,2 o/oo, ppm) que para la época de lluvia (37,34 o/oo, ppm) (Tabla 3). Esto se debe a las precipitaciones que se produjeron y están reportadas por FUDENA (anexos tablas 11.3 y 11.4), debido a que los aportes de agua dulce que provienen de los ríos para esa época presentan un mayor caudal, produciendo por dilución una reducción de la salinidad.

En la época de sequía, el flujo fluvial fue menor, permitió una mayor intrusión de la cuña salina hacia dentro del Golfete, provocando una variación en la salinidad (Mendoza,

2003). En la tabla 3 se observan los valores de salinidad para la época de lluvia, mostrando una tendencia a permanecer constante durante la semana de muestreo.

Los valores medios de salinidad fueron similares a los valores reportados por Martín (2001), para los meses en que se realizó este estudio (marzo y julio).

Según el criterio de clasificación de Cowardin y col., (1979), la boca del Golfete de Cuare puede ser clasificado como Eurihalino ya que tiene un nivel de salinidad entre 30-40 usp (o aproximadamente ppm) pudiéndose definir como un ambiente estable, ya que los valores reportados por Martín (2001) y los reportados en este trabajo son muy parecidos para la misma época de estudio.

Tabla 3. Valores de salinidad tomados en los cinco días de muestreo y los valores medios para las dos épocas (sequía y lluvia).

Tiempo (días)	Salinidad (‰)	
	Sequía	Lluvia
1	36,9	35
2	40	37,5
3	38	37,8
4	40	36,9
5	38	37,6
Media	38,5	36,9

La temperatura osciló entre 28,14°C (mínima) y 29,08°C (máxima) lo que indicó poca variabilidad inter-diaria de este parámetro para ambas épocas; estos valores también fueron similares durante los cinco días de muestreo, tanto para la época de sequía como la de lluvia. Asimismo, no se observaron diferencias significativas de esta variable para cada una de las épocas evaluadas, indicando que los aportes de aguas continentales tienen poco efecto sobre la temperatura de las aguas en la boca del Golfete. La temperatura es un factor importante en los procesos de mezcla en la columna de agua, sin embargo, la profundidad de sus aguas varió entre 3 y 6 m en lluvia, esto indica que es un ambiente somero, por lo que el proceso de mezcla en la columna es continua y la temperatura en el eje vertical se mantiene similar (Tabla 4).

Tabla 4. Valores de Temperatura tomados en los cinco días de muestreo, así como las medias para las épocas de sequía y lluvia.

Tiempo (días)	Temperatura (°C)	
	Sequía	Lluvia
1	28,4	28,4
2	29,2	28,2
3	29,5	28,1
4	29,5	28
5	28,8	28
Media	29,08	28,14

La transparencia del agua (Tabla 5) se mantuvo en 3 m durante la época de sequía y disminuyó para la época de lluvia. Durante la época de lluvia, la transparencia se vio afectada por las descargas de los ríos que llegan al Golfete, aportando grandes cantidades de material en suspensión al sistema y osciló entre 1,3 m la mínima y 2,9 m la máxima. El ambiente estudiado se puede clasificar como un ambiente moderadamente turbio, según las clases de turbiedad basado en lecturas simples, utilizando el disco de Secchi (Cowardin, 1979).

Tabla 5. Valores de transparencia tomados en los cinco días de estudio.

Época	Sequía					Lluvia				
	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5
Transparencia (m)	3	3	3	3	3	2,5	2,5	1,3	2,9	2

Para la época de sequía se presentaron dos días con precipitaciones, con valores entre 2,7 mm la mínima y 6,4 mm la máxima, para los días 3 y 4, respectivamente. Para la época de lluvia se presentaron precipitaciones diarias que variaron entre 3,4 la mínima y 166 mm la máxima (datos reportados por FUDENA, tabla anexa A1 y A2).

Capítulo II

8.2. Aspectos de la Estructura Comunitaria del Fitoplancton en el Ambiente Natural

Algunos aspectos básicos de la estructura comunitaria pueden evaluarse midiendo las variables bióticas de la composición, riqueza, abundancia y diversidad de especies. Se

presentan los resultados contrastando las 2 épocas de estudio, sequía y lluvia, cumpliendo con los objetivos 1 y 2.

8.2.1. Riqueza de especies

El fitoplancton fue identificado hasta el nivel taxonómico más bajo posible, salvo aquellos casos donde no se pudo identificar hasta especie. Se llevó la clasificación de las morfoespecies hasta género seguido de un número. Se identificó un total de 136 especies pertenecientes a 6 grandes grupos taxonómicos. La tabla 6 muestra el número de especies presentes según estos grandes grupos taxonómicos.

Tabla 6. Total de especies fitoplanctónicas presentes en el ambiente natural en las dos épocas (sequía y lluvia).

GRANDES GRUPOS	SEQUÍA	%	LLUVIA	%	Aparecieron en ambas épocas	%	TOTAL DE ESPECIES
Bacillariophyta	20	63	19	76	51	66	91
Pyrrophyta	11	34	3	12	11	14	25
Cyanophyta	1	3	2	8	9	12	12
Euglenophyta	0	0	0	0	3	4	3
Chromophyta	0	0	0	0	3	4	3
Chlorophyta	0	0	1	4	0	0	1
TOTAL	32	100	25	100	77	100	136

La tabla 6 muestra la proporción de los grandes grupos, siendo mayor la época de lluvia que la época de sequía. Se encontró como grupo dominante a las Bacillariophyta para ambas épocas, con un 63 y 76% respectivamente, seguido por los otros grupos, Pyrrophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Chromophyta y Chlorophyta. Se observaron dos especies de Chromophyta (*Dictyochia cruz*, *Dictyochia fibula* y *Phaeocystis globosa*) para ambas épocas, y una especie de Chlorophyta (Clorofita sp. 6) en lluvia. En lluvia el grupo de las Pyrrophyta presentó un 12% de las especies identificadas si se compara con sequía (Spiniello, 1997; Gutiérrez, 1997). También podemos observar que 81 de las especies identificadas aparecieron en ambas épocas, siendo las Bacillariophyta las que presentaron 91 especies del total de 136 especies.

El número de especies identificadas fue similar para ambas épocas. En la tabla 6 se encuentran 32 especies identificadas en sequía, pero sólo 23 aparecen en lluvia y 81 especies

estuvieron presentes en ambas épocas. La composición de las especies en el ambiente muestra la variación con respecto a la época. La composición presente en el Golfete, para la época de sequía, es típica de aguas costeras con influencia de aguas marinas (Spiniello, 1997).

El grupo de las Bacillariophyta son las diatomeas, las microalgas más abundantes e importantes encontradas en ambientes acuáticos y en aguas del nororiente y occidente de Venezuela (Ferraz-Reyes, 1987; Spiniello, 1996; Villasmil, 2008), aparece en el fitoplancton, fitobentos y picoperifiton de aguas dulces, salobres (estuarinas) y marinas. Se puede decir que el ambiente estuarino encontrado en la boca del Golfete de Cuare fue bastante estable, ya que en el ambiente no hubo variación importante en la composición ni en el número de especies encontradas para las dos épocas climáticas.

La tabla 7 muestra la lista de especies discriminadas por grupo taxonómico, indicando su origen, presencia para cada época de estudio según los taxa con que fueron identificadas para cada grupo.

En la época de sequía, se identificaron las especies *Aulacoseira* sp. 1, *Pleurosigma* sp., *Skeletonema costatum*, *Cylindrotheca closterium*, del grupo de las Bacillariophyta, la mayoría están presentes en ambientes marinos a excepción de *Aulacoseira* sp.1 que es estuarina (Spiniello, 1997). Esto puede asociarse a la influencia de la cuña salina en la época de sequía dentro del Golfete, por lo que se presenta un mayor número de especies marino-costeras como *Skeletonema costatum*, según indica Spiniello (1997).

Las especies *Cylindrotheca closterium*, *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides*, *Rhizosolenia* sp., *Nitzschia* sp. 1 y 2, y *Pseudonitzschia* sp., se encontraron en la mayoría de muestras colectadas; son especies con una alta distribución a lo largo de las costas venezolanas (Spiniello, 1997). Las especies de Pyrrophyta más abundantes en sequía fueron *Prorocentrum emerginatum*, *Protoperidinium* sp. 2, *Prorocentrum compressum*, *Prorocentrum* lima y *Prorocentrum micans*.

Tabla 7. Lista de especies encontradas en el ambiente clasificadas por grandes grupos taxonómicos: B: Bacillariophyta; P: Pyrrophyta; Cy: Cyanophyta; E: Euglenophyta; Chl: Chlorophyta; Chr: Chromophyta y al sistema de origen de las especies: M: marino; AD: Agua Dulce; E: Estuarino, así como Presencia (x).

LISTA DE ESPECIES	GRUPO	SISTEMA	SEQUÍA	LLUVIA
<i>Actinoptychus</i> sp.	B	M	x	
<i>Amphora</i> sp. 1	B	AD	x	x
<i>Amphora</i> sp. 2	B	AD	x	
<i>Anabaena</i> sp.1	Cy	AD	x	x
<i>Anabaena</i> sp.2	Cy	AD	x	x
<i>Anabaenopsis raciborskii</i>	Cy	AD	x	
<i>Asterionella</i> sp.	B	AD	x	x
<i>Aulacoseira</i> sp. 1	B	AD	x	
<i>Azpeitia</i> sp.	B	M	x	
<i>Bacillaria paxillifer</i>	B	M	x	x
<i>Bacillaria</i> sp.	B	M	x	x
<i>Bacteriastrium</i> sp.	B	M	x	x
<i>Biddulphia</i> sp. 1	B	M	x	x
<i>Biddulphia</i> sp. 2	B	M	x	
<i>Bleakeleya notata</i>	B	M	x	
<i>Bumillariopsis breve</i>	B	M		x
<i>Ceratium deflexum</i>	P	M	x	x
<i>Ceratium furca</i>	P	M-E		x
<i>Ceratium lineatum</i>	P	M	x	x
<i>Ceratium seriacanthus</i>	P	M	x	
<i>Ceratium tripos</i>	P	M	x	
<i>Ceratulina pelágica</i>	B	M		x
<i>Chaetoceros</i> sp. 3	B	M	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 4	B	M	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 5	B	M	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 6	B	M	x	
<i>Chaetoceros</i> sp. 7	B	M	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 8	B	M	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 9	B	M	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 10	B	M	x	
<i>Chroococcus</i> sp.	Cy	AD-E	x	x
<i>Chroococcus turgidis</i>	Cy	AD-E	x	x
<i>Cianobacteria</i> sp.	Cy	M-AD	x	x
<i>Climacodium</i> sp.	B	M	x	
<i>Clorofita</i> sp. 6	Chl	AD-E		x
<i>Cocconeis</i> sp.	B	M	x	x

Tabla 7. (Continuación).

LISTA DE ESPECIES	GRUPO	SISTEMA	SEQUÍA	LLUVIA
<i>Coscinodiscus</i> sp. 1	B	M	x	x
<i>Coscinodiscus</i> sp. 2	B	M		x
<i>Cyclotella striata</i>	B	M	x	x
<i>Cylindrotheca closterium</i>	B	M	x	x
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	B	M	x	x
<i>Detonula pumila</i>	B	M	x	x
<i>Dictyocha crux</i>	Chr	M	x	x
<i>Dictyocha fibula</i>	Chr	M	x	x
Dinoflagelado 1	P	M		x
<i>Dinophysis acuminata</i>	P	M	x	x
<i>Dinophysis caudata</i>	P	M	x	x
<i>Diploneis</i> sp.	B	M-E-AD	x	
<i>Eucampia cornuta</i>	B	M	x	x
<i>Euglena</i> sp. 1	Eu	AD	x	x
<i>Euglena</i> sp. 2	Eu	AD	x	x
<i>Euglena</i> sp.3	Eu	AD	x	x
<i>Eunotonogramma</i> sp.	B	M	x	x
<i>Fragilaria capuccina</i>	B	M	x	x
<i>Fragilaria crotonensis</i>	B	M-E-AD	x	x
<i>Fragilaria doble</i>	B	M-E-AD	x	x
<i>Fragilaria lunula</i>	B	M-E-AD		x
<i>Fragilaria</i> sp.	B	M	x	x
<i>Fragilariopsis curta</i>	B	M	x	x
<i>Fragilariopsis</i> sp.	B	M		x
<i>Gomphonema</i> sp.	B	AD	x	
<i>Gonyaulax scripsae</i>	P	M	x	x
<i>Guinardia delicatula</i>	B	M	x	x
<i>Guinardia striata</i>	B	M		x
<i>Gyrodinium spirale</i>	P	M	x	x
<i>Gymnodinium splendens</i>	P	M	x	x
<i>Gyrosigma tenuissimum</i>	B	M	x	x
<i>Haslea trompi</i>	B	M	x	
<i>Haslea waweikae</i>	B	M	x	x
<i>Helicotheca tamesis</i>	B	M	x	x
<i>Hemiaulus</i> sp.1	B	M	x	x
<i>Hemiaulus</i> sp. 2	B	M	x	
<i>Heterocapsa</i> sp.	P	M	x	
<i>Lambertea setosa</i>	B	M	x	
<i>Lauderia annulata</i>	B	M	x	x

Tabla 7. (Continuación).

LISTA DE ESPECIES	GRUPO	SISTEMA	SEQUÍA	LLUVIA
<i>Leptocylindrus minimus</i>	B	M	x	x
<i>Licmophora</i> sp.	B	M	x	x
<i>Lyngbya</i> sp.	Cy	M-E-AD		x
<i>Lyrella</i> sp.	B	M	x	
<i>Manguinea rigida</i>	B	M	x	x
<i>Mastoglia</i> sp.	B	M	x	
<i>Merismopedia glauca</i>	Cy	AD	x	x
<i>Microcystis</i>	Cy	AD-E	x	x
<i>Navicula</i> sp. 1	B	AD		x
<i>Navicula</i> sp. 2	B	AD	x	x
<i>Navicula</i> sp. 3	B	AD	x	x
<i>Navicula</i> sp. 4	B	AD	x	x
<i>Navicula</i> sp. 5	B	AD	x	
<i>Nitzschia</i> sp.1	B	AD	x	x
<i>Nitzschia</i> sp. 2	B	AD	x	x
<i>Noctiluca</i> sp.	P	M		x
<i>Nostoc</i> sp.	Cy	M-AD-E	x	x
<i>Oscillatoria</i> sp.	Cy	M-AD-E	x	
<i>Oscillatoria tenerrina</i>	Cy	M-AD-E		x
<i>Oxytoxum</i> sp.	B	M	x	x
<i>Phaeocystis</i> sp.	Chr	M	x	x
<i>Plagiotropis gausii</i>	B	M	x	
<i>Pleurosigma</i> sp.	B	M	x	
<i>Prorocentrum batticum</i>	P	M	x	
<i>Prorocentrum belizeanum</i>	P	M	x	
<i>Prorocentrum compressum</i>	P	M	x	x
<i>Prorocentrum emerginatum</i>	P	M	x	x
<i>Prorocentrum gracile</i>	P	M	x	x
<i>Prorocentrum lima</i>	P	M	x	
<i>Prorocentrum micans</i>	P	M	x	x
<i>Prorocentrum rostratum</i>	P	M	x	
<i>Prorocentrum scutellum</i>	P	M	x	
<i>Prorocentrum</i> sp. 1	P	M	x	
<i>Protoperidinium</i> sp.1	P	M	x	
<i>Protoperidinium</i> sp. 2	P	M	x	
<i>Pseudonitzschia</i> sp.	B	M-E	x	x
<i>Pyrocistis lunula</i>	B	M	x	x
<i>Pyrophacus</i> sp.	P	M	x	x
<i>Rhizosolenia</i> sp. 1	B	AD	x	

Tabla 7. (Continuación).

LISTA DE ESPECIES	GRUPO	SISTEMA	SEQUÍA	LLUVIA
<i>Rhizosolenia</i> sp. 2	B	AD	x	x
<i>Rhizosolenia</i> sp. 3	B	AD		x
<i>Rhizosolenia</i> sp. 4	B	AD		x
<i>Rhizosolenia</i> sp. 5	B	AD		x
<i>Skelethonema costatum</i>	B	M	x	
<i>Striatella unipunctata</i>	B	M	x	x
<i>Surirella febigerii</i>	B	AD	x	x
<i>Synedra ulna</i>	B	M-AD-E	x	
<i>Thalassionema</i> sp.	B	M	x	x
<i>Thalassiosira</i> sp. 1	B	M	x	
<i>Thalassiosira</i> sp. 2	B	M	x	x
<i>Thalassiosira</i> sp. 3	B	M	x	x
<i>Thalassiosira</i> sp. 4	B	M	x	x
<i>Thalassiosira</i> sp. 5	B	M	x	x
<i>Thalassiosira</i> sp. 6	B	M	x	
<i>Thalassiosira</i> sp. 7	B	M	x	x
<i>Thalassiosira</i> sp. 9	B	M	x	x
<i>Thalassiosira</i> sp. 10	B	M		x
<i>Thalassiothrix</i> sp.	B	M	x	
<i>Toxarium undulatum</i>	Cy	M	x	x
<i>Triceratium favus</i>	B	M		x

Las especies que aparecieron sólo en sequía fueron: *Actynoptychus* sp., *Aulocoseira* sp. 1, *Amphora* sp. 2, *Anabaenopsis racisborskii*, *Azpeitia* sp., *Biddulphia* sp. 2, *Bleakeleya notata*, *Ceratium seriacanthus*, *Ceratium tripos*, *Chaetoceros* sp. 6, *Climacodium* sp., *Diploneis* sp., *Gomphonema* sp., *Haslea trompi*, *Hemiaulus* sp. 2, *Heterocapsa* sp., *Lyrella* sp., *Mastoglia* sp., *Navicula* sp. 5, *Oscillatoria* sp., *Prorocentrum* sp. 1, *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum batticum*, *Prorocentrum belizeanum*, *Protoperidinium* sp. 1 y sp. 2, *Rhizosolenia* sp. 1, *Skelethonema costatum*, *Synedra ulna*, *Thalassiothrix* sp., *Thalassiosira* sp. 1, *Thalassiosira* sp. 6, entre otras.

Entre las Bacillariophyta para la época de lluvia se registraron 17 especies distintas y fueron las más relevantes debido a su abundancia, *Amphora* sp. 1, *Asterionella* sp., *Aulocoseira* sp. 1, *Bacillaria paxillifera*, *Biddulphia* sp. 1, *Chaetoceros* sp. 3, *Chaetoceros* sp. 7, *Coscinodiscus* sp. 1, *Coscinodiscus* sp. 2, *Cyclotella striata*, *Cylindrotheca closterium*,

Fragilaria crotonensis, *Guinardia striata*, *Hemiaulus* sp. 1, *Leptocylindrus minimus*, *Navicula* sp. 2, *Navicula* sp. 4, *Nitzschia* sp. 1, *Pleurosigma* sp., *Pseudonitzschia* sp., *Rhizosolenia* sp. 3, *Rhizosolenia* sp. 4, *Thalassionema* sp., *Thalassiosira* sp. 2, *Thalassiosira* sp. 4 y sp. 5, *Thalassiothrix* sp. Entre las Cyanophyta tenemos a *Microcystis*.

Se encontraron 55 especies (67%) en ambas épocas (sequía y lluvia), para el grupo Bacillariophyta: *Amphora* sp. 1, *Asterionella* sp., *Bacillaria paxicillifer*, *Bacillaria* sp., *Bacteriastrium* sp., *Biddulphia* sp. 1, *Chaetoceros* sp. 3, sp. 4, sp. 5, sp. 7, sp. 8 y sp. 9, *Chroococcus* sp., *Chroococcus turgidis*, *Cianobacteria* sp. 1, *Cyclotella striata*, *Cylindrotheca closterium*, *Dactyliosolen fragillissimus*, *Detonula pumila*, *Dictyocha cruz*, *Dictyocha fibula*, *Dinophysis acuminata*, *D. caminata*, *Eucampia corneta*, *Eunotonogramma* sp. *Fragilaria capuccina*, *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria doble*, *Fragilaria* sp., *Gyrosigma tenuissimum*, *Haslea trompi*, *Haslea waweikae*, *Helicotheca tamesis*, *Hemiaulus* sp. 1, *Lauderia annulata*, *Lectocylindrus minimus*, *Licmophora* sp., *Manguinea rigida*, *Navicula* sp. 3, sp. 4, *Nitzschia* sp. 1 y sp. 2, *Nostoc* sp., *Oxytoxum* sp., *Pleurosigma* sp., *Pseudonitzschia* sp., *Pyrosistis lunula*, *Rhizosolenia* sp. 2, *Skelethonema costatum*, *Striatella unipunctata*, *Surirella febigerii*, *Thalassionema* sp., *Thalassiosira* sp. 2, sp. 3, sp. 4, sp. 5, sp. 7 y sp. 9, *Toxarium undulatum*. De las Pyrrophyta 11 especies (13%) se registraron *Ceratium deflexum*, *Ceratium lineatum*, *Gonyaulax scripsae*, *Guinardia delicatula*, *Gyrodinium spirale*, *Gymnodinium* sp., *Prorocentrum compressum*, *Prorocentrum emerginatum*, *Prorocentrum gracile*, *Prorocentrum micans*, *Protoperidinium* sp. 2, *Pyrophacus* sp. De las Cyanophyta se cuenta: *Anabaena* sp. 1 y sp. 2, *Chroococcus* sp., *Chroococcus turgidis*, *Cianobacteria* sp. 1, *Merismopedia glauca*, *Microcystis*. De las Euglenophyta se cuenta: *Euglena* sp. 1, sp. 2, sp. 3. De las Chromophyta se cuenta con *Phaeocystis* sp.

Otras especies fueron identificadas pero no presentaron una gran abundancia, estas son *Gymnodinium* sp. (1.308 cél/L), *Prorocentrum micans* (814 cél/L), *Protoperidinium* sp. 2 (770 cél/L), *Gyrodinium spirale* (756 cél/L), *Prorocentrum compressum* (719 cél/L), *Dinophysis caudata* (371 cél/L).

El número de especies para este tipo de hábitat (ambiente) fue alto, sobre todo para la época de sequía. Las especies más representativas encontradas en el área de estudio fueron 116 especies, 94 especies (69%) fueron de hábitat marinos representado de la siguiente

forma: 65 especies (47%) Bacillariophyta, 25 especies (18%) Pyrrophiya, 3 especies (2%) Chromophyta y 1 especie (0,7%) Cyanophyta; 26 (19%) especies son de hábitat de agua dulce, donde 19 especies (14%) son Bacillariophyta, 4 especies (3%) Cyanophyta y 3 (2%) especies Euglenophyta; 9 especies (6%) marino- agua dulce-estuarino, donde: 5 especies (4%) son Bacillariophyta y 4 especies (3%) Cyanophyta; 4 especies (2%) de agua dulce-estuarino representada por 3 especies (2%) de Cyanophyta y 1 especie (0,7%) de Chlorophyta y de ambiente marino-estuarino 2 especies (1%) donde 1 especie (0,7%) es Bacillariophyta y una (0,7%) es Pyrrophiya y por último 1 especie (0,7%) marino agua dulce 1 especie (0,7%) Cyanophyta.

8.2.2. Abundancias totales por grupo taxonómico

En cualquier ambiente los aspectos de la comunidad fitoplanctónica varían de acuerdo a las épocas estudiadas (sequía o lluvia). En la tabla 8 se observa que el grupo con mayor dominancia para las dos épocas (sequía y lluvia) fue el de las Bacillariophyta, seguido de Pyrrophiya, Cyanophyta, Euglenophyta, Chromophyta y Chlorophyta. Es habitual encontrar que el grupo de las Bacillariophyta sean las dominantes en los sistemas acuáticos y esto lo corrobora el trabajo que realizó Haffner y col, (1980, citado en Harris, 1987), donde mencionan que las diatomeas pueden llegar a representar aproximadamente el 80% del total de los grupos que están en esos sistemas.

Los distintos grupos fitoplanctónicos como las Cyanophyta y Euglenophyta dieron valores de abundancia totales bajos y estuvieron presentes en ambas épocas. Los valores de abundancia total pueden compararse con los valores encontrados en trabajos como el de Spiniello (1997, ambiente), Gutiérrez (1997, ambiente), Pérez (2002, ambiente), López (2006, ambiente) y Villasmil (2008, ambiente estuarino).

En la tabla 8 se observa que el grupo de las Bacillariophyta para la época de sequía su abundancia total encontrada fue de 117.595 cél/L mientras que en lluvia 57.420 cél/L, esta abundancia quizás estuvo afectada por las variaciones en la salinidad, aunque prácticamente no fue una variación notoria, pero se supone que pudo afectar de alguna forma el crecimiento de las especies de este grupo (Clavero y col., 2000 y Graham, 1998).

Tabla 8. Abundancias totales por grandes grupos para las dos épocas (sequía y lluvia), encontrados en la boca del Golfete de Cuare.

GRANDES GRUPOS	SEQUÍA	LLUVIA
Bacillariophyta	117.595	57.420
Pyrrophyta	6.225	3.382
Cyanophyta	3.127	28.812
Euglenophyta	0	9.599
Chlorophyta	0	70
Chromophyta	1.091	0
ABUNDANCIA TOTAL	128.038	99.283

Se puede suponer que otro motivo que pudo afectar el crecimiento de estas especies, fueron las relaciones de N:Si y P:Si, que aumentan durante la época de sequía (Harris, 1986), y permite que las especies de este grupo (Bacillariophyta) se vean favorecidas, debido a que este grupo taxonómico utilizan el Si para formar sus caparzones o frústulas y lo toman del medio donde se encuentran (Harris, 1986). En sequía, los aportes de nutrientes y de material particulado llegan al mar por vía fluvial y estos son bajos comparados con la época de lluvia, lo que hace que la transparencia de sus aguas en sequía sea mayor que para la época de lluvia, afectando de esta forma el crecimiento del fitoplancton de la zona.

Las Pyrrophyta tuvieron un comportamiento similar al de las Bacillariophyta, con una pequeña diferencia entre las dos épocas, siendo más notoria en lluvia (3.382 cél/L) que en sequía (6.225 cél/L). Esta diferencia también se puede ver en el grupo de las Cyanophyta, donde la mayor abundancia se registró en lluvia (28.812 cél/L), y la menor en sequía (3.127 cél/L). Estas especies son transportadas por aportes de agua dulce que llegan a la boca del Golfete cuando se desbordan los cauces de los ríos y llegan al mar. Se puede observar que para sequía hubo una mayor abundancia (128.038 cél/L) que en lluvia (99.283 cél/L), lo cual pudo deberse a los aportes de nutrientes y material particulado que llegan al mar por vía fluvial siendo más bajos en sequía que en lluvia (tabla 8). Para la época de sequía las especies que mostraron mayor abundancia fueron *Chaetoceros* sp. 7 (11.162 cél/L), *Chaetoceros* sp. 5 (9.111 cél/L), *Chaetoceros* sp. 9 (4.850 cél/L) y *Chaetoceros* sp. 3 (4.174 cél/L), *Helicotheca tamesis* (7.221 cél/L), *Cylindrotheca closterium* (3.905 cél/L), todas del grupo Bacillariophyta.

Para la época de lluvia el grupo de las Bacillariophyta también fue el más dominantes, siendo la especie *Cylindrotheca closterium*, la que presentó la mayor abundancia (31.444 cél/L), seguida de otras especies como *Navicula* sp. 2 (12.166 cél/L) y *Thalassionema* sp. (9.802 cél/L). Otros grupos presentaron valores altos en su abundancia, como *Anabaena* sp. 1 (Cy), *Chroococcus turgidus* (Cy), *Chroococcus* sp. (Cy), *Coscinodiscus* sp. 1 (B), *Fragilaria* sp. (B) y *Leptocylindrus minimus* (B). Entre las Chromophyta se encontró en sequía solamente a *Phaeocystis globosa*, con una alta presencia en comparación a otras especies del mismo grupo y en ambas épocas también estuvo presente la especie *Dictyocha cruz* y *D. fibula*.

Las Euglenophyta, Chlorophyta y Chromophyta fueron los grupos que tuvieron menor abundancia y se encontraron mejor representadas en la época de lluvia que en sequía. El grupo de las Chromophyta se encontraron en sequía con 1.091 cél/L. Las Chlorophyta tuvieron, en lluvia, 70 cél/L; este último grupo lo conforman especies más apropiadas a hábitat de agua dulce (Harris, 1986).

En la figura 5 se observa que para las dos épocas, tanto en sequía como en lluvia, el grupo dominante fue el de las Bacillariophyta. Este gran grupo abundan en las zonas costeras y en áreas de surgencia, teniendo una gran importancia, ya que si el número de ellas presentes en la zona es abundante, traerá como consecuencia un aumento de peces a la zona y por lo tanto aumentará la actividad pesquera (Villasmil, 2008), además de encontrarse mejor adaptadas a ambientes costeros (Corchuelo & Moreno, 1983; Castillo, 1984). En sequía, este grupo fluctuó durante los días de muestreo, manteniendo valores altos.

En cambio, las Pyrrophyta presentó el mayor número de individuos en la época de sequía; las Cyanophyta presentaron el mayor valor en la época de lluvia.

El grupo Chlorophyta se encontró para la época de lluvia con una baja abundancia, siendo ésta la Clorofita sp. 6 en lluvia. Las Chromophyta, estuvieron presentes en igual cantidad de individuos para en ambas épocas, los días 3 y 4.

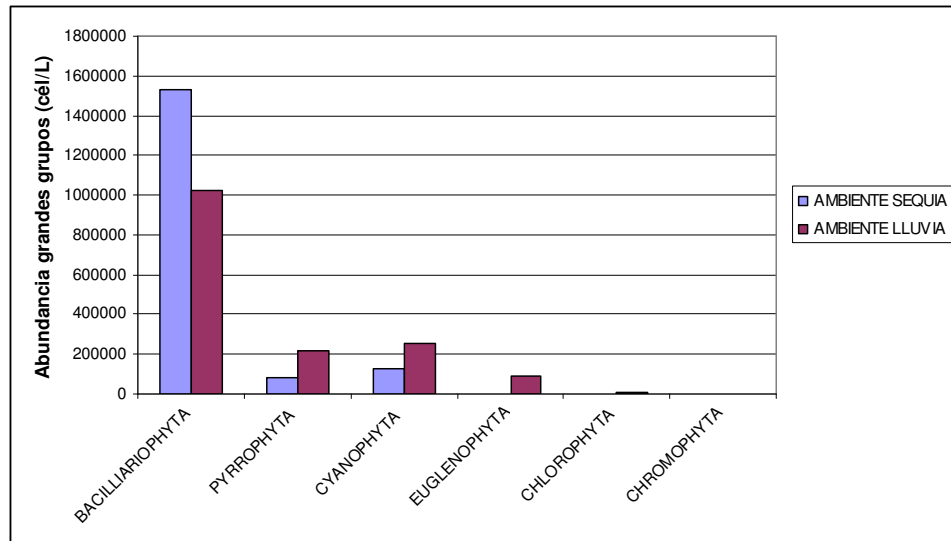


Figura 5. Abundancia de los grandes grupos fitoplanctónicos representados en las dos épocas de estudio (sequía y lluvia).

En cambio, para la época de lluvia las variaciones fueron en aumento cada día de muestreo, tanto en número como en especies encontradas. En la figura 6 se observa que las Bacillariophyta fueron las más abundantes el día 2, las Pyrrophyta los días 4 y 5, las Cyanophyta los días 1 y 3, y las Euglenophyta el día 2; las Chlorophyta los días 1, 2, 3 y 5; y las Chromophyta el día 5. Las Cyanophyta se encontraron en ambas épocas (sequía y lluvia). En lluvia se obtuvo una abundancia para el día 5 de 28.360 células/L (71,5%) y en sequía fueron 94.535,8 células/L (27,65%) (Tabla 8).

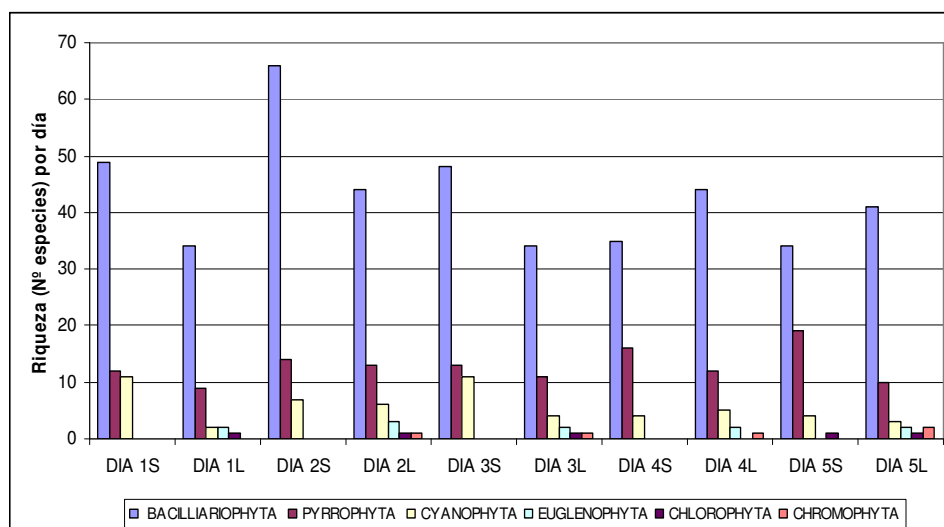
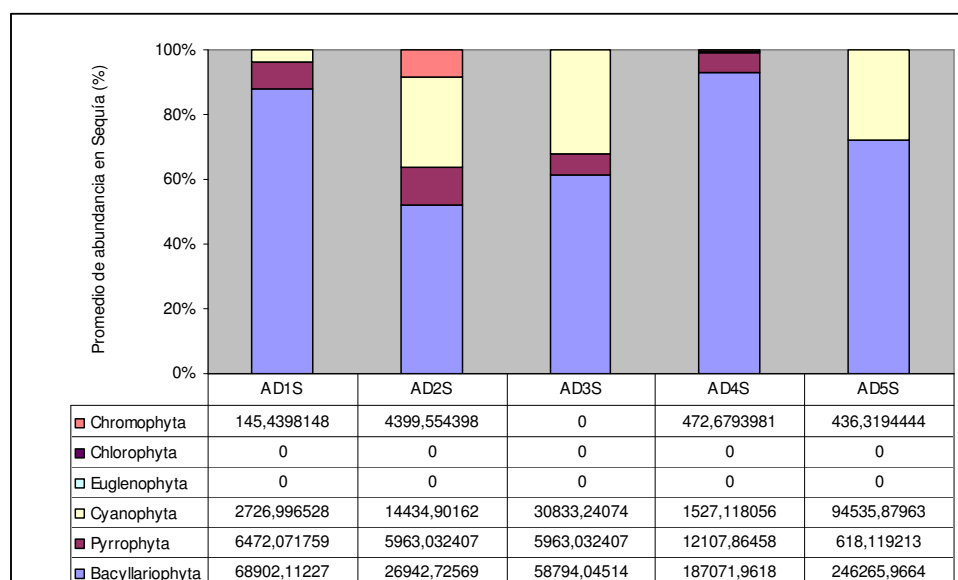


Figura 6. Riqueza de los grandes grupos taxonómicos por día de muestreo.

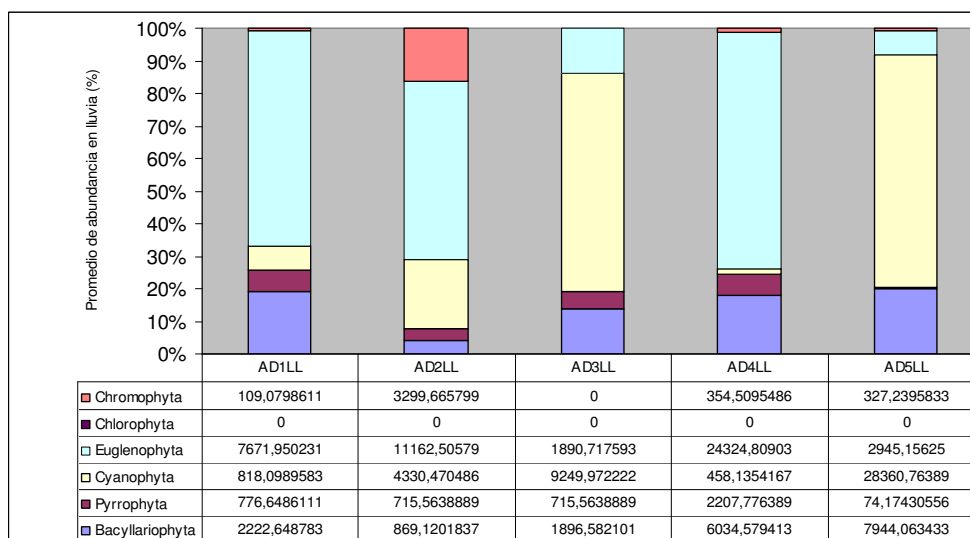
En la figura 7 se observa cómo varió la abundancia relativa media expresada en porcentaje para los distintos grupos fitoplanctónicos que conforman las muestras colectadas para ambas épocas. El grupo dominante para ambas épocas fue el de las Bacillariophyta, seguido de las Pyrrophyta. Comparando estos dos grupos, para el día 5 la mayor abundancia fue de 246.265 cél/L (41%) para las Bacillariophyta en la época de sequía y la mayor abundancia de las Pyrrophyta fue en sequía, el día 4 con 121.078 cél/L (38,9%). Para la época de lluvia las Bacillariophyta presentaron su mayor abundancia el día 5 con 7.944 (16,5%), en cambio las Pyrrophyta su mayor abundancia ocurrió el día 4 con 2.207,7 cél/ (49,1%).

La mayor abundancia en las Cyanophyta se obtuvo el día 5 con 94.535 cél/L (65,6%) para la época de sequía; en cambio para la época de lluvia hubo un aumento para el día 5 de 28.360,7 cél/L (65%). Las Euglenophyta mantuvieron para la época de lluvia un 47% de abundancia para el día 5 con 24.324 cél/L; las Chromophyta en sequía obtuvieron un 55% de abundancia el día 2 con 3.299 cél/L.

Las Chlorophyta tuvieron una mayor presencia para la época de lluvia que para sequía y esto era de esperarse ya que este grupo taxonómico es de agua dulce.



a) Sequía



b) Lluvia

Figura 7. Abundancias por grandes grupos taxonómicos para cada día de estudio, (a) sequía, (b) lluvia. A = Ambiente. D = Día (1, 2, 3, 4, 5), S = Sequía y Ll = Lluvia.

8.2.3. Equidad y Diversidad

La riqueza de especies refleja la diversidad, que será la cantidad de especies que se encontraron en un hábitat en particular (Morenos, 2001). Esta abundancia se puede considerar como la comunidad de las especies están conformadas. Hay especies que tienen una baja representatividad y son más susceptibles a ser eliminadas por perturbaciones ambientales que otras que son menos susceptibles.

Se aplicó el Índice de Shannon para hacer los cálculos de equidad y diversidad en las diferentes épocas. Para la época de lluvia se puede observar que hubo una mayor diversidad (Figura 8), aumentando la riqueza y la equidad.

La aplicación del Índice de Shannon (equidad y diversidad) no arrojó grandes diferencias con respecto a la estructura comunitaria del fitoplancton que se encuentra en las aguas de la boca del Golfete de Cuare para las dos épocas de estudio, podemos concluir que el sistema estudiado se comporta como un sistema estuarino, donde los cambios encontrados en la estructura comunitaria son leves (Tabla anexa A3).

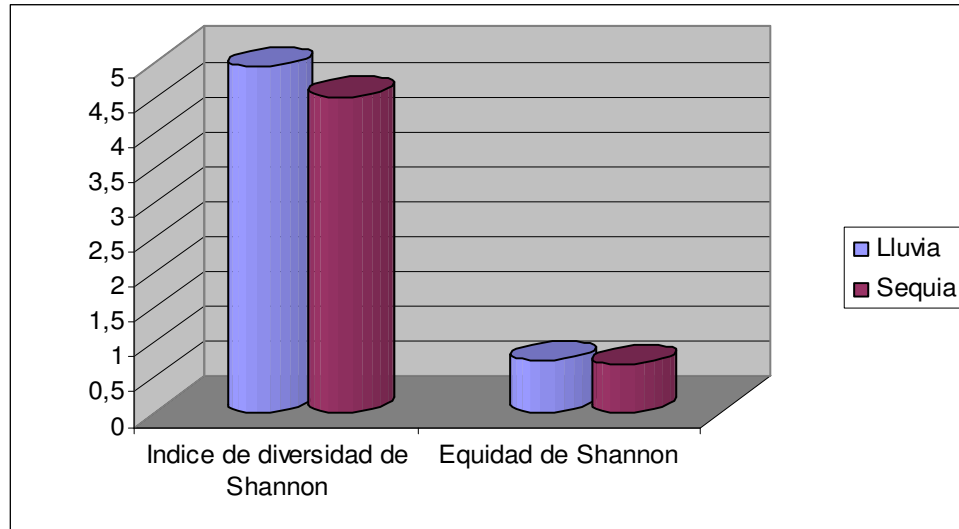


Figura 8. Índice de Equidad y Diversidad de Shannon para las dos épocas.

Durante la sequía se observó una mayor diversidad, que responde a un aumento de la equidad como a un aumento en la riqueza de especies (Tabla 6). Este aumento de la riqueza fue impulsado por un aumento en la abundancia y en la diversidad de las diatomeas, según se observa en la tabla 4. Para la época de sequía se encontraron 77 especies el día 4, que fue el valor más alto encontrado si se compara con los otros días de muestreo. En cambio, para la época de lluvia el primer día fue cuando se obtuvo un mayor número, 67 especies (Anexo Tabla A3).

8.2.4. Clorofila “a”

Para la época de sequía, el aporte de nutrientes y de material particulado al mar por vía fluvial es bajo, lo que hace que la transparencia en esta época sea alta. Al tener bajas concentraciones de nutrientes y altas transparencias se favorecerá el desarrollo de células pequeñas, pero con menor aporte de clorofila “a” (Malone, 1977).

En cambio, para la época de lluvia, el aporte de nutrientes (proveniente de los manglares y ríos) y material particulado por vía fluvial es alta, los cuales disminuyen la transparencia de las aguas, favoreciendo el desarrollo de células más grandes que aportan más clorofila “a” (Malone, 1977).

En la figura 9 se observa las medias de los valores de clorofila “a” para la época de lluvia aumentando el día 1, luego cae el día 3, luego aumenta y tiene su máximo el día 4.

Si revisamos en el Capítulo I, las figuras 3, 4, y 5 nos muestran las variables ambientales, donde se puede observar que para el día 4 la salinidad y la temperatura disminuyeron, debido a las fuertes precipitaciones que se produjeron esos días de muestreo (anexo tablas A1 y A2), aumentando de esta forma la cantidad de material particulado suministrado al medio, así como de nutrientes, disminuyendo así la transparencia de las aguas.

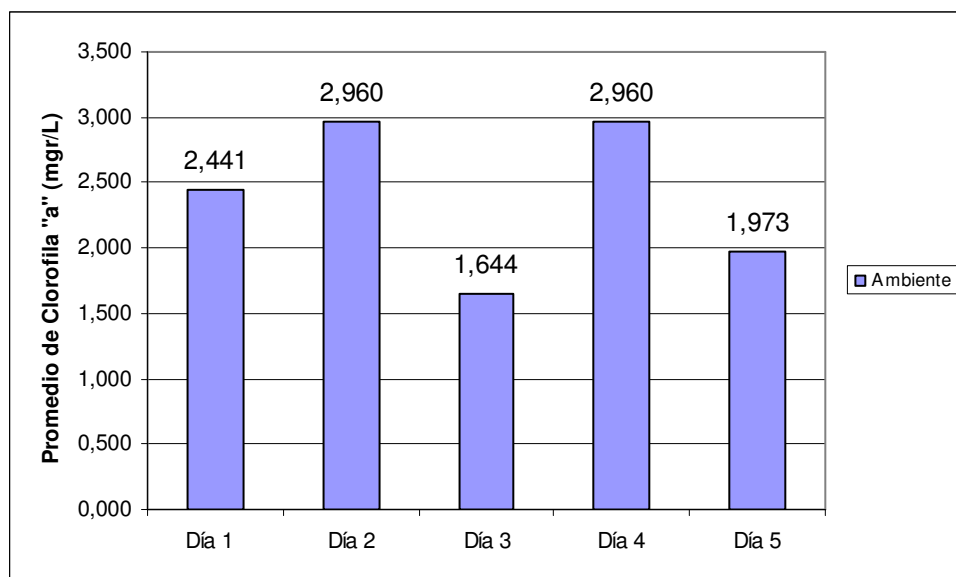


Figura 9. Variación de Clorofila “a” en los 5 días de estudio para la época de lluvia.

8.2.5. Estructura comunitaria

La estructura comunitaria fitoplanctónica varía con el tiempo, por lo tanto, se aplicó un Análisis de Correspondencia que muestra cómo varían las muestras y por ende, las especies que se encuentran asociadas entre sí. También se pudo evidenciar la diferencia entre las dos épocas (sequía y lluvia) y cómo varían de acuerdo al día en que se tomaron las muestras.

En la tabla de análisis (Tabla anexa A6) donde están todas las muestras colectadas del ambiente, la Inercia y el Porcentaje de Inercia acumulado en los distintos ejes de correspondencia, se observa que las muestras para los dos primeros ejes de correspondencia, reflejan cómo variaron de acuerdo a los días evaluados, la composición y la abundancia de las especies, presentándose una variación entre las dos épocas siendo mayor en lluvia que en sequía.

Los análisis que se realizaron, se le colocaron las siguientes siglas para diferenciar las especies colectadas para ambas épocas. Se colectaron durante 5 días (1, 2, 3, 4 y 5) del ambiente (A), con 3 réplicas (1, 2 y 3), en lluvia (L) y en sequía (S), quedando las siglas de la siguiente forma: A11L (ambiente, día 1, réplica 1, en lluvia), A12L (ambiente, día 1, réplica 2, en lluvia), A13L (ambiente, día 1, réplica 3, en lluvia), así sucesivamente para cada día; y en sequía también se colocaron las mismas siglas, A11S (ambiente, día 1, réplica 1, sequía), A12S, A13S, etc.

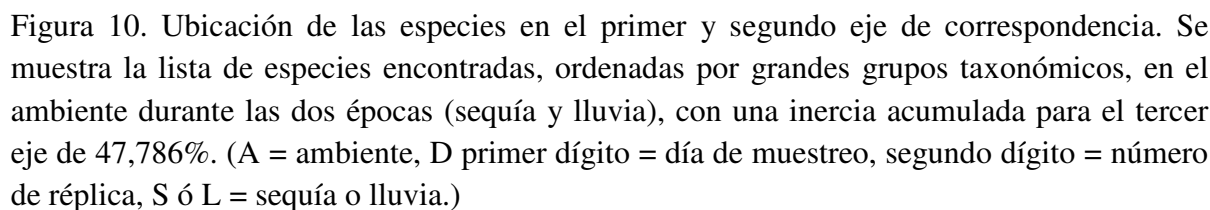
También se observa que las especies para los días de muestreo (1, 2, 3, 4, 5) en sequía fueron parecidas entre sí manteniendo una variabilidad entre ellas baja. Entre las muestras tomadas en los diferentes días de muestreo se observa cómo se alejan entre los diferentes biplot, ver el día 5 en lluvia (A = ambiente), dando una diferencia que debe estar suministrada por las especies que lo conforman, tal vez estas especies son propias para la época, con una inercia acumulada para el tercer eje de 47,786% (Tabla anexa A6).

En sequía las muestras mantienen una relación más estrecha que las muestras en lluvia; éstas últimas se encuentran más dispersas entre los días de muestreo, excepto en las réplicas. Se observa que las especies encontradas se identificaron separadamente, así como su ubicación en las diferentes localidades, donde casi todas las muestras se superponían o se encontraban muy cercanas unas de otras.

En la tabla 7 (lista de especies) se observa que la estructura comunitaria del fitoplancton varió para las dos épocas (sequía y lluvia), la diferencia diaria en la época de lluvia es mayor que en sequía, por lo que la estructura comunitaria en lluvia es más variable que en sequía. La figura 10 muestra las especies que se encontraron en la época de lluvia y sequía. Las esferas rojas representan diferentes días y sus réplicas tomadas en lluvia, muy cercanas unas de otras, sin una diferencia marcada entre ellas y a su vez con cada una de las otras muestras tomadas el mismo día. Las esferas verdes representan la época de sequía, este mismo comportamiento lo vemos en lluvia. Se extrajeron las especies representadas en la época de lluvia, siendo la inercia acumulada para el tercer eje de 47,786%.

Este análisis confirma que hay variabilidad entre las dos épocas (sequía y lluvia). En sequía se mantuvieron las especies para las diferentes localidades, y se identificaron 5

En las muestras tomadas en los diferentes días de muestreo para las épocas de sequía y lluvia se observa que hubo una gran similitud. Para la época de sequía se encontraron más agrupadas, fueron más parecidas entre ellas en los diferentes días de muestreo, así como en sus réplicas. En lluvia se encontraron las réplicas más cerca pero entre las muestras (esferas rojas) se observan diferencias.



Se puede concluir después de haberse realizado el análisis de correspondencia del ambiente y de la estructura de esta comunidad fitoplanctónica, lo siguiente:

1. Las especies que estuvieron presentes en ambas épocas y que además estuvieron representadas en todas las muestras colectadas, fueron las pertenecientes a las Bacillariophyta.
2. Las especies que no fueron comunes, fueron aquellas que marcaron la diferencia entre las dos épocas, pero como sus abundancias fueron bajas y las especies comunes fueron altas en sus abundancias esto hizo que no se pudiese observar una separación entre ellas.
3. Se diferenciaron tres grupos de especies presentes en las diferentes muestras colectadas, así como en las réplicas que se hicieron, siendo estas:
 - a- Especies que se encontraron en mayor abundancia y solamente en lluvia: las Bacillariophyta: *Actinophryxus* sp., *Amphora* sp.1, *Bacillaria paxillifer*, *Bacillaria* sp., *Bacteriastrium* sp., *Cylindrotheca closterium*, *Cocconeis* sp., *Eucampia cornuta*, *Fragilaria* sp., *Fragilariopsis curta*, *Haslea waweikae*, *Manguinea rigida*, *Navicula* sp. 2, *Navicula* sp. 3, *Nitzschia* sp. 2, *Skeletonema costatum*. Pyrrophyta: *Dinophysis acuminata*, *Noctiluca* sp., *Prorocentrum lima*. Cyanophyta: *Chroococcus turgidis*, *Merismopedia glauca*, *Nostoc* sp., *Oscillatoria* sp. Euglenophyta: *Euglena* sp. 1, *Euglena* sp. 2, y *Euglena* sp. 3. Chromophyta: *Dictyocha crux*, *Dictyocha fibula*, *Phaeocystis globosa*.
 - b- Especies que sólo se encontraron en sequía y con mayor abundancia: Bacillariophyta: *Chaetoceros* sp. 3 y sp. 6, *Climacodium* sp., *Diatomea* sp. 5, *Diploneis*, *Helicotheca tamesis*, *Licmophora* sp., *Lyrella* sp., *Navicula* sp. 1, *Navicula* sp. 2, *Navicula* sp.3, *Nitzschia* sp. 1 y sp. 2, *Rhizosolenia* sp. 1 y sp. 4, *Surinella* sp., *Synedra ulna*, *Thalassionema* sp., *Thalassiosira* sp. 1, *Thalassiosira* sp. 3, *Thalassiosira* sp. 4. Pyrrophyta: *Ceratium tripos*, Dinoflagelado sp. 1, *Heterocapsa* sp., *Oxytoxum szeptum*, *Prorocentrum* sp. 1, *Prorocentrum emerginatum*, *P. gracile*, *Prorocentrum scutellum*, *Protoperidinium* sp. 1, *P. sp. 2*, *Pyrophacus* sp. Cyanophyta: *Anabaenopsis racisborskii*, *Oscillatoria* sp. 1, *Oscillatoria tenerrina*.

- c- Especies que se encontraron en ambas épocas (lluvia/sequía) donde dominaron: Bacillariophyta: *Aulocoseira* sp., *Biddulphia* sp. 1, *Biddulphia* sp. 2, *Bleakeleya notata*, *Ceratulina pelágica*, *Chaetoceros* sp. 3, sp. 4, sp. 5, sp. 7, sp. 8, sp. 9, sp. 10, *Coscinodiscus* sp. 1 y sp. 2, *Cyclotella striata*, *Dactylosolen fragilissimus*, *Detonula pumila*, *Eunotonogramma* sp., *Fragilaria capuccina*, *F. crotonensis*, *F. doble* y *F. lunula*, *Hemiaulus* sp. 1, *Lauderia annulata*, *Leptocylindrus minimus*, *Navicula* sp. 1 y sp. 4, *Plagiotropis gausii*, *Pleurosigma* sp., *Pseudonitzschia* sp., *Rhizosolenia* sp. 2, sp. 3 y sp. 5, *Thalassionema* sp. 1, *Thalassiosira* sp. 2, sp. 5, sp. 6, sp. 7 y sp. 9, *Toxarium undulatum*, *Triceratium favus*. Pyrrophyta: *Ceratium deflexum*, *Ceratium furca*, *Ceratium lineatum*, *Gonyaulax* sp., *Gyrodinium* sp., *Gymnodinium* sp., *Prorocentrum compressum*, *Prorocentrum emerginatum*, *Prorocentrum gracile*. Cyanophyta: *Anabaena* sp. 1 y sp. 2, *Chroococcus* sp., *Lyngbya* sp., *Microcystis* sp., *Oscillatoria* sp.
4. Para la época de lluvia se encontró una mayor variación en la composición de las especies y de los grupos representados con respecto a todas las demás muestras analizadas.
 5. Aunque se encontraron diferencias a nivel de especies, se puede decir que en conjunto, los grandes grupos conservaron una composición semejante durante los cinco (5) días de muestro.
 6. Se puede decir que la boca del Golfete de Cuare, presenta una comunidad “mezclada” ya que en ella coexisten especies de tipo nerítico, agua dulce y estuarino.

Capítulo III

8.3. Efecto del encierro usando microcosmos y su efecto sobre la comunidad fitoplanctónica

En este capítulo se muestran los resultados relativos al efecto del encierro sobre la comunidad fitoplanctónica para las dos épocas, sequía y lluvia, para cumplir de esta forma con los objetivos 1, 2 y 3.

8.3.1. Época de sequía

Se identificó un total de 144 especies pertenecientes a 6 grandes grupos taxonómicos. La tabla 9 muestra el número de especies presentes, de los cuales 105 especies (73%) son Bacillariophyta, 23 especies (16%) Pyrrophyta, 9 especies (6%) Cyanophyta, 3 especies (2%) Euglenophyta y 4 especies (3%) Chromophyta.

Tabla 9. Total de especies fitoplanctónicas presentes en el ambiente natural y en el microcosmos control para la época de sequía.

GRANDES GRUPOS	SEQUÍA			TOTAL DE ESPECIES
	Ambiente	Control	Amb/Cont	
Bacillariophyta	20 (63%)	24 (77,4%)	61 (75,3%)	105 (73%)
Pyrrophyta	11 (34%)	2 (6,4%)	10 (12,3%)	23 (16%)
Cyanophyta	1 (3%)	3 (9,6%)	5 (6,1%)	9 (6%)
Euglenophyta	0	0	3 (3,7%)	3 (2%)
Chromophyta	0	0	0	0
Chlorophyta	0	2 (6,4%)	2 (2,4%)	4 (3%)
TOTAL	32 (100%)	31 (100%)	81 (100%)	144 (100%)

En la tabla 10 se encuentran las especies que se identificaron para la época de sequía según su hábitat en los microcosmos.

Tabla 10. Representación del número de especies encontradas en la época de sequía según el sistema al que pertenecen.

Sistema	Sequía	
	Ambiente	Control
M	94 (69%)	103 (71%)
M-AD-E	9 (7%)	9 (6%)
M-E	2 (1%)	7 (4%)
AD	26 (19%)	23(15%)
AD-E	4 (3%)	2 (1%)
M-AD	1 (0,7%)	0
TOTAL	136	144

Del total de especies cél/L identificadas en el ambiente para la época de sequía fue de 136 especies, de los cuales: 94 especies (69%) fueron característicos de ambientes marinos; 9 especies (7%) son marino-agua dulce-estuarino; 2 especies (1%) son marino-estuarino; 26 especies (19%) son dulceacuícolas, 4 especies (3%) son agua dulce estuarino y 1 especie (0,7%) son de marino-agua dulce.

En cambio, para el microcosmos control (N₀P₀), el total de especies identificadas para la época de sequía fue de 144 especies, de las cuales 128 especies fueron las más representativas compartidas entre los grupos Bacillariophyta y Pyrrophyta, donde: 103 especies (71%) fueron característicos de ambientes marinos; 9 especies (6%) son marino-agua dulce-estuarino; 7 especies (4%) marino-estuarino; 23 especies (15%) dulceacuícolas; 2 especies (1%) agua dulce-estuarino.

Para la época de sequía el aporte de agua de los ríos fue bajo, lo que trajo como consecuencia una menor presencia de especies de agua dulce al mar. La riqueza en las muestras control (N₀P₀) fue mayor que la registrada en el ambiente durante los cinco días, con tendencia a disminuir con el paso de los días.

La tabla 11 muestra la lista de especies discriminadas por grupo taxonómico, indicando su origen, presencia para cada época de estudio según clasificación taxonómica con que fueron identificadas para cada grupo comparando las dos épocas para el ambiente natural y el microcosmos control.

Tabla 11. Lista de las especies encontradas por grandes grupos presentes en el ambiente y en control (N₀P₀) para la época de lluvia. B: Bacillariophyta; P: Pyrrophyta; Cy: Cyanophyta; E: Euglenophyta; Chl: Chlorophyta; Chr: Chromophyta; ambiente de origen: M: marino; AD: Agua Dulce; E: Estuarino; y Presencia (x).

Especie	Grupo	Sistema	Sequía		Lluvia	
			Ambiente	Control	Ambiente	Control
<i>Actinoptychus</i> sp.	B	M	x	x		x
<i>Aulacoseira</i> sp. 1	B	AD	x			x
<i>Ambroseira</i> sp.	B	M-E	x			x
<i>Amphora</i> sp. 1	B	AD	x	x	x	x
<i>Amphora</i> sp. 2	B	AD	x	x		x
<i>Anabaena</i> sp. 1	Cy	AD	x	x	x	x
<i>Anabaena</i> sp. 2	Cy	AD	x	x	x	x
<i>Asterionella</i> sp.	B	AD	x		x	x

Tabla 11 (Continuación).

Especie	Grupo	Sistema	Sequía		Lluvia	
			Ambiente	Control	Ambiente	Control
<i>Asterionellopsis kariana</i>	B	AD	x	x	x	
<i>Asthermphalus hookeri</i>	B	AD	x		x	
<i>Azpetia</i> sp.	B	M	x	x		x
<i>Bacillaria paxillifer</i>	B	M	x		x	x
<i>Bacillaria</i> sp.	B	M	x	x	x	x
<i>Bacteriastrium</i> sp.	B	M	x	x	x	x
<i>Biddulphia</i> sp. 1	B	M	x	x	x	x
<i>Biddulphia</i> sp. 2	B	M	x			x
<i>Bleakeleya notata</i>	B	M	x			x
<i>Ceratium furca</i>	P	M		x	x	x
<i>Ceratium lineatum</i>	P	M	x	x	x	x
<i>Ceratium minitum</i>	P	M		x		
<i>Ceratium seriocanthus</i>	P	M	x	x		
<i>Ceratium tripos</i>	P	M	x	x	x	x
<i>Ceratium pelagica</i>	B	M		x	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 2	B	M		x	x	
<i>Chaetoceros</i> sp. 3	B	M	x	x	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 4	B	M	x	x	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 5	B	M	x	x	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 6	B	M	x	x		x
<i>Chaetoceros</i> sp. 7	B	M	x	x	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 8	B	M	x	x	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 9	B	M	x	x	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 10	B	M	x	x		x
<i>Chaetoceros</i> sp. 11	B	M		x	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 12	B	M			x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 13	B	M		x	x	x
<i>Chroococcus</i> sp.	Cy	AD	x	x	x	x
<i>Chroococcus turgidis</i>	Cy	AD	x	x	x	x
<i>Climacodium</i> sp.	B	M	x	x		
<i>Cocconeis dirupta</i>	B	M		x		
<i>Cocconeis</i> sp.	B	M	x	x	x	x
<i>Chroococcus</i> sp.	Cy	AD	x	x	x	x
<i>Coscinodiscus</i> sp. 1	B	M	x	x		x
<i>Coscinodiscus</i> sp. 2	B	M	x	x	x	x
<i>Cyclotella striata</i>	B	M	x	x	x	x
<i>Cylindrotheca closterium</i>	B	M	x	x	x	x
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	B	M	x		x	x
<i>Detonula pumila</i>	B	M	x		x	x
<i>Diatomea</i> sp. 1	B	M	x			x
<i>Diatomea</i> sp. 2	B	M	x	x	x	x
<i>Dictyocha crux</i>	CHR	M	x		x	x

Tabla 11 (Continuación).

Especie	Grupo	Sistema	Sequía		Lluvia	
			Ambiente	Control	Ambiente	Control
<i>Dictyocha fibula</i>	CHR	M	x		x	x
<i>Detonula pumila</i>	B	M	x		x	x
<i>Dictyocha</i> sp.	CHR	M			x	
Dinoflagelado sp. 2	P	M	x	x		x
<i>Dinophysis acuminata</i>	P	MM	x		x	x
<i>Dinophysis caudata</i>	P	M	x		x	x
<i>Dinoquistes</i>	P	M	x		x	x
<i>Diploneis</i> sp	B	M-AD-E	x	x	x	
<i>Eucampia cornuta</i>	B	M	x	x		
<i>Euglena</i> sp. 1	E	AD	x		x	x
<i>Euglena</i> sp. 2	E	AD	x		x	x
<i>Euglena</i> sp. 3	E	AD	x		x	x
<i>Eunotonogramma debile</i>	B	M	x			x
<i>Fragilaria capuccina</i>	B	M	x	x	x	x
<i>Fragilaria crotonensis</i>	B	M-AD-E	x	x	x	x
<i>Dinoquistes</i>	P	M	x		x	x
<i>Diploneis</i> sp	B	M-AD-E	x	x	x	
<i>Eucampia cornuta</i>	B	M	x	x		
<i>Euglena</i> sp. 1	E	AD	x		x	x
<i>Euglena</i> sp. 2	E	AD	x		x	x
<i>Euglena</i> sp. 3	E	AD	x		x	x
<i>Eunotonogramma debile</i>	B	M	x			x
<i>Fragilaria capuccina</i>	B	M	x	x	x	x
<i>Fragilaria crotonensis</i>	B	M-AD-E	x	x	x	x
<i>Fragilaria doble</i>	B	M-AD-E		x	x	x
<i>Fragilaria lunula</i>	B	M-AD-E	x	x	x	x
<i>Fragilaria pinnata</i>	B	M-AD-E	x	x	x	x
<i>Fraglaria</i> sp.	B	M	x	x		
<i>Fragilaria doble</i>	B	M		x	x	x
<i>Fragilaria lunula</i>	B	M	x	x	x	x
<i>Fragilariopsis curta</i>	B	M	x	x		
<i>Fragilaria capuccina</i>	B	M	x	x	x	x
<i>Fragilaria crotonensis</i>	B	M-AD-E	x	x	x	x
<i>Fragilariopsis pseudonana</i>	B	M	x	x	x	
<i>Gomphonema</i> sp.	B	AD	x		x	
<i>Goniodoma sphaericum</i>	P	M			x	x
<i>Gonyaulax scripsae</i>	P	M	x		x	x
<i>Gossleriella tropica</i>	B	M	x			x
<i>Guinardia delicatula</i>	B	M	x	x		
<i>Guinardia striata</i>	B	M		x		x
<i>Gymnodinium spirale</i>	P	M		x		x
<i>Gymnodinium</i> sp.	P	M	x	x	x	x

Tabla 11 (Continuación).

Especie	Grupo	Sistema	Sequía		Lluvia	
			Ambiente	Control	Ambiente	Control
<i>Gyrosigma</i> sp.	B	M	x	x	x	x
<i>Haslea trompi</i>	B	M	x	x		
<i>Haslea waweikae</i>	B	M	x	x		x
<i>Helicotheca tamesis</i>	B	M	x			
<i>Hemiaulus</i> sp. 1	B	M		x	x	x
<i>Hemiaulus</i> sp. 2	B	M	x	x	x	x
<i>Heterocapsa</i> sp.	P			x	x	x
<i>Lambertea setosa</i>	B	M	x		x	x
<i>Lauderia annulata</i>	B	M	x	x	x	x
<i>Leptocylindrus minimus</i>	B	M		x	x	x
<i>Leptodanicus danicus</i>	B	M	x		x	x
<i>Licmophora</i>	B	M			x	x
<i>Lyngbya</i> sp.	Cy	M-AD-E	x	x		x
<i>Lyrella</i> sp.	B	M	x	x	x	x
<i>Manguinea rigida</i>	B	M	x	x	x	x
<i>Mastoglia</i> sp.	B	M	x		x	x
<i>Meringosphaera</i> sp.	Cy	M-AD-E	x	x	x	
<i>Merismopedia glauca</i>	Cy	AD	x	x	x	x
<i>Navicula</i> sp. 1	B	AD	x	x		x
<i>Navicula</i> sp. 2	B	AD	x	x		x
<i>Navicula</i> sp. 3	B	AD	x	x	x	x
<i>Navicula</i> sp. 4	B	AD	x	x	x	x
<i>Navicula</i> sp. 5	B	AD	x	x	x	
<i>Nitzschia</i> sp. 1	B	AD	x	x	x	x
<i>Nitzschia</i> sp. 2	B	AD	x	x	x	x
<i>Noctiluca</i> sp.	P	M		x		
<i>Odontella sinensis</i>	B	M		x	x	x
<i>Oxytoxum</i> sp.	B	M	x	x		
<i>Phaeocystis</i> sp.	B	M	x		x	
<i>Plagiotropis gausii</i>	B	M			x	x
<i>Pleurosigma directum</i>	B	M		x		x
<i>Pleurosigma normanii</i>	B	M	x	x		x
<i>Phaeosystis</i> sp.	B	M	x		x	
<i>Plagiotropis gausii</i>	B	M			x	x
<i>Pleurosigma directum</i>	B	M		x		x
<i>Pleurosigma</i> sp.	B	M		x	x	x
<i>Proboscia alata</i>	B	M		x	x	x
<i>Prorocentrum batticum</i>	P	M	x	x	x	x
<i>Prorocentrum belizeanum</i>	P	M	x	x	x	x
<i>Prorocentrum compressum</i>	P	M	x	x	x	x
<i>Prorocentrum emerginatum</i>	P	M		x	x	x
<i>Prorocentrum gracile</i>	P	M	x	x	x	x

Tabla 11 (Continuación).

<i>Prorocentrum lima</i>	P	M		x	x	x
<i>Prorocentrum rostratum</i>	P	M	x	x	x	x
<i>Prorocentrum scutellum</i>	P	M	x	x		x
<i>Prorocentrum triestinum</i>	P	M	x	x	x	x
<i>Protooperidinium</i> sp. 1	P	M	x	x		x
<i>Protooperidinium</i> sp. 2	P	M	x	x	x	x
<i>Pseudonitzschia</i> sp.	B	M-E	x	x	x	x
<i>Pyrophacus</i> sp.	P	M	x	x	x	x
<i>Rhizosolenia</i> sp. 1	B	AD	x	x	x	x
<i>Rhizosolenia</i> sp. 2	B	AD	x	x	x	x
<i>Rhizosolenia</i> sp. 3	B	AD	x	x		x
<i>Rhizosolenia</i> sp. 4	B	AD	x	x		x
<i>Rhizosolenia</i> sp. 5	B	AD	x	x		x
<i>Skelethonema costatum</i>	B	M	x	x		x
<i>Striatella unipunctata</i>	B	M	x	x	x	x
<i>Surirella febigerii</i>	B	AD	x	x	x	
<i>Synedra ulna</i>	B	M-AD-E	x	x	x	
<i>Striatella unipunctata</i>	B	M	x	x	x	x
<i>Thalassionema</i> sp.	B	M	x	x		x
<i>Thalassiosira</i> sp. 1	B	M	x	x	x	x
<i>Thalassiosira</i> sp.2	B	M	x	x		x
<i>Thalassiosira</i> sp.3	B	M	x		x	x
<i>Thalassiosira</i> sp.4	B	M	x		x	x
<i>Thalassiosira</i> sp.5	B	M			x	x
<i>Thalassiosira</i> sp.6	B	M	x	x	x	x
<i>Thalassiosira</i> sp. 7	B	M	x	x		x
<i>Thalassiosira</i> sp.8	B	M	x	x		
<i>Thalassiosira</i> sp. 9	B	M	x	x	x	x
<i>Thalassiosira</i> sp. 10	B	M	x	x	x	x
<i>Thalassiothrix</i> sp.	B	M	x	x	x	
<i>Toxarium undulatum</i>	Cy	M	x	x	x	
<i>Triceratium favus</i>	B	M	x	x		x
<i>Xystonella lohmanii</i>	B	M	x	x		

La tabla 12 muestra la abundancia total de las especies de los grandes grupos al compararse ambiente con el microcosmos control en sequía. Para el ambiente natural se tuvo una abundancia total de 62.423 cél/L, en cambio en el microcosmos control se obtuvieron 2.260.920 cél/L, una diferencia entre ambos de 2.198.497 cél/L lo que corrobora que dentro de los microcosmos control, por ser sistemas cerrados, y donde no hubo flujo de nutrientes ni herbivoría (aunque no se filtro las muestras tomadas al inicio del experimento y colocar en

los microcosmos) que influyan sobre ellos, permite que las especies allí presentes en estos ambientes cerrados no tengan ningún tipo de perturbación.

Tabla 12. Abundancia total por grandes grupos taxonómicos para la época de sequía comparando ambiente y control.

Especies	Amb. Sequía	Control Sequía
Bacillariophyta	57.296 (92%)	2.052.131 (90%)
Pyrrophyta	3.323 (5%)	82.137 (4%)
Cyanophyta	1.731 (3%)	126.542 (6%)
Euglenophyta	0 (0%)	0 (0%)
Chlorophyta	60 (0%)	0 (0%)
Chromophyta	0 (0%)	110 (0%)
TOTAL	62.423	2.260.920

Estas variaciones indican que el efecto del encierro dentro del microcosmos control benefició a ciertas especies del fitoplancton que se encontraron dentro de este microcosmos aumentando el número de organismos.

En la figura 11 se observan las riquezas de los diferentes grupos taxonómicos en el microcosmos control en sequía, esta riqueza fue mayor para el grupo Bacillariophyta en el microcosmos que en el ambiente, para las Pyrrophytas fue mayor la riqueza en el ambiente que en el microcosmos control. En cambio, para el ambiente en sequía la riqueza de las Cyanophyta fue baja y se encontró en el microcosmos control. Para el grupo de las Chlorophyta se observó en una riqueza en el ambiente. En cambio las Chromophyta la riqueza fueron en el microcosmos control.

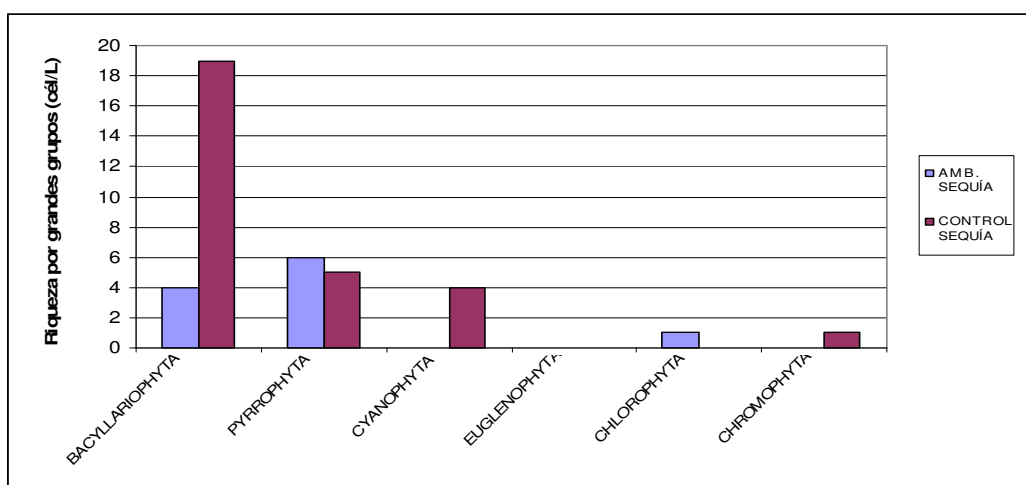


Figura 11. Riqueza de especies expresada en (cél/L) en la época de sequía comparando ambiente y control (N_0P_0).

Esta disminución era de esperarse, ya que al paso de los días, las variables físico-químicas dentro del microcosmos es menos variable que los encontrados en el ambiente (Harris, 1986).

La tabla 13 permite observar la variación en el número de especies presentes del fitoplancton de los distintos grupos taxonómicos, pudiéndose observar que las variaciones en el ambiente son mayores que las observadas dentro de las muestras control (sin tratamiento), esto indica que los ambientes en encierro son menos dinámicos que en el ambiente natural (Harris, 1986).

Tabla 13. Número de especies encontradas en el ambiente comparando con el microcosmos control en la época de sequía.

ESPECIES	AMBIENTE SEQUÍA	CONTROL SEQUÍA
Bacillariophyta	20	21
Pyrrophyta	11	3
Cyanophyta	1	3
Euglenophyta	3	0
Chlorophyta	0	0
Chromophyta	3	0
TOTAL	38	27

8.3.1.1. Efecto del encierro sobre la abundancia en sequía

Para el primer día se observó una variación importante entre el ambiente y el microcosmos control (Fig. 12), el grupo principal las Bacillariophyta tuvo una abundancia alta con respecto a los otros grandes grupos durante los cinco días de estudio. Para el día 2 continuaron las diferencias entre el ambiente y el microcosmos control, se encontraron también especies de todos los grandes grupos. Para los días 3 y 4 las Chromophyta son más frecuentes en comparación con los otros grandes grupos; en cambio para el día 3 hay una disminución de las Bacillariophyta en el microcosmos control, para aumentar el día 4. Esta variación en la abundancia está asociado con la especie dominante *Cylindrotheca closterium* (Bacillariophyta). Era de esperarse esta tendencia del cambio en el tiempo, se ve una mayor variación en el ambiente debido a las variables ambientales propia de sistemas abiertos (Harris, 1983).

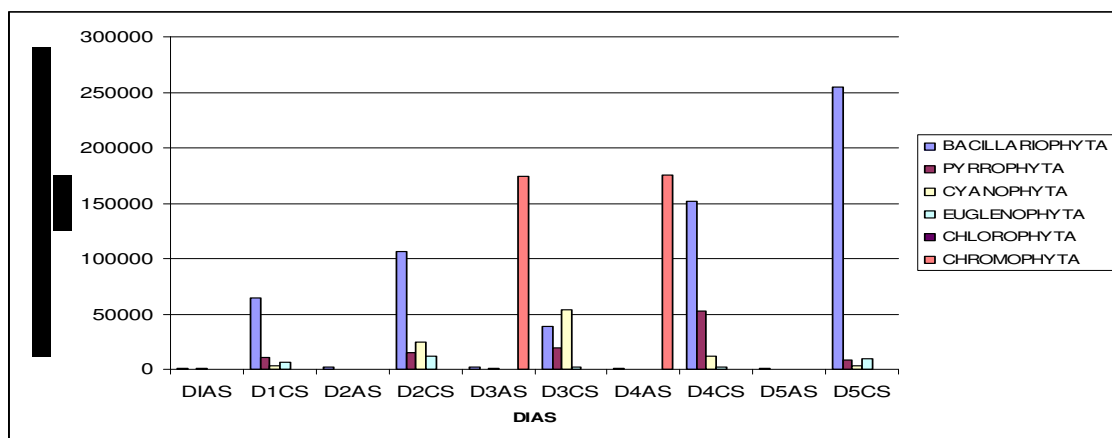


Figura 12. Abundancia media de grandes grupos taxonómicos comparando ambiente y microcosmos control en sequía.

Las especies que resultaron favorecidas, según su abundancia, por el encierro en microcosmos control fueron: *Anabaena* sp. 1 y sp. 2, *Aulacoseira* sp., *Ceratium lineatum*, *Ceratium furca*, *Chaetoceros* sp. 8, *Coscinodiscus* sp. 1 y sp. 2, Dinoflagelado sp. 2, *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria* sp., *Gymnodinium* sp. y *G. spirale*, *Guinardia striata*, *Gyrosigma* sp., *Leptocylindrus minimus*, *Merismopedia glauca*, *Navicula* sp. 1, sp. 2, sp. 3 y sp. 4, *Nitzschia* sp. 1 y sp.2, *Odontella sinensis*, *Pleurosigma directum*, *Prorocentrum compressum*, *Prorocentrum emerginatum*, *Prorocentrum gracile*, *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum rostratum*, *Prorocentrum scutellum*, *Protoperidinium* sp. 1 y sp. 2, *Pseudonitzschia* sp., *Pyrophacus* sp., *Rhizosolenia* sp. 1, sp. 2, sp. 3, sp. 4 y sp. 5, *Skeletonema costatum*, *Striatella unipunctata*, *Thalassionema* sp., *Thallasiosira* sp. 1, sp. 2, sp. 6, sp. 9 y sp. 10, superando en abundancia a las encontradas en el ambiente.

El grupo de las Bacillariophyta dominó en el ambiente posiblemente debido a los cambios menores de salinidad que se registraron, como se sabe este grupo se ve afectado por estos cambios. Por otro lado, la concentración de sílice en el ambiente favorecerá a las especies de este grupo, que lo aprovechan para el desarrollo de su pared celular (Mann, 1982; Graham, 1998).

Las especies que se muestran en la tabla 14 los cambios en abundancia que se encontraron, al comparar el ambiente con el microcosmos control, se observa cómo varió su abundancia, siendo mayor en microcosmos control.

Tabla 14. Comparación de las abundancias entre ambiente y control por especies.

GRUPO	ESPECIE	DIA	ABUNDANCIA AMBIENTE SEQUÍA	ABUNDANCIA CONTROL SEQUÍA	DÍA
P	<i>Ceratium furca</i>		0	20.179,7	2
B	<i>Chaetocero</i> sp. 7	2	654,4	61.084,7	1
Ci	<i>Chroococcus</i> sp.	1	103.625,8	6.435,7	5
Ci	<i>Chroococcus turgidis</i>	1	83.991,4	11.017	5
B	<i>Cylindrotheca closterium</i>	5	171.255,3	37.741,6	4
Eu	<i>Euglena</i> sp. 2		29.669,7	0	3
B	<i>Fragilaria capuccina</i>	1	80.173,6	1.418,0	3
B	<i>Fragilaria</i> sp.1	2	17.452,7	3.381,4	5
B	<i>Leptocylindrus</i> sp. 1	3	11.998,7	51.267,5	5
Ci	<i>Microcystis</i> sp.	1	78.210,2	11.017,0	3
B	<i>Navicula</i> sp. 4	5	33.160,2	13.198,6	4
B	<i>Navicula</i> sp. 2	2	71.338,2	11.126,1	5
B	<i>Thalassionema frauenfeldii</i>		0	55.848,8	1
B	<i>Thalassiosira</i> sp. 1	3	36.323,5	4.035,9	4
B	<i>Thalassiosira</i> sp. 2		47.013,4	0	4
B	<i>Thalassiosira</i> sp. 3	3	51.049,3	0	5

8.3.1.2. Efecto del encierro sobre la abundancia total por grandes grupos en sequía

Las variaciones de las abundancias relativas expresadas en porcentaje para cada grupo, analizando ambiente y microcosmos control (N_0P_0), se pueden observar en la figura 13, el grupo de las Bacillariophyta no presentó grandes variaciones entre el ambiente y el microcosmos control. El comportamiento de este grupo indica que hubo ciertas especies que se encontraron sometidas a diferentes variables que interactúan de manera distinta en la naturaleza que bajo condiciones controladas (encierro). Carpenter (1996) y Schindler (1998) sostienen que los experimentos utilizando microcosmos no son comparables con lo que pueda suceder en el ambiente natural, ya que hay diferencias en la escala espacial, interacciones naturales, presencia o ausencia de depredadores, entre otros, que los afecta. La figura 13 se observa que las Bacillariophyta tuvieron un porcentaje más alto de abundancia, es decir 90% en el microcosmos control, y 92% en el ambiente, luego le siguieron las Pyrrophyta y las Cyanophyta para el ambiente. En el microcosmos control, se encontraron las Bacillariophyta, las Cyanophyta y las Pyrrophyta por orden de abundancia para la época de sequía; los otros grupos presentaron bajos valores de abundancia, por lo que no se logran observar en la figura.

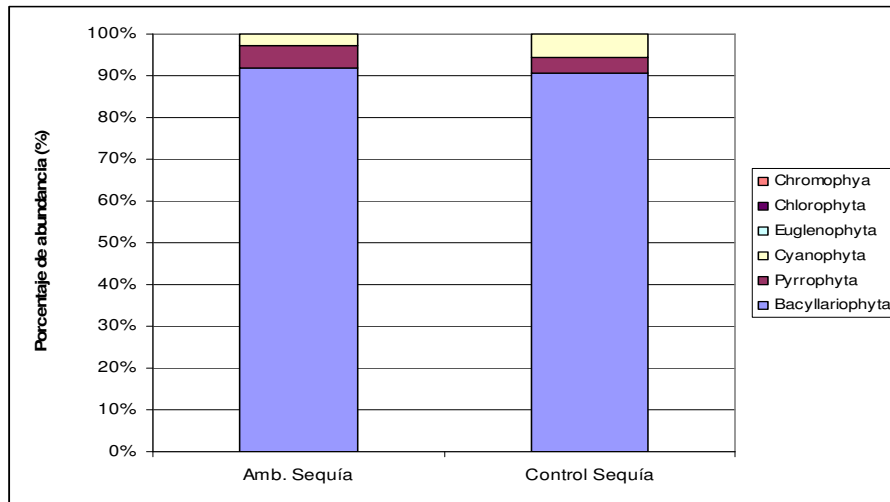


Figura 13. Abundancias (%) de los grandes grupos taxonómicos comparando Control y Ambiente.

En sequía la diferencia de salinidad no fue tan marcada como en el ambiente, ya que los aportes de agua dulce al mar fueron bajos, ni en el microcosmos control se vio afectada la abundancia de este grupo Bacillariophyta. Las Cyanophyta superan al grupo de las Pyrrophyta pero la abundancia de esta última incrementó cuando se compararon las muestras del ambiente con las de los microcosmos control. El encierro también favoreció a las Cyanophyta a partir del tercer día.

En la figura 14 se observa cómo fluctúa la abundancia total para los diferentes grupos taxonómicos. Se observa, que tanto en el ambiente como en el microcosmos control en sequía, los mayores porcentajes de abundancia se obtuvieron en el microcosmos control con las Chlorophyta y Chromophyta fueron bajos. Las Cyanophyta tuvieron una abundancia mayor que las Pyrrophyta en el microcosmos control.

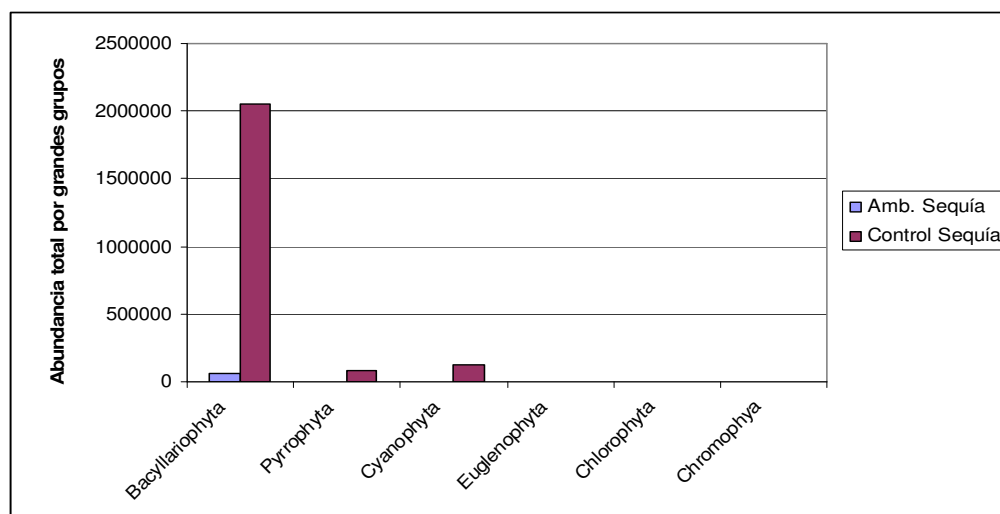


Figura 14. Abundancia total de los grandes grupos taxonómicos para la época de sequía.

8.3.1.3. Efecto del encierro sobre la biomasa del fitoplancton

Debido a errores en las mediciones de la biomasa para la época de sequía, no se registraron los valores de biomasa presente en este sistema para esta época, por lo que se hace referencia al trabajo de Villasmil (2008) realizado en Puerto Colombia (ambiente estuarino), el cual se tuvo una mayor biomasa en el microcosmos control de 91,646 mg/L, que la encontrada en el ambiente de 2,056 mg/L, ambos para el día 1, lo que demuestra que hay una producción nueva de biomasa que afecta la estructura comunitaria, tanto en los valores de clorofila “a” como en la abundancia, esto es semejante a lo planteado por Bloesh y col. (1998).

A los datos obtenidos en la época de sequía se les aplicó la Prueba *t* de Student, obteniéndose un valor de $p = 0,046$, por lo que se puede concluir que hubo una diferencia significativa entre el microcosmos control y el ambiente.

8.3.2. Época de Lluvia

8.3.2.1. Efecto del encierro sobre la riqueza de especies

En la tabla 15 se muestran las especies que fueron identificadas en los diferentes ambiente natural y el microcosmos control (N_0P_0), también se muestra el sistema de donde son características, así como la presencia de las diferentes especies localizadas tanto en el ambiente como dentro del microcosmos control (N_0P_0). Se identificaron 144 especies, de las

cuales 22 especies fueron en el ambiente, 32 especies en el microcosmos control y 90 especies se expresaron en ambos ambientes, natural y microcosmos.

Tabla 15. Comparación número de especies presentes tanto en el ambiente como en el microcosmos control para la época de lluvia.

GRANDES GRUPOS	LLUVIA			TOTAL DE ESPECIES
	Ambiente	Control	Amb/Cont	
Bacillariophyta	16 (73%)	20 (63%)	69 (77%)	105
Pyrrophyta	3 (14%)	8 (25%)	12 (13%)	23
Cyanophyta	2 (9%)	2 (6%)	6 (7%)	9
Euglenophyta	0	0	3 (3%)	3
Chromophyta	0	0	0	0
Chlorophyta	1 (5%)	2 (6%)	0	4
TOTAL	22	32	90	144

En el microcosmos control se encontraron 90 especies (63%) aparecen en ambas épocas (sequía y lluvia) y 31 especies (22%) aparecen solamente en lluvia.

En cambio en el ambiente se encontraron 81 especies (60%) en sequía y lluvia; 23 especies (17%) sólo en lluvia; esto indica que en el encierro, usando microcosmos, se alteró la comunidad fitoplanctónica que se encuentra presente en ellos, ya que el número de especies encontradas varió en su abundancia.

Aunque el cambio suscitado en la comunidad fitoplanctónica no fue lo que se esperaba, se puede evidenciar que sí hubo un leve cambio y esto benefició a ciertas especies que allí se encontraban, las cuales aumentaron su abundancia cuando estuvieron bajo condición de encierro.

Harris (1986), demostró a través de estudios que los datos químicos que se registraron dentro de los microcosmos y en el ambiente fueron similares, es decir, no hubo variación entre ellos, lo que nos permite concluir que los ambientes dentro de las bolsas o microcosmos, no sufren grandes variaciones debido a que no hay entrada de nutrientes y herbivoría, en cambio la riqueza dentro de los microcosmos sí se altera y esto lo evidencia cuando se compara con el ambiente.

A este trabajo de investigación no se le realizó estudios físico-químicos dentro de los microcosmos. Otro trabajo que corroboró el cambio de la comunidad fitoplanctónica usando microcosmos y adicionándole nutrientes (N y P), fue el realizado en Venezuela por González y Ortaz (1998) en el embalse La Mariposa, concluyendo que el encierro sin añadir nutrientes,

afecta la comunidad fitoplanctónica y esto se notó al comparar con el fitoplancton del ambiente, sin tomar en cuenta los cambios químicos dentro de ellos.

De la tabla 14, se tomaron las especies que aparecían en todos los ambientes estudiados, en ambas épocas. Estas fueron 91 especies, de las cuales, 69 especies (48%) fueron Bacillariophyta, 13 especies (9%) Pyrrophyta y 6 especies (4%) Cyanophyta. Estas 91 especies que estuvieron presentes en todos los ambientes estudiados, como se dijo anteriormente, se encontraron tanto en el microcosmos control como en el ambiente para ambas épocas (sequía y lluvia). Estas especies, a pesar de estar en todos los ambientes estudiados, todas se expresaron con una mayor abundancia dentro del microcosmos control (N₀P₀) que en el ambiente.

En la tabla 16 se compara ambiente (163.264 cél/L) con el microcosmos control (4.134.100 cél/L) para la época de lluvia, observamos que la abundancia total para los grandes grupos taxonómicos siempre fue mayor en los controles. Para la época de lluvia, el grupo de las Bacillariophyta fue el que presentó la mayor abundancia con respecto a los otros grupos taxonómicos importantes allí presentes. Entre las especies que tuvieron mayor abundancia para ambas épocas, estuvo: *Cylindrotheca closterium* (LL: 216.032,10 cél/L y en S: 159.692 cél/L); *Cocconeis* sp. (LL: 71.123,06 cél/L y S: 11.562,40 cél/L), *Fragilaria crotonensis* (LL: 71.884,60 cél/L y S: 3.054,2 cél/L) y *Chaetoceros* sp. 9 (LL: 30.653,4 y S: 33.814,75 cél/L).

Tabla 16. Abundancia total por grandes grupos taxonómicos para cada una de las épocas comparando ambiente y control (cél/L).

Especies	Amb. Lluvia	Control Lluvia
Bacillariophyta	117.537	3.575.969
Pyrrophyta	6.225	214.281
Cyanophyta	28.812	251.011
Euglenophyta	9.599	86.291
Chlorophyta	0	3.927
Chromophyta	1.091	2.621
TOTAL	163.264	4.134.100

En la tabla 17 se observa el número de especies así como el porcentaje de fitoplancton encontradas en el ambiente y en el microcosmos control. En el microcosmos

control para la época de lluvia, el número de especies fue mayor al compararla con el ambiente. La densidad fitoplanctónica en el ambiente fue diluida por el volumen de agua dulce que entró al sistema y esto se observa si se compara con el microcosmos control que fue un sistema cerrado. Es de destacar, que según el mayor número de especies encontradas para la época de estudio, esta información permitirá saber qué características del ambiente predominan. El fitoplancton que tuvo una mayor abundancia fue el de origen marino con 103 especies (71%) en el microcosmos control; luego el de origen marino estuarino: para el ambiente 2 especies (1,4%), para el microcosmos control 7 especies (4%); agua dulce: para el ambiente 7 especies (5%), para el microcosmos 6 especies (4,8%), de origen marino-dulce-estuarino: para el ambiente 9 especies (6,6%) y para el microcosmos control 5 especies (4%), y por último de origen marino-agua dulce: para el ambiente 1 especie (0,7%) y ninguna especie para el microcosmos control.

Tabla 17. Representación del número especies encontradas según el sistema al que pertenecen, para la época de lluvia.

Sistema	Lluvia	
	Ambiente	Control
M	94 (69%)	103 (71%)
M-AD-E	9 (6,6%)	5 (4%)
M-E	2 (1,4%)	7 (4%)
M-AD	1 (0,7%)	0
AD	7 (5%)	6 (4,8%)
AD-E	4 (3%)	2 (1%)
TOTAL	136	144

En la tabla 18, se observa como fue la variación de la riqueza durante el muestreo para el ambiente y para el microcosmos control estudiado, se encontró que la riqueza en los microcosmos control (N_0P_0) fue mayor en comparación con el ambiente natural. Pero las variaciones dentro de las muestras controles fueron menores que las observadas en el ambiente, lo que indica que estos ambientes con encierro fueron menos dinámicos que el ambiente natural (Harris, 1986).

Tabla 18. Número de especies encontradas en el ambiente comparándolo con el microcosmos control en la época lluvia.

Especies	Ambiente lluvia	Control lluvia	Ambiente y control lluvia
Bacillariophyta	16 (73%)	20 (63%)	69 (77%)
Pyrrophyta	3 (14%)	8 (25%)	12 (13%)
Cyanophyta	2 (9%)	2 (6%)	6 (7%)
Euglenophyta	0	0	3 (3%)
Chlorophyta	1 (5%)	0	0
Chromophyta	0	2 (6%)	0
TOTAL	22	32	90

En la figura 15 se observa que el grupo taxonómico Bacillariophyta tuvo un mayor porcentaje de abundancia para la época de lluvia, con proporciones superiores al 87% en el microcosmos control; en cambio en el ambiente presentó un 73%, seguido de los grupos Cyanophyta, Pyrrophyta.

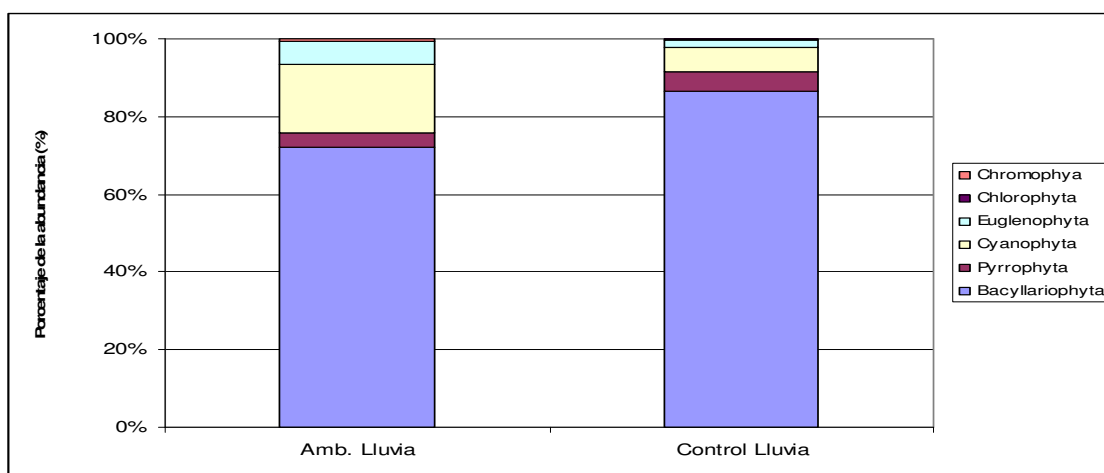


Figura 15. Valores porcentuales de los diferentes grupos taxonómicos encontrados en el ambiente y en los microcosmos control en lluvia.

8.3.2.2. Efecto del encierro sobre la abundancia

Prácticamente para los días en que trascurrieron los análisis de las muestras, se encontró una diferencia considerable entre las abundancias de las especies, al comparar el microcosmos control con el ambiente durante los cinco días de muestreo (Tabla 19). Se

evidenció una diferencia entre el microcosmos control y el ambiente para los diferentes días de muestreo, encontrándose que la especie *Cylindrotheca closterium* (Bacillariophyta), fue la especie dominante por su abundancia tanto en el microcosmos control (S-471.661 cél/L y LL-314.695 cél/L) como en el ambiente (S-312.295 cél/L y LL-2.073.047 cél/L). Esta especie es una de las más importantes, ya que tiene una amplia distribución a lo largo de las costas venezolanas, ya sea eurihalina o euritérmica, como reporta Spiniello (1996), denominándola especie cosmopolita.

Tabla 19. Especies que tuvieron variaciones significativas en su abundancia al compararse ambiente y control para la época de lluvia.

Grupo	ESPECIES	DIA	ABUNDANCIA (cél/L) AMBIENTE	ABUNDANCIA (cél/L) N ₀ P ₀
B	<i>Cylindrotheca closterium</i>	5	114.530 (7,5%)	97.626 (2,7%)
B	<i>Fragilaria crotonensis</i>	5	29.233 (1,9%)	56.176 (1,5%)
Cy	<i>Microcystis</i> sp.	3	37.632 (2,4%)	48.541 (1,9%)
B	<i>Navicula</i> sp. 3	5	4.090 (2,6%)	26.179 (0,7%)
B	<i>Fragilaria cappucina</i>	5	5.453 (0,35%)	22.361 (0,6%)
B	<i>Navicula distans</i>	5	0	17.998 (0,5%)
B	<i>Azpetia nodulifera</i>	5	0	15.271 (0,4%)
B	<i>Asthermphalus</i> sp.	5	3.272 (0,2%)	11.999 (0,3%)
B	<i>Thalassiosira</i> sp. 1	5	5.454 (0,35%)	9.926 (0,2%)

Para el 5to. día de estudio, se observó que las abundancias totales de las especies *Cylindrotheca closterium* (LL: 216.032,10 cél/L y en S: 159.692 cél/L); *Cocconeis* sp. (LL: 71.123,06 cél/L y S: 11.562,40 cél/L), *Fragilaria crotonensis* (LL: 71.884,60 cél/L y S: 3.054,2 cél/L) y *Chaetoceros* sp. 9 (LL: 30.653,4 y S: 33.814,75 cél/L), todas del grupo Bacillariophyta, fueron las más abundantes y se observaron en todos los ambientes tanto natural como con encierro para la época de lluvia.

Se encontró que existen ciertas especies que fueron beneficiadas en los microcosmos más que en el ambiente, a pesar de que en el ambiente también fueron localizadas pero no tuvieron las mismas abundancias totales expresada en cél/L; estas fueron: Bacillariophyta: *Navicula directa* (40.035 cél/L), *Navicula* sp. 1 (65.233 cél/L), *Navicula fulva* (22.800

cél/L), *Navicula* sp. 2 (22.910 cél/L), *Navicula* sp. 3 (46.470 cél/L); *Thalassiosira* sp. 1 (26.509 cél/L), T. sp. 2 (20.290 cél/L), T. sp. 5 (2.401 cél/L). Entre las Pyrrophyta, tenemos: *Dinophysis caudata* (58.796 cél/L), *Gymnodinium* sp. (18.765 cél/L), *Oxytoxum sceptrum* (24.874 cél/L), *Prorocentrum emerginatum* (13.420 cél/L), *P. lima* (12.220 cél/L). Entre las Cyanophyta, *Anabaena* sp. 1 (129.883 cél/L), *Chroococcus* sp. (17454 cél/L), *Merismopedia glauca* (38.834 cél/L), *Microcystis* sp. (122.935 cél/L), *Oscillatoria* sp. 2 (32.618 cél/L) y de las Euglenophyta, *Euglena* sp. 2 (5.094 cél/L) y E. sp. 3 (24.327 cél/L).

Hay ciertas especies dentro de los grandes grupos que se verán beneficiadas por el encierro, como se dijo anteriormente y lo podemos observar por la abundancia obtenida. Este aumento se debe a que ciertas especies sometidas a variables fisicoquímicas cambiantes se verán beneficiadas dentro del microcosmos, debido a que están en ambientes cerrados, no hay entrada de nutrientes ni herbivoría que influyan sobre ellos. Todo lo antes explicado lo demuestran investigaciones realizadas por Havens y De Costa, 1986 y González y Ortaz, 1998, en sus respectivos trabajos de investigación, además, ellos realizaron análisis del nitrógeno y el fósforo dentro de los microcosmos y evidenciaron que al medirse y compararse con el ambiente después de 7 días de incubación no arrojaron cambios.

Clavero y col. (2000), Graham (1998) y Malone (1977), también corroboraron en sus investigaciones, que el grupo taxonómico Bacillariophyta y las especies que la conforman fueron sensibles a las variaciones de salinidad, pero como están en ambientes cerrados (microcosmos), los cambios de salinidad no fueron tan marcados, fueron más bien los microcosmos control relativamente estables en comparación con el ambiente.

8.3.2.3. Efecto del encierro sobre la abundancia total para cada grupo taxonómico

Los porcentajes de las abundancias que se observó para cada grupo, cada día y entre el ambiente y el microcosmos control se evidenció que estos grandes grupos obtuvieron una variación en su abundancia, siendo las Bacillariophyta (la de mayor abundancia), Pyrrophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Chlorophyta, Chromophyta, estos grupos se encuentran colocados según su abundancia de mayor a menor.

Se encontró que las variaciones de la abundancia, fueron mayores en los controles que en el ambiente, esto lo podemos ver cuando comparamos los diferentes valores porcentuales encontrados en el ambiente con los encontrados en el microcosmos control.

En la figura 16, observamos como la abundancia total para los diferentes grupos taxonómicos fue muy marcada al comparar el ambiente con el microcosmos control. Para el grupo Cyanophyta la abundancia observada fue alto para el microcosmos control que en el ambiente en lluvia debido a que es un grupo de agua dulce y para la época de lluvia los caudales de agua dulce que entran y llegan a la boca del Golfete es mayor que en sequía.

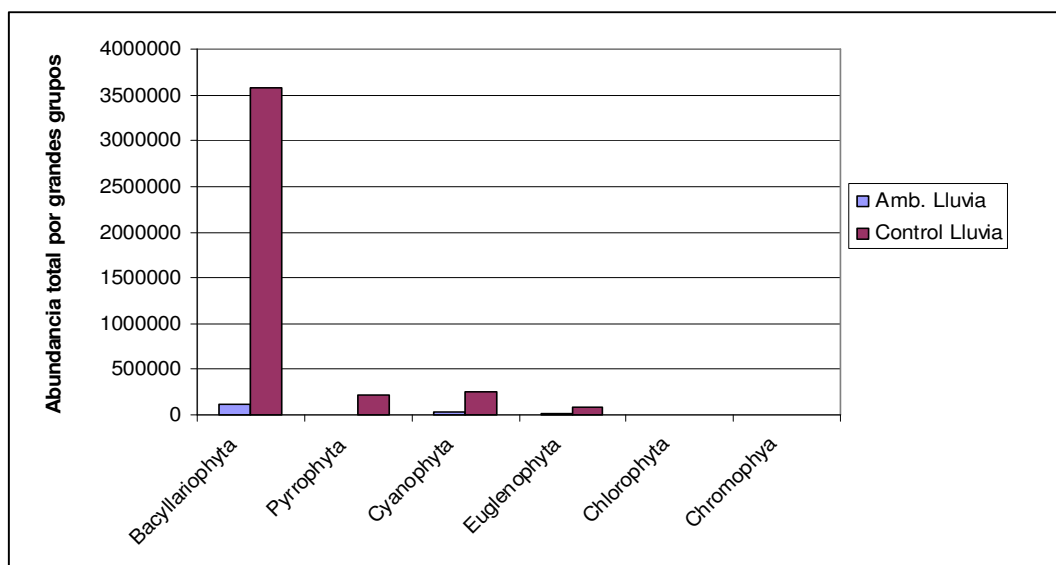


Figura 16. Abundancia total en lluvia comparando ambiente y control (N_0P_0).

Al observar los grandes grupos vemos que las Bacillariophyta y las Pyrrophyta son las que tienen la tendencia de aumentar su abundancia dentro del microcosmos control (N_0P_0). Mientras que las Chromophyta y las Euglenophyta desaparecen.

Trabajos como el de Carpenter (1996) y el de Schindler (1998), proponen que el uso de microcosmos en los ensayos, no se puede tomar para hacer comparaciones con lo que sucede con el ambiente. Esto se debe a que en estos sistemas naturales las interacciones naturales, los depredadores nocturnos, entre otros, son diferentes. Bloesh y col. (1988), también concluyen que hay ciertas especies que cuando son sometidas a diferentes variables que interaccionan en la naturaleza son distintas bajo condiciones de encierro o controladas.

En cambio González y Ortaz (1998), en el embalse La Mariposa, obtuvieron que en los microcosmos sin N y P, la proporción de los grandes grupos presentes varió con respecto al ambiente, encontrando que las Pyrrophyta y las Euglenophyta disminuyeron su abundancia (este último grupo disminuyó hasta desaparecer).

8.3.2.4. Efecto del encierro sobre la biomasa del fitoplancton

Se obtuvo un mayor valor de la clorofila “a” al estudiar las muestras control; al compararla con el ambiente, se encontró que en el microcosmos sin N y P (N_0P_0) se obtuvo un valor de 5,920 $\mu\text{g/L}$ (Fig. 20). El ambiente tuvo un comportamiento similar al de las muestras control, siendo los valores de los días 2 y 4 de 2,960 $\mu\text{g/L}$ cada una (Fig. 17).

El hecho de que los valores obtenidos de clorofila “a” en el microcosmos sin N y P con respecto al ambiente fueron mayores, demuestra que hay una producción de nueva biomasa, esto se da cuando se encierra una muestra de agua, como se dijo anteriormente, no hay entrada de nutrientes y/o herbivoría que produzcan o influyan sobre los cambios en la comunidad fitoplanctónica que allí se encuentra. Este cambio, está motivado por los cambios de las variables que en el ambiente natural si ocurre (Harris, 1986; Bloesh y col., 1988).

Margalef (1983) señala que la importancia del estudio de los pigmentos en los sistemas planctónicos es buena, porque ellos nos pueden reflejar cómo es el estado fisiológico de las poblaciones de fitoplancton.

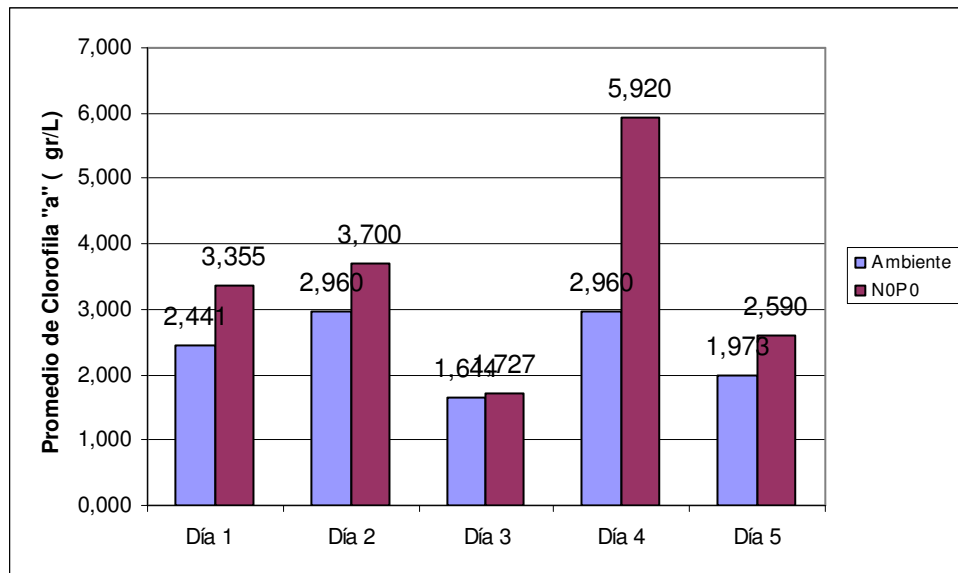


Figura 17. Promedio de la clorofila “a” durante los cinco días de muestreo para la época de lluvia, comparando ambiente y microcosmos control (N_0P_0).

Para confirmar en realidad que no hubo cambios significativos entre las especies encontradas e identificadas en el ambiente y en el microcosmos control, se aplicó a los datos

la Prueba *t* de Student, donde $p = 0,379$, por lo que se concluyó que no hubo diferencias significativas entre el ambiente y el microcosmos control.

8.3.3. Estructura comunitaria

Los cambios en la estructura comunitaria se estudiaron con un análisis de correspondencia, donde el porcentaje de inercia acumulado fue de 29,84% (Tabla anexa A7) hasta el tercer eje de correspondencia (Figura 18).

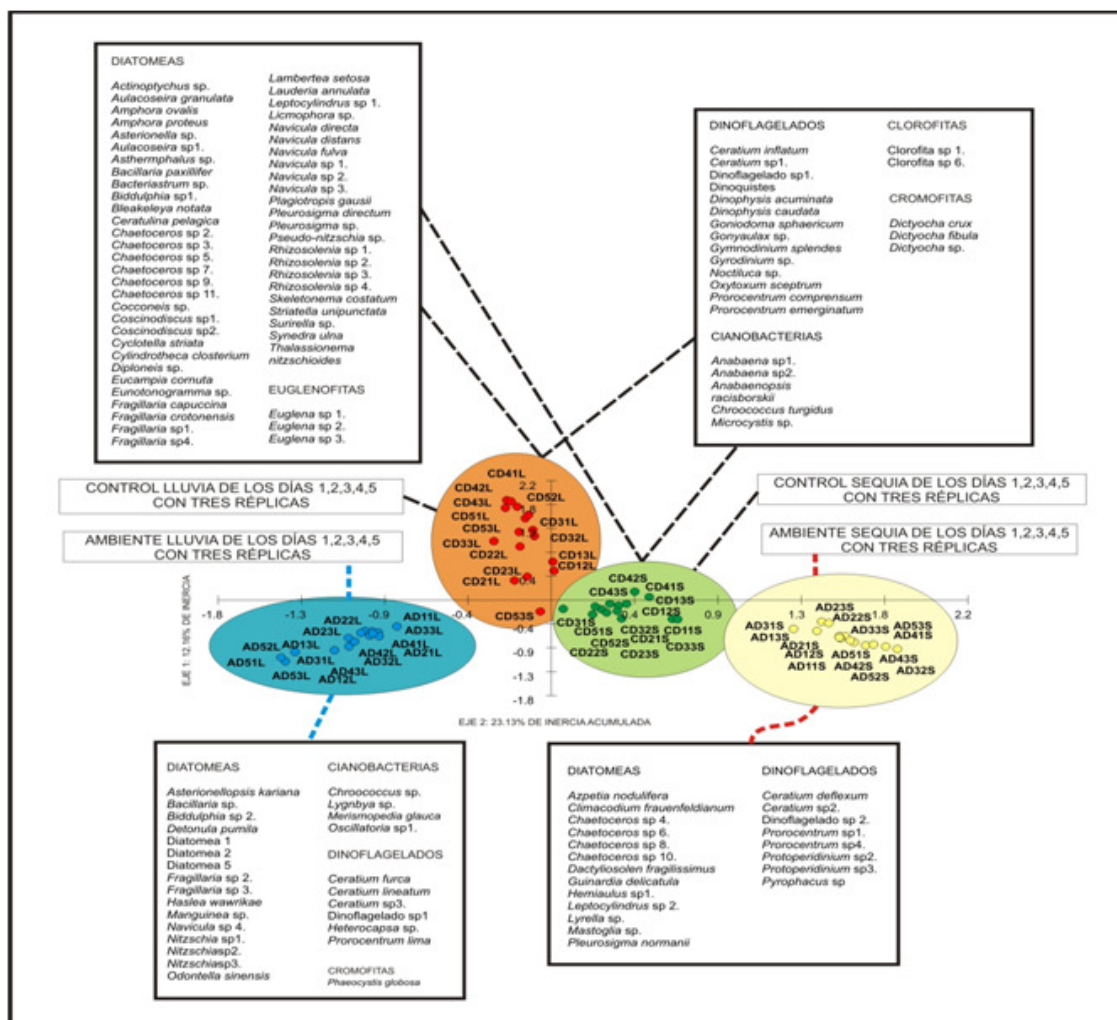


Figura 18. Ubicación de las especies en el primer y segundo eje de correspondencia. Se muestra la lista de especies encontradas, ordenadas por grandes grupos taxonómicos, en el ambiente durante los dos épocas (sequía y lluvia) comparándolas con el control (sequía y lluvia), con una inercia acumulada para el tercer eje de 29,84%.

Al comparar el ambiente con el microcosmos control para el primer día, se observó que las variaciones fueron parecidas entre sí. Para el día dos, se percibió una variación de la composición en las muestras, lo que indica que varió la estructura comunitaria. Para los otros días, la variación pudo estar asociada a ciertas especies en el microcosmos control que fueron favorecidas con el encierro.

Luego de realizar el análisis de correspondencia a las muestras ambiente y microcosmos control, se puede señalar lo siguiente sobre la estructura de esta comunidad:

1. La composición relativa de especies del microcosmos (encierro) varió al transcurrir el tiempo, diferenciándose de la composición de especies del ambiente, además de variar para cada época (sequía y lluvia).
2. El encierro favoreció a ciertas especies, las cuales incrementaron sus abundancias para cada época (sequía y lluvia), y a su vez, desaparecieron otras especies debido al efecto del encierro. Al comparar los controles para ambas épocas (sequía y lluvia), se observa que al final del experimento se fueron diferenciando del ambiente.

8.3.4. Comparación entre las épocas de sequía y lluvia

Al comparar el microcosmos control para las dos épocas (sequía y lluvia) con el ambiente natural (figura 19), constatamos que el grupo de las Bacillariophyta dominó con respecto a los otros grupos, esto pudo significar que las especies representadas por este grupo y que fueron identificadas, nos indica que el ambiente dentro del microcosmos fue estable, al menos con respecto a la salinidad y herbivoría. Los valores del ambiente que se tomaron tampoco dieron una variación significativa de la salinidad durante los cinco días de investigación. A este grupo le fueron en orden, las Cyanophyta, Pyrrophyta, Euglenophyta, Chromophyta y Chlorophyta.

Se puede concluir, al comparar el ambiente natural y el microcosmos control en ambas épocas (sequía y lluvia), que:

1. Son parecidos ya que comparten las mismas especies de fitoplancton.
2. En las muestras del ambiente se encontró una composición distinta para ambas épocas (sequía y lluvia).
3. Al comparar ambas épocas, se encontró que el encierro favoreció el cambio en la comunidad fitoplanctónica con respecto al ambiente.

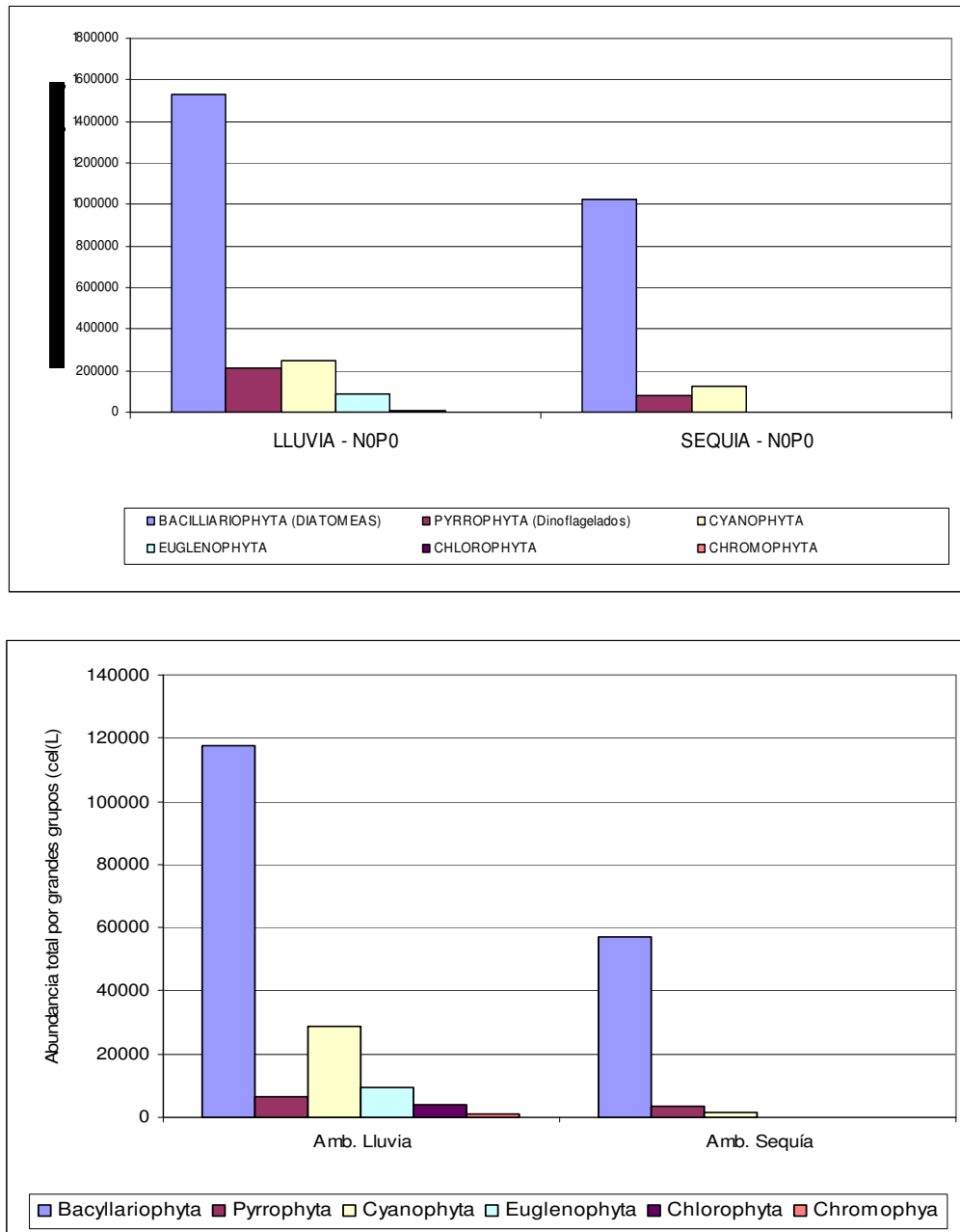


Figura 19. Abundancia por grandes grupos durante los días de muestreo comparando microcosmos control (N_0P_0) para las dos épocas (sequía y lluvia).

Capítulo IV

8.4. Efecto del enriquecimiento con nutrientes

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos al enriquecer el medio con nitrógeno y fósforo; se registraron los efectos de estos nutrientes sobre la abundancia y la

estructura comunitaria del fitoplancton. También se presentarán los resultados relativos al tiempo de respuesta del fitoplancton al enriquecerse el medio con N y P (objetivos 2, 3 y 5).

8.4.1. Época de sequía

8.4.1.1. Efecto del enriquecimiento sobre la riqueza de especies

Se identificó un total de 148 especies pertenecientes a 6 grandes grupos taxonómicos. La tabla 20 muestra el número de especies presentes de los cuales, 105 especies (71%) son Bacillariophyta, 28 especies (19%) son Pyrrophyta, 7 especies (8%) son Cyanophyta, Euglenophyta 3 especies (2%), 4 especies (3%) son Chromophyta y 1 especie (0,6%) de Chlorophyta.

Tabla 20. Total de especies fitoplanctónicas presentes en el ambiente natural para la época de sequía.

Grandes grupos	Sequía			Total de especies
	Control	Tratamiento	Cont/Trat	
Bacillariophyta	24 (77,4%)	21 (58%)	83 (76%)	105 (71%)
Pyrrophyta	2 (6,4%)	9 (24%)	19 (17,4%)	28 (19%)
Cyanophyta	3 (9,6%)	1 (3%)	6 (6%)	7 (5%)
Euglenophyta	0	3 (8%)	0	3 (2%)
Chromophyta	0	3 (8%)	1 (1%)	4 (2,7%)
Chlorophyta	2 (6,4%)	0	0	0
TOTAL	31 (100%)	38 (100%)	109 (100%)	147 (100%)

En la tabla 21 se encuentran las especies que se identificaron para la época de sequía según su ambiente en los microcosmos.

Tabla 21. Representación del número de especies encontradas en la época de sequía según el ambiente al que pertenecen.

Sistema	Sequía	
	Control	Tratamiento
M	103 (71%)	118 (80%)
M-AD-E	9 (6%)	9 (6%)
M-E	7 (4%)	1 (0,7%)
AD	23 (15%)	20 (14%)
AD-E	2 (1%)	0
M-AD	0	0
TOTAL	144	148

Del total de especies cél/L identificadas en el microcosmos control para la época de sequía fue de 144 especies, de los cuales: 103 especies (71%) fueron característicos de ambientes marinos; 9 especies (6%) son marino-agua dulce-estuarino; 7 especies (4%) son marino-estuarino; 23 especies (15%) son dulceacuícolas, 2 especies (1%) son agua dulce estuarino.

En cambio, para el microcosmos control (N_0P_0), el total de especies identificadas para la época de sequía fue de 144 especies, de las cuales 133 especies fueron las más representativas compartidas entre los grupos Bacillariophyta y Pyrrophyta, donde: 118 especies (80%) fueron característicos de ambientes marinos; 9 especies (6%) son marino-agua dulce-estuarino; 1 especies (0,7%) marino-estuarino; 20 especies (14%) dulceacuícolas.

En la tabla 20 se muestran las especies que estuvieron presentes tanto en el microcosmos control (N_0P_0) como en el microcosmos con tratamiento (N_1P_1). La figura 20 muestra la Riqueza total encontrada en el microcosmos control y en el microcosmos con tratamiento. En sequía el microcosmos con tratamiento (N_1P_1) fue el que tuvo mayor riqueza (148 cél/L), le siguió el microcosmos control (144 cél/L).

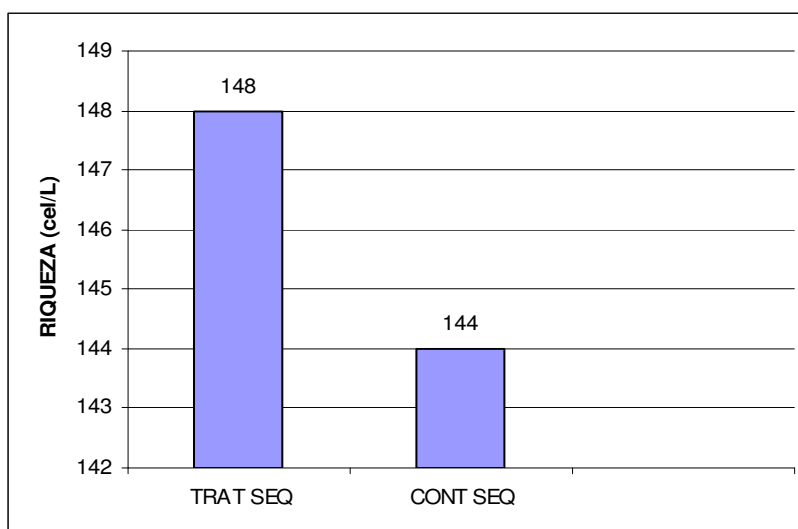


Figura 20. Riqueza total de especies encontradas en el microcosmos control y con tratamiento para la época de sequía.

A continuación encontramos la tabla 22 que muestra la lista de especies discriminadas por grupo taxonómico, indicando su origen, presencia para cada época de estudio según clasificación taxonómica con que fueron identificadas para cada grupo.

Tabla 22. Lista de especies en el microcosmos control (N₀P₀) y microcosmos tratamiento (N₁P₁), en la época de sequía y lluvia. Grupo B (diatomeas), Py (Dinoflagelados), Cy (cianobacterias), Eu (Euglenophyta), Chl (Chlorophyta), Chr (Chromophyta); ambiente de origen de las especies M: marino, AD: agua dulce, E: estuarino; y presencia (x).

Especie	Grupo	Sistema	Sequía		Lluvia	
			Control	Tratamiento	Control	Tratamiento
<i>Actinopterychus</i> sp.	B	M	x	x	x	x
<i>Ambroseira</i> sp.	B	AD		x	x	x
<i>Amphora</i> sp. 1	B	AD	x	x	x	x
<i>Amphora</i> sp. 2	B	AD	x	x	x	x
<i>Anabaena</i> sp. 1	Cy	AD	x	x	x	x
<i>Anabaena</i> sp. 2	Cy	AD	x		x	
<i>Asterionella</i> sp.	B	M		x	x	x
<i>Asterionellopsis kariana</i>	B	M	x			
<i>Asthermphalus hookeri</i>	B	M			x	
<i>Aulacoseira</i> sp.	B	M-E		x	x	x
<i>Azpeitia</i> sp.	B	M	x		x	
<i>Bacillaria paxillifer</i>	B	M		x	x	x
<i>Bacillaria</i> sp.	B	M	x	x	x	x
<i>Bacteriastrium</i> sp.	B	M	x	x	x	x
<i>Biddulphia</i> sp. 1	B	M	x		x	
<i>Biddulphia</i> sp. 2	B	M			x	
<i>Bleakeleya notata</i>	B	M		x	x	x
<i>Bumillariopsis breve</i>	B	M		x	x	x
<i>Ceratium deflexum</i>	P	M		x		x
<i>Ceratium furca</i>	P	M	x	x	x	x
<i>Ceratium lineatum</i>	P	M	x	x	x	x
<i>Ceratium minitum</i>	P	M	x	x	x	x
<i>Ceratium seriocanthus</i>	P	M	x	x	x	x
<i>Ceratium</i> sp. 1	B	M	x	x	x	x
<i>Ceratium tripos</i>	P	M	x	x	x	x
<i>Climacodium</i> sp.	B	M	x	x		x
Clorofita sp 1	Chl	AD		x		
<i>Cocconeis dirupta</i>	Cy	AD	x	x		x
<i>Cocconeis</i> sp.	B	M	x	x	x	x
<i>Coscinodiscus</i> sp. 1	B	M	x	x	x	x
<i>Coscinodiscus</i> sp. 2	B	M	x	x	x	x
<i>Cyclotella striata</i>	B	M	x	x	x	x
<i>Cylindrotheca closterium</i>	B	M	x	x	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 1	B	M		x	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 2	B	M	x	x		x

Tabla 22. (Continuación)

Especie	Grupo	Sistema	Sequía		Lluvia	
			Control	Tratamiento	Control	Tratamiento
<i>Chaetoceros</i> sp. 3	B	M	x	x	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 4	B	M	x	x	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 5	B	M	x	x	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 6	B	M	x	x	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 7	B	M	x	x	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 8	B	M	x	x	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 9	B	M	x	x	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 10	B	M	x	x	x	x
<i>Chaetoceros</i> sp. 11	B	M	x	x	x	x
<i>Chroococcus</i> sp.	Cy	AD	x	x	x	x
<i>Chroococcus turgidis</i>	Cy	AD	x	x	x	x
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	B	M		x	x	x
<i>Detonula pumila</i>	B	M		x	x	x
<i>Diatomea</i> sp. 1	B	M	x		x	x
<i>Diatomea</i> sp. 2	B	M	x	x	x	x
<i>Dictyocha crux</i>	CHR	M		x	x	
<i>Dictyocha fibula</i>	CHR	M		x	x	x
<i>Dictyocha</i> sp.	CHR	M		x		x
Dinoflagelado sp. 1	P	M		x	x	x
Dinoflagelado sp. 2	P	M	x		x	x
<i>Dinophysis acuminata</i>	P	MM		x	x	x
<i>Dinophysis caudata</i>	P	M		x	x	
<i>Diploneis</i> sp.	B	M-AD-E	x	x		x
<i>Eucampia cornuta</i>	B	M	x	x		x
<i>Euglena</i> sp. 1	E	AD		x	x	
<i>Euglena</i> sp. 2	E	AD		x	x	
<i>Euglena</i> sp. 3	E	AD		x	x	
<i>Eutonogramma debile</i>	B	M		x	x	x
<i>Eutreptiella marina</i>	B	M	x	x	x	x
<i>Fragilaria capuccina</i>	B	M	x		x	x
<i>Fragilaria crotonensis</i>	B	M-AD-E	x	x	x	x
<i>Fragilaria doble</i>	B	M-AD-E	x	x	x	
<i>Fragilaria lunula</i>	B	M-AD-E	x	x	x	x
<i>Fragilaria pinnata</i>	B	M-AD-E	x	x	x	x
<i>Fragilaria</i> sp.	B	M-AD-E	x	x		x
<i>Fragilariopsis curta</i>	B	M-AD-E	x	x		x
<i>Fragilariopsis pseudonana</i>	B	M	x	x		x
<i>Gomphonema</i> sp.	B	AD		x		x

Tabla 22. (Continuación)

Especie	Grupo	Sistema	Sequía		Lluvia	
			Control	Tratamiento	Control	Tratamiento
<i>Goniodoma sphaericum</i>	P	M		x	x	x
<i>Gonyaulax scripsae</i>	P	M		x	x	x
<i>Gossleriella tropica</i>	B	M		x	x	x
<i>Guinardia delicatula</i>	B	M	x	x		x
<i>Guinardia striata</i>	B	M	x	x	x	x
<i>Gymnodinium spirale</i>	P	M	x	x	x	x
<i>Gymnodinium splendens</i>	P	M	x	x	x	x
<i>Gyrosigma tenuissimum</i>	B	M	x	x	x	x
<i>Haslea trompi</i>	B	M	x	x		x
<i>Haslea waweikae</i>	B	M	x	x	x	x
<i>Helicotheca tamesis</i>	B	M		x		x
<i>Hemiaulus</i> sp. 1	B	M	x	x	x	x
<i>Hemiaulus</i> sp. 2	B	M	x	x	x	x
<i>Heterocapsa</i> sp	P	M	x	x	x	x
<i>Lambertea setosa</i>	B	M		x	x	x
<i>Lauderia annulata</i>	B	M	x	x	x	x
<i>Leptocylindrus minimus</i>	B	M	x	x	x	x
<i>Leptodanicus danicus</i>	B	M		x	x	x
<i>Licmophora</i> sp.	B	M		x	x	x
<i>Lyngbya</i> sp.	Cy	M-AD-E	x	x	x	x
<i>Lyrella</i> sp.	B	M	x	x	x	x
<i>Manguinea rigida</i>	B	M	x	x	x	x
<i>Merismopedia glauca</i>	Cy	AD	x	x	x	x
<i>Navicula</i> sp. 1	B	M	x	x	x	x
<i>Navicula</i> sp. 2	B	M	x	x	x	x
<i>Navicula</i> sp. 3	B	M	x	x	x	x
<i>Navicula</i> sp. 4	B	M	x	x	x	x
<i>Navicula</i> sp. 5	B	M	x	x		x
<i>Nitzschia</i> sp. 1	B	M	x	x	x	x
<i>Nitzschia</i> sp. 2	B	M	x		x	x
<i>Noctiluca</i>	P	M	x	x		x
<i>Odontella sinensis</i>	B	M	x	x	x	
<i>Oxytoxum</i> sp.	B	M	x		x	x
<i>Phaeocystis</i> sp.	B	M		x		x
<i>Plagiotropis gausii</i>	B	M		x	x	x
<i>Pleurosigma directum</i>	B	M	x	x	x	
<i>Pleurosigma normanii</i>	B	M	x	x	x	
<i>Pleurosigma</i> sp.	B	M	x	x	x	x

Tabla 22. (Continuación)

Especie	Grupo	Sistema	Sequía		Lluvia	
			Control	Tratamiento	Control	Tratamiento
<i>Proboscia alata</i>	B	M	x		x	x
<i>Prorocentrum batticum</i>	P	M	x	x	x	x
<i>Prorocentrum belizeanum</i>	P	M	x	x	x	x
<i>Prorocentrum compressum</i>	P	M	x	x	x	x
<i>Prorocentrum emerginatum</i>	P	M	x	x	x	x
<i>Prorocentrum gracile</i>	P	M	x		x	x
<i>Prorocentrum lima</i>	P	M	x		x	x
<i>Prorocentrum rostratum</i>	P	M	x		x	
<i>Prorocentrum scutellum</i>	P	M	x		x	x
<i>Prorocentrum triestinum</i>	P	M	x	x	x	x
<i>Protoperidinium</i> sp. 1	P	M	x	x	x	x
<i>Protoperidinium</i> sp. 2	P	M	x	x	x	x
<i>Pseudonitzschia</i> sp.	B	M-E	x	x	x	x
<i>Pyrophacus</i> sp.	P	M	x	x	x	x
<i>Rhizosolenia</i> sp. 1	B	AD	x	x		x
<i>Rhizosolenia</i> sp. 2	B	AD	x	x	x	x
<i>Rhizosolenia</i> sp. 3	B	AD	x	x	x	
<i>Rhizosolenia</i> sp. 4	B	AD	x	x	x	x
<i>Rhizosolenia</i> sp. 5	B	AD	x	x	x	
<i>Skeletonema costatum</i>	B	M	x	x	x	
<i>Striatella unipunctata</i>	B	M	x		x	
<i>Surirella febigerii</i>	B	M	x	x		x
<i>Synedra ulna</i>	B	M-AD-E	x	x		x
<i>Thalassionema</i> sp	B	M	x	x	x	x
<i>Thalassiosira</i> sp.1	B	M	x	x	x	
<i>Thalassiosira</i> sp. 2	B	M	x	x	x	x
<i>Thalassiosira</i> sp. 3	B	M		x	x	x
<i>Thalassiosira</i> sp. 4	B	M		x	x	x
<i>Thalassiosira</i> sp. 5	B	M		x	x	x
<i>Thalassiosira</i> sp. 6	B	M	x	x	x	x
<i>Thalassiosira</i> sp. 7	B	M	x	x	x	x
<i>Thalassiosira</i> sp. 8	B	M	x	x		x
<i>Thalassiosira</i> sp. 9	B	M	x	x	x	
<i>Thalassiosira</i> sp. 10	B	M	x	x	x	x
<i>Thalassiothrix</i> sp.	B	M	x	x		
<i>Toxarium undulatum</i>	Cy	M	x	x		x
<i>Triceratium favus</i>	B	M	x	x	x	
<i>Xystonella lohmanii</i>	B	M	x	x		

En la Figura 21 se observa que no hubo una diferencia entre el microcosmos control y el de tratamiento cuando aplicamos el Índice de Shannon durante los cinco días que duró el estudio, esto se debió a que uno de los nutrientes esenciales, N y P, disminuirá en el tiempo, produciéndose una limitación de nutrientes en el medio, por lo tanto serían las especies mejor adaptadas a esta deficiencia de recurso la que dominaría el ambiente dentro de los cosmos con tratamiento (Tabla anexa A4).

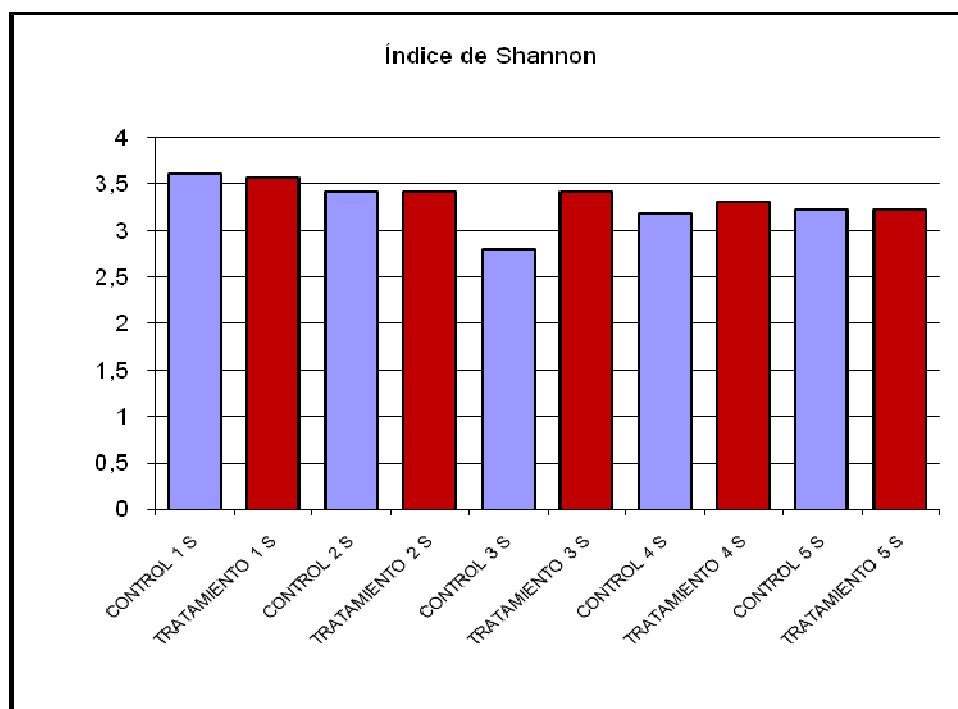


Figura 21. Índice de Equidad de Shannon a lo largo de los días (5) de estudio, comparando microcosmos control (N₀P₀) y tratamiento (N₁P₁).

En la figura 22 se muestra la riqueza durante los cinco días de estudio para el microcosmos control (N₀P₀) y para el microcosmos con tratamiento (N₁P₁), hubo poca variación para los días: 1 (6 especies), 2 (4 especies), 4 (7 especies) y día 5 (9 especies). Una menor dilución de los nutrientes en el sistema durante la época de sequía podría explicar la poca variación en la riqueza.

El microcosmos es un sistema aislado sin entrada de especies ni nutrientes, por tanto, las fluctuaciones en las abundancias de las especies estarán amortiguadas en el tiempo. En el microcosmos con tratamiento, el aporte de nutrientes y su disponibilidad en el medio

disminuye la competencia por recursos para algunas especies especialistas. Las especies que se benefician mostrarán mayor abundancia, por ejemplo, *Cylindrotheca closterium*, *Prorocentrum micans*, entre otros.

Al 2do. día se encontró una mayor abundancia de especies (N_0P_0 : 67 cel/L y N_1P_1 : 71 cel/L); para disminuir el día 3 (N_0P_0 : 7 cel/L y N_1P_1 : 52 cel/L); el día 4 N_0P_0 tiene un repunte en la abundancia para llegar a 60 cel/L y N_1P_1 a 67 cel/L, para tener al final del quinto día una pequeña disminución, N_0P_0 52 cel/L y N_1P_1 61 cel/L.

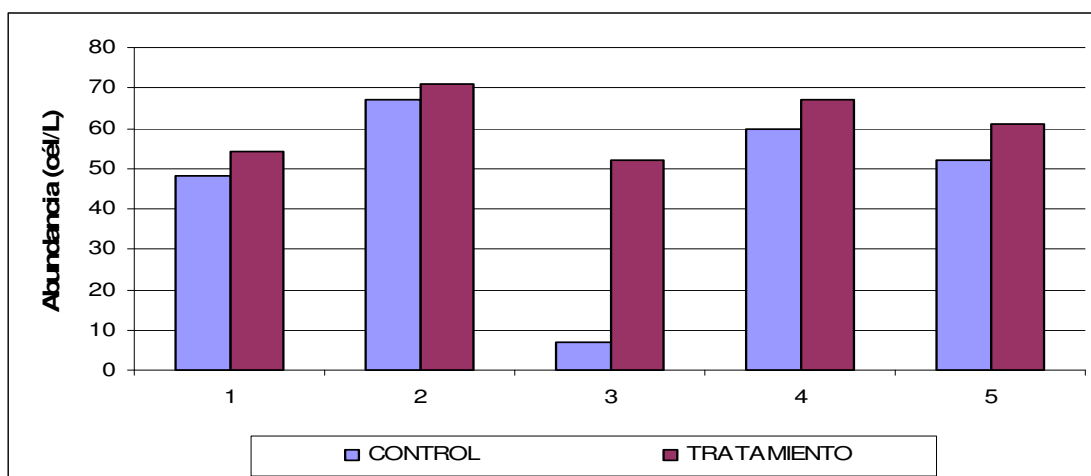


Figura 22. Abundancia de especies para cada día de muestreo en la época de sequía, comparando los microcosmos control (N_0P_0) y con tratamiento (N_1P_1).

8.4.1.2. Efecto del enriquecimiento sobre la abundancia

Las especies más representativas en abundancia total que estuvieron presentes para la época de sequía en el microcosmos control (N_0P_0) y tratamiento (N_1P_1) fueron (Fig. 23): *Cylindrotheca closterium* (C: 104.898 cél/L y en T: 155.838 cél/L), *Fragilaria crotonensis* (C: 27.488,125 cél/L y T: 30.687 cél/L), *Prorocentrum compressum* (C: 12.944 cél/L y T: 50.285 cél/L) y *Microcystis* (C: 48.795 cél/L y T: 135.077 cél/L), (donde C= Control y T= Tratamiento), indicando que con la respuesta del grupo Bacillariophyta en el microcosmos con tratamiento no había saturación de nutrientes en el medio.

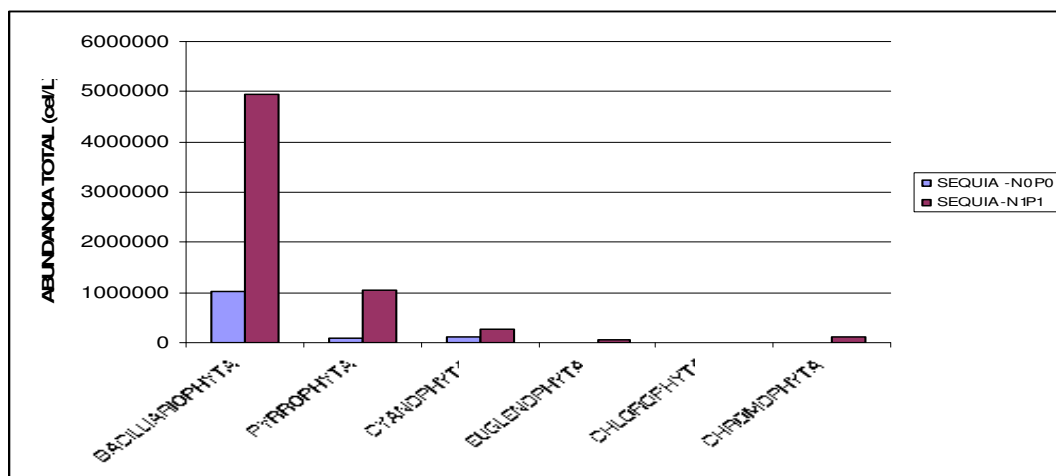


Figura 23. Abundancia total (cél/L) encontrada en los microcosmos control (N_0P_0) y tratamiento (N_1P_1) para cada uno de los grandes grupos taxonómicos para la época de sequía.

Otras especies no reaccionaron de la misma manera y no fueron observadas para la época de sequía, pero sí para la época de lluvia, estas fueron *Bacillaria paxilifer*, *Bleakeleya notata*, *Bumillariopsis breve*, *Chaetoceros* sp. 1, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Dictyocha fibula*, *Dictyocha* sp., Dinoflagelado sp.1, *Gomphonema* sp. 3, *Helicotheca tamesis*, *Striatella unipunctata*. Las especies del grupo Euglenophyta, no fueron visualizadas por su baja abundancia en las muestras colectadas.

Se encontraron especies que reaccionaron en forma positiva a los nutrientes (*Cylindrotheca closterium*, *Fragilaria crotonensis*, *Prorocentrum micans* y *Microcystis*) que podemos relacionarlos con otros trabajos realizados en Venezuela, como los trabajos de Spiniello (1997) y Gutiérrez (1997), en los que *Cylindrotheca closterium* fue la especie que presentó mayor abundancia.

El grupo fitoplanctónico Euglenophyta (*Euglena* sp. 1, *Euglena* sp. 2 y *Euglena* sp. 3), fueron encontradas en el microcosmos control (N_0P_0), en cambio sucedió lo opuesto en los microcosmos con tratamiento (N_1P_1). Esto coincide con el trabajo realizado por González y Ortaz (1998), donde estas especies que desaparecieron cuando experimentalmente se le agregó nutrientes al medio pudo ser debido a la conducta que tienen estas especies cuando se encuentran en condiciones ambientales favorables se pueden encontrar más fácilmente, pero esto no sucede cuando se controla a través de microcosmos (Bloesch, 1988), reflejando por lo tanto una disminución en su abundancia (Fig. 24).

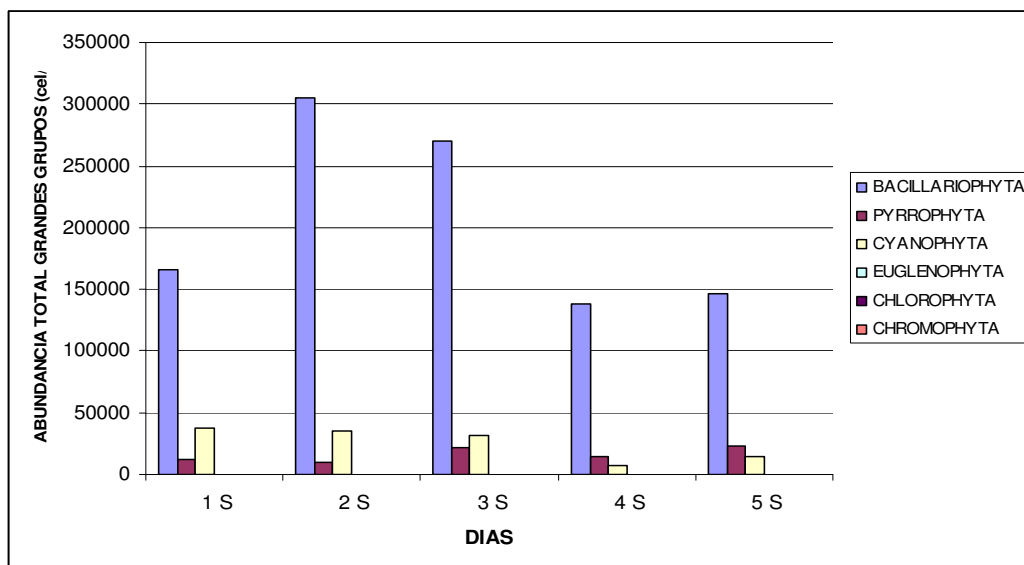


Figura 24. Abundancia total por grandes grupos taxonómicos durante los cinco días de estudio para la época de sequía.

Se puede concluir que la respuesta de las especies para la época de sequía con tratamiento (N_1P_1) y sin tratamiento (N_0P_0), es la siguiente:

- 1.- Las especies que reaccionaron al enriquecimiento con nutrientes (N y P) fueron: *Cylindrotheca closterium* (día 5: 37.740 cél/L), *Coscinodiscus* sp. 1 (día 4: 16.361 cél/L), *Fragilaria* sp. 1 (día 4: 1.527 cél/L), *Fragilaria crotonensis* (día 5: 9.270 cél/L), *Odontella sinensis* (día 3: 2.178 cél/L), *Prorocentrum micans* (día 1: 5.235 cél/L) y *Microcystis* (día 3: 9.271 cél/L).
- 2.- Especies cuya respuesta fue mayor en el microcosmos control que en el microcosmos con tratamiento, fueron: *Bacillaria paxillifer* (día 3: 5.781 cel/L), *Coscinodiscus* sp. 1 (día 2: 35.232 cél/L), *Coscinodiscus* sp. 2 (día 1: 52.067 cél/L), *Chaetoceros* sp. 4 (día 1: 17.889 cél/L), *Diploneis* sp. (día 2: 10.362 cél/L), *Fragillariopsis* sp. 1 (día 1: 981 cél/L), *Hemiaulus* sp. 2 (día 4: 28.300 cél/L), *Navicula directa* (día 4: 81.809 cél/L), *Navicula distans* (día 4: 53.128 cél/L), *Nostoc* sp. (día 2: 62.175 cél/L), *Thalassionema nitzschioides* (día 4: 15.489 cél/L), *Prorocentrum* sp. 5 (día 5: 123.587 cél/L), quizás esto se deba a los bajos coeficientes de saturación que tienen las Bacillariophyta (diatomeas) con respecto a otros grupos.

- 3.- Especies que no reaccionaron o su abundancia no se vio reflejada en un aumento, fueron: *Chaetoceros* sp. 9 y sp.10, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Dinophysis acuminata*, *Fragilaria* sp. 3, *Fragillariopsis* sp. 2, *Gyrosigma* sp., *Haslea wawriake*, *Rhisozolenia* sp. 3, *Thalassiosira* sp. 1 y sp. 9, *Triceratium favus*, *Oxytoxum* sp., *Prorocentrum scutellum* y las Euglenophyta. Se debe indicar que el hecho de que una especie “no aparezca” es probable que estén presentes pero con una abundancia tan baja que no es posible su detección en el muestreo realizado.

Las abundancias de todas las especies en el microcosmos control para la época de sequía es de 856.063 cél/L, en el microcosmos con tratamiento (N₁P₁) fue de 1.426.182 cél/L, donde la especie *Cylindrotheca closterium* (B) fue la especie dominante con una abundancia para N₀P₀ de 104.898 cél/L y para N₁P₁ de 155.838 cél/L. Por lo tanto, las especies del área estudiada se vieron estimuladas, cambiaron un poco la estructura comunitaria dentro del microcosmos con tratamiento a 25).

En la tabla 23 se puede observar cómo aumentaron o disminuyeron ciertas especies, tomándose las más relevantes (ver flechas dentro de la tabla), fueron *Cylindrotheca closterium* y la *Fragilaria crotonensis* del grupo taxonómico Bacillariophyta (Diatomea), *Prorocentrum compressum* y *Microcystis* sp. del grupo taxonómico Pyrrophyta (Dinoflagelado). Se constató que estas especies tuvieron un mismo comportamiento en ambos microcosmos con y sin tratamiento para la época de sequía. En el microcosmos control todas disminuyeron y en el microcosmos con tratamiento aumentaron.

Tabla 23. Especies que presentaron respuesta a la adición de nutrientes en sequía, ↑ aumento abundancia, ↓ disminución de la abundancia.

Especies	Grupo	N₀P₀	N₁P₁
<i>Cylindrotheca closterium</i>	B	↓	↑
<i>Fragilaria crotonensis</i>	B	↓	↑
<i>Prorocentrum compressum</i>	Py	↓	↑
<i>Microcystis</i> sp.	Cy	↓	↑

Se aplicó la prueba estadística *t* de Student al microcosmos control y microcosmos con tratamiento para la época de sequía, arrojando valores de $p = 0,103$, lo que indicó que no hubo diferencias significativas entre los microcosmos.

8.4.2. Época de Lluvia

8.4.2.1. Efecto del enriquecimiento sobre la riqueza de especies

Se identificaron 144 especies, de las cuales 22 especies fueron en el ambiente, 32 especies en el microcosmos control y 90 especies se expresaron en ambos ambientes, natural y microcosmos (Tabla 24).

Tabla 24. Comparación número de especies presentes tanto en el ambiente como en el microcosmos control para la época de lluvia.

Grandes grupos	Lluvia			Total de especies
	Control	Tratamiento	Cont/Trat.	
Bacillariophyta	20 (63%)	33 (72%)	72 (73%)	105 (71%)
Pyrrophyta	8 (25%)	7 (15,2%)	21 (21%)	28 (19%)
Cyanophyta	2 (6%)	3 (7%)	4 (4%)	7 (5%)
Euglenophyta	0	0	0	3 (2%)
Chromophyta	0	2 (4%)	2 (2%)	4 (0,6%)
Chlorophyta	2 (6%)	1 (2%)	0	1 (0,6%)
Total	32 (100%)	46 (100%)	99 (100%)	148

En el microcosmos control se encontraron 90 especies (63%) aparecen en ambas épocas (sequía y lluvia) y 32 especies (22%) aparecen solamente en lluvia.

En cambio en el microcosmos con tratamiento se encontraron 145 especies (99%) en ambas épocas (sequía y lluvia); 46 especies (31%) sólo en lluvia; esto indica que en el encierro, usando microcosmos, alteró la comunidad fitoplanctónica que se encuentra presente en ellos, ya que el número de especies encontradas varió en su abundancia.

En la figura 25 se muestran las especies presentes para el microcosmos control (N_0P_0) y para el microcosmos con tratamiento (N_1P_1); el cual estuvo representada de la siguiente forma: en el microcosmos control se observaron 90 especies y en el microcosmos tratamiento 145 especies.

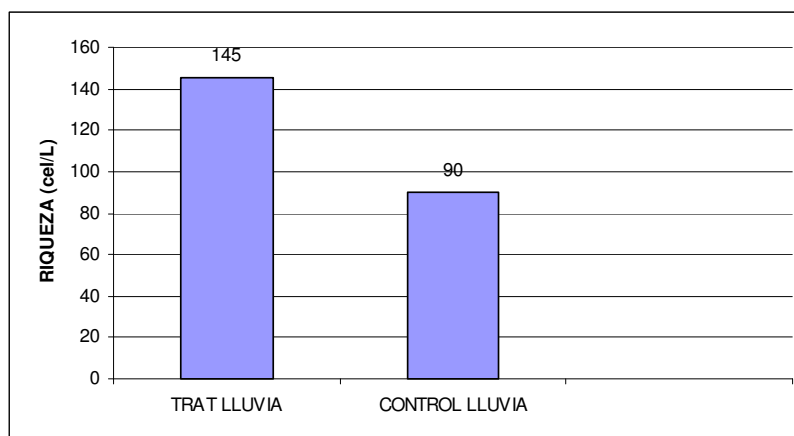


Figura 25. Variación de la riqueza tomando todas las especies presentes en el microcosmos control y tratamiento.

La tabla 25 muestra para la época de lluvia cuales fueron las especies y las variaciones entre los diferentes sistemas. Cuando se compara el microcosmos control con el microcosmos con tratamiento, se observa que hubo una pequeña diferencia en número de especies. También se observó esa pequeña diferencia entre los diferentes sistemas presentes.

Tabla 25. Representación del número de especies encontradas según su origen, para la época de lluvia.

Sistema	Lluvia	
	Control	Tratamiento
M	103 (71%)	123 (83%)
M-E	7 (4%)	1 (0,7%)
M-AD	0	0
M-AD-E	9 (6%)	7 (5%)
AD	23 (15%)	14 (9%)
TOTAL	144	148

En la figura 26, se compararon los microcosmos control y tratamiento para la época de lluvia, se observó que la riqueza varió. La composición de especies fue mayor para el día 2, en los microcosmos con tratamiento (N_1P_1) y microcosmos control (N_0P_0). El día 3 se observó una disminución en ambos microcosmos con y sin tratamiento, sobre todo para la riqueza en el microcosmos control, donde la riqueza fue de 7 especies., pero al compararla con el microcosmos tratamiento la diferencia fue de 49 especies. Este 3^{er} día se registró una alta precipitación, la más alta en comparación a otros años, llovió 660 mm, esto representó la mitad de las precipitaciones reportadas en un año para esa zona, confirmándose con las

especies reportadas son la mayoría de las especies de agua dulce y agua dulce-estuarina, como *Anabaena* sp. 1, y *A.* sp. 2, *Lyngbya* sp., *Microcystis* sp., *Oscillatoria* sp. 2, Clorofita sp. 1 y *Dictyocha* sp., aunque es marina, se encontró en la tercera réplica del día 3.

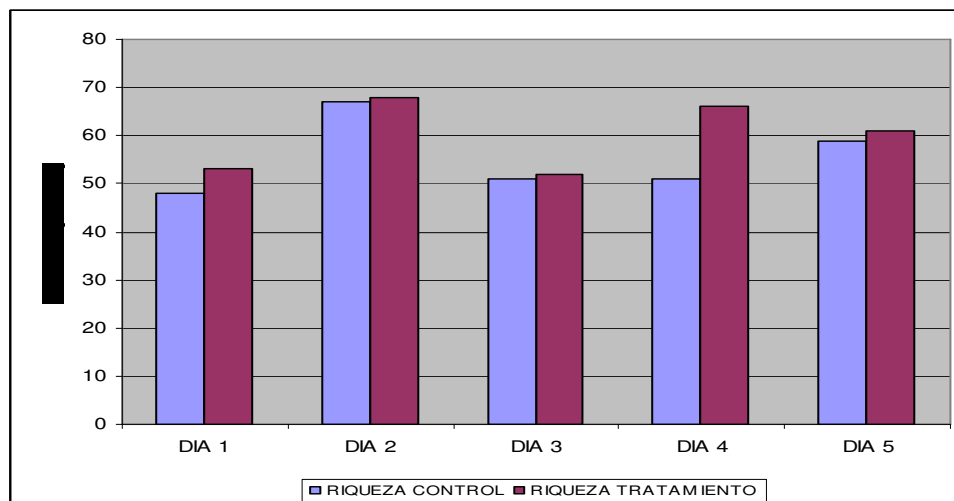


Figura 26. Riqueza de especies comparando control y tratamiento durante los cinco días de estudio para la época de lluvia.

El día 4 se notó una diferencia en la composición de especies entre el microcosmos control y el microcosmos con tratamiento, donde se observa que los valores en la composición de especies fueron mayores en el microcosmos con tratamiento que en el microcosmos control. El día 4 la riqueza encontrada en el microcosmos con tratamiento se incrementó manteniéndose siempre por encima del microcosmos control.

El hecho de que se encontraron especies distintas en el microcosmos control en relación al microcosmos tratamiento no significa que el enriquecimiento haya provocado un aumento de la riqueza de especies, pues los microcosmos, están cerrados (aislados) y en consecuencia no hubo entrada de nuevas especies a dicho cosmos durante los días de estudio. Esto se debió que al tomar las muestras de agua para llenar los cosmos, el primer día, las comunidades que se tomaron con el recipiente no tenían las mismas especies o sus abundancias eran extremadamente bajas y las diferentes condiciones dentro de los microcosmos permitieron su detección, por eso se consiguen diferencias entre un día y otro de especies. En cambio el día 5, se aprecia cambios con respecto al aumento de la riqueza en el microcosmos con tratamiento que con el microcosmos control.

Esta disminución en la riqueza también se pudo observar cuando se aplicó el Índice de diversidad de Shannon (Figura 27), el mismo compartimiento de disminución, de la riqueza de especies, para el microcosmos control con respecto a los días de estudio. En cambio, para el microcosmos con tratamiento, se observó una variación, siendo el máximo el segundo día (Tabla anexa A5). Las distintas razones que pudieron haber influido fueron:

1. Los cosmos son sistemas aislados donde no hay entrada o salida de especies y la concentración de nutrientes en el medio no indujo ninguna respuesta relevante.
2. Las concentraciones de N y P no fueron en el transcurrir de los días de muestreo, un factor limitante.
3. Las especies mejores adaptadas a este tipo de medio (enriquecido) fueron las que se mantuvieron, disminuyendo por lo tanto, la equidad.
4. El tiempo de estudio usando microcosmos fue de cinco días, tiempo necesario para ver una respuesta del fitoplancton.

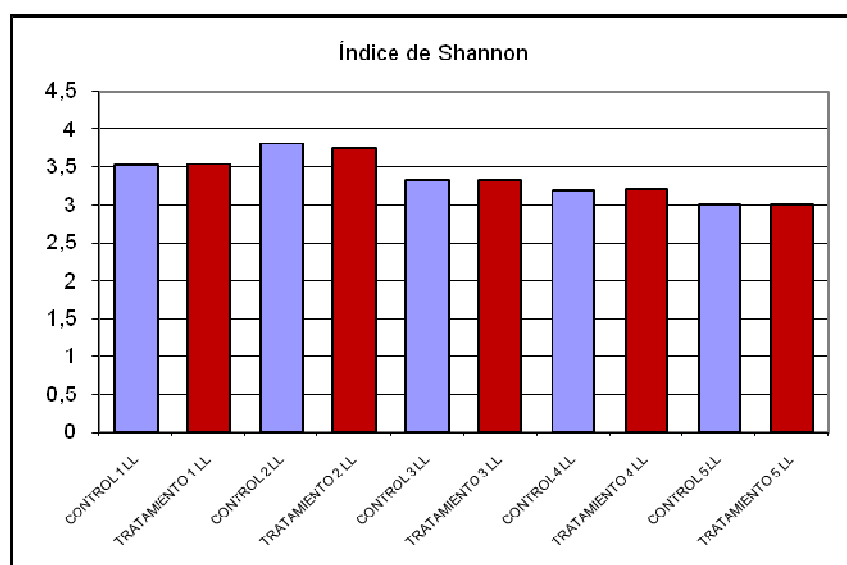


Figura 27. Índice de Shannon a lo largo de los días (5) de estudio, comparando los microcosmos control (N_0P_0) y tratamiento (N_1P_1).

8.4.2.2. Efecto del enriquecimiento sobre la abundancia

Se encontraron especies que presentaron cambios en su abundancia cuando se le añadieron los nutrientes al microcosmos tratamiento (N_1P_1). La especie que presentó cambios más notables de abundancia, comparándolo con otras especies, fue la especie *Cylindrotheca closterium*, una especie cosmopolita, debido a que presenta una amplia

distribución a lo largo de las costas del país (Spiniello, 1997), porque es una de las especies que mejor se adapta a los cambios que se producen en el medio.

A través de los cinco días de estudio se observó (Figura 28) la variación de la abundancia total de especies que conforman los grandes grupos taxonómicos en el microcosmos control. Bacillariophyta fue el grupo más abundante durante los cinco días de estudio, y en el 2do. día se observó la mayor abundancia (319.058,59 cél/L), luego hubo un repunte para el día 4 (248.265,46 cél/L). El grupo de las Pyrrophyta tuvo mayor abundancia el día 4 (91.845,24 cél/L). El grupo de las Cyanophyta tuvo un aumento durante los cinco días de abundancia para luego caer, teniendo el máximo valor de abundancia el día 3 (132.095,71 cél/L). Las Euglenophyta tuvieron un repunte en su abundancia en dos oportunidades, el día 2 (35.232,79 cél/L) y el día 5 (28.688 cél/L). Las Chlorophyta al 5to día (1.854,35 cél/L) y las Chromophyta al 2do. día (1.527,11 cél/L). Al segundo día se observó un aumento en la abundancia total, coincidiendo este resultado con el modelo teórico de Rosenzweig (1971), donde señala que se puede producir un incremento en los productores primarios, debido a los nutrientes, hasta el punto en el que los organismos alcanzan su capacidad de carga igual a la del sistema y esto será así, hasta que los nutrientes presentes en el medio sean agotados. Luego irá disminuyendo su abundancia por la limitación de nutrientes a través de los días de estudio.

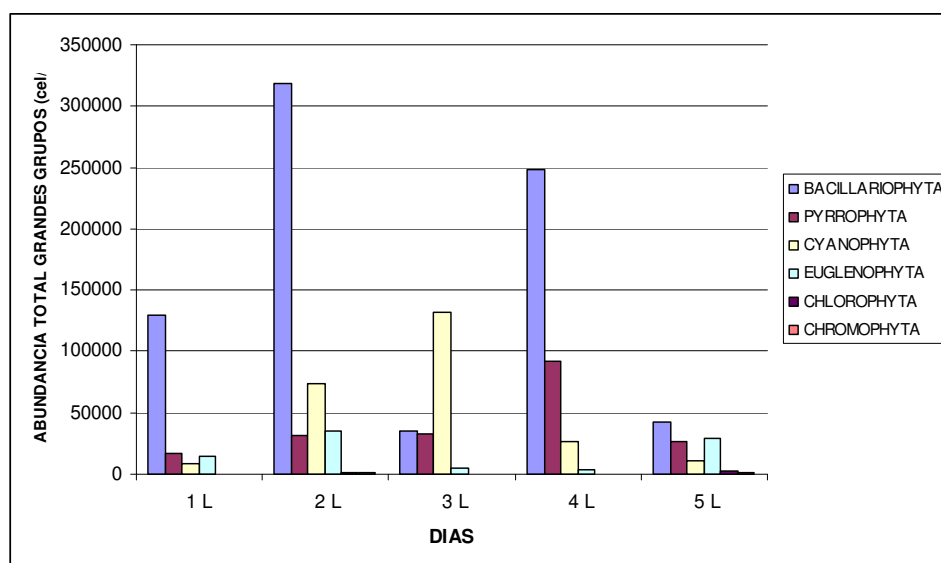


Figura 28. Abundancia total por grandes grupos taxonómicos durante los cinco días de estudio para la época de lluvia.

El efecto de la respuesta que dieron las diferentes especies que se encontraron dentro de los microcosmos con o sin adición de nutrientes se puede simplificar de la siguiente forma:

1. Especies que dieron una respuesta positiva al enriquecimiento (N y P) fueron: *Cylindrotheca closterium* (Día 5: 201.797 cél/L, en lluvia), *Eucampia corneta* (Día 3: 67.629 cél/L, lluvia), *Leptocylindrus danicus* (Día 3: 54.103 cél/L, en lluvia), *L. minimus* (Día 3: 174.527 cél/L, en lluvia), *Licmophora* sp. (Día 5: 61.411 cél/L, en lluvia), *Lyrella* sp. (Día 3: 17.234 cél/L, en lluvia), *Merismopedia glauca* (Día 5: 63.811 en lluvia), *Microcystis* sp. (Día 5: 44.177 cél/L, en lluvia), *Thalassiosira* sp. 2 (Día 5: 43.631 cél/L, en lluvia), *Th.* sp. 3 (Día 1: 4.908 cél/L, en lluvia), *Th.* sp.4 (Día 1: 8.835 cél/L, en lluvia), *Th.* sp.7 (Día 2: 4.363 cél/L, en lluvia), *Th.* sp. 8 (Día 2: 5.563 cél/L), *Th.* sp. 11 (Día 5: 5.235 cél/L).
2. Especies que se expresaron en el microcosmos control (N_0P_0) durante los cinco días de estudio, estas fueron: *Asteramphalus* sp. (día 1: 4.381 cél/L), *Azpetia nodulifera* (día 1: 2.945 cél/L), *Cyclotella striata* (día 1: 29.015 cél/L), *Chaetoceros* sp. 1 (día 5: 28.469 cél/L), *Clorofita* sp. 1 (día 4: 11.344 cél/L), *Cyclotella striata* (día 1: 29.015 cél/L), *Dinophysis acuminata* (día 1: 8.180 cél/L), *Euglena* sp. 2 (día 1: 16.361 cél/L), *Rhizosolenia* sp. 3 (día 2: 12.762 cél/L), *Surinella* sp. (día 1: 22.252 cél/L), *Synedra ulna* (día 4: 9.489 cél/L), *Thalassionema frauenfeldii* (día 4: 20.179 cél/L), *Thalassiosira* sp. 9 (día 5: 11.998 cél/L).
3. Especies que tuvieron una abundancia baja o igual para la época de lluvia encontrada en el microcosmos control (N_0P_0): *Diatomea* sp. 2 (día 1: 109 cél/L en lluvia), Dinoflagelado sp. 2 (día 1: 109 cél/L, en lluvia).
4. Especies que tuvieron una abundancia baja en el microcosmos con tratamiento (N_1P_1): *Ceratium deflexum* (día 4: 2.836 cél/L en ambas épocas), *Ceratium inflatum* (día 2: 981 cél/L en ambas épocas), *Ceratium* sp. 2 (día 5: 5.235 cél/L en ambas épocas), *Ceratium tripos* (día 5: 545 cél/L, en ambas épocas), *Eutonogramma debile* (día 1: 218 cél/L, en ambas épocas).

8.4.2.3. Efecto del encierro sobre la abundancia total para cada grupo taxonómico

En la figura 29 se observan las abundancias totales por división durante los cinco días de estudio, en el microcosmos con tratamiento (N_1P_1) para la época de lluvia, quedando los principales grupos de la siguiente forma, para las Bacillariophyta, su abundancia aumentó con nutrientes a 3.235.635 cél/L, viéndose este aumento reflejado los días 2 y 4, mientras que para el microcosmos control (N_0P_0) la abundancia fue de 1.532.734 cél/L. El grupo de las Pyrrophyta su abundancia total con nutrientes (N_1P_1) fue de 642.898 cél/L, mientras que para el microcosmos control (N_0P_0) fue de 214.280 cél/L. Las Cyanophyta su abundancia en el microcosmos con tratamiento fue de 804.136 cél/L y para el microcosmos control de 251.010 cél/L.

Las Euglenophyta tuvieron un comportamiento en el microcosmos con tratamiento de 8.629 cél/L, en cambio en el microcosmos control de 37.959 cél/L. La abundancia de las especies del grupo de las Chromophyta y Chlorophyta se vieron estimuladas en el microcosmos con tratamiento, esta estimulación se debió a los nutrientes N y P. Este aumento de la abundancia no se observó en el microcosmos control (sin tratamiento).

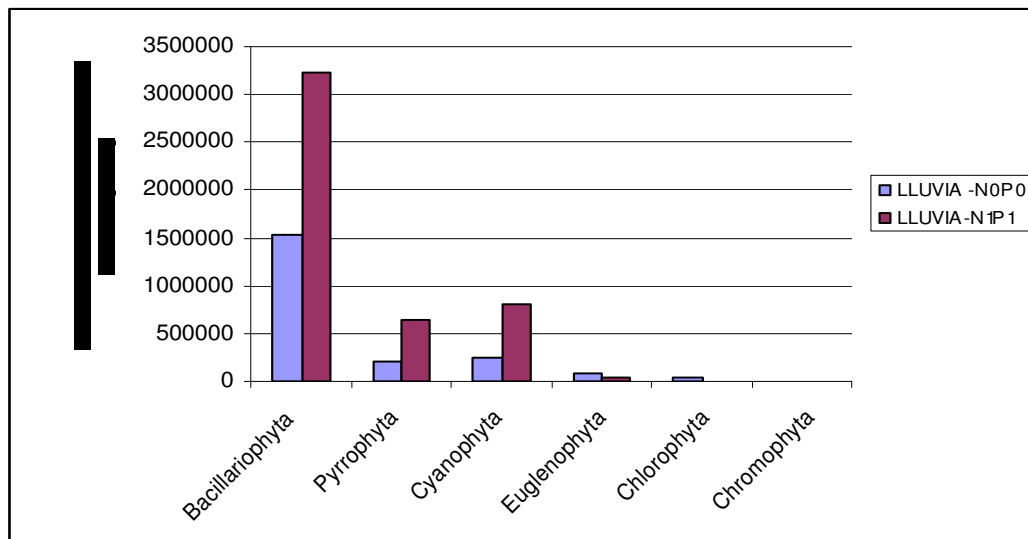


Figura 29. Comparación de las abundancias totales por grandes grupos entre los microcosmos control (N_0P_0) y con tratamiento (N_1P_1) en la época de lluvia.

La variación de la abundancia total en el microcosmos con tratamiento pudo verse afectado por el hecho de que son sistemas cerrados y con el paso del tiempo los nutrientes allí colocados disminuyen, provocando estas variaciones que la abundancia total también varíe en los microcosmos (Figura 30).

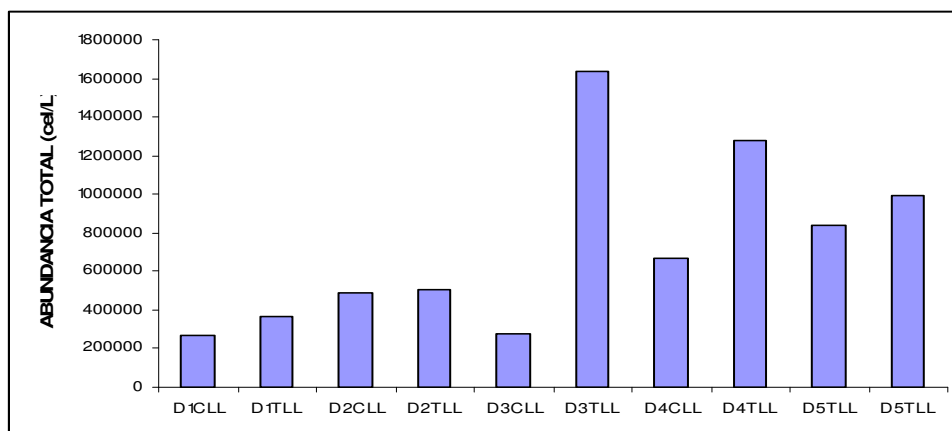


Figura 30. Variación de la abundancia total presente en el microcosmos control y tratamiento durante los cinco (5) días de estudio del fitoplancton.

Los microcosmos son sistemas cerrados donde la variación en la abundancia total se ve afectada con el paso de los días, los nutrientes que se le añadieron al principio del estudio irán disminuyendo provocando diferencias entre el microcosmos control y el microcosmos con tratamiento. La Prueba *t* de Student indicó que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos sin y con nutrientes ($p = 0,334$).

En la época de lluvia la abundancia no fue incrementada al principio de los experimentos cuando se le agregaron los nutrientes. La riqueza tuvo un predominio de especies de sistemas de agua dulce, debido al aumento del influjo fluvial es decir, hubo una mayor entrada de agua dulce al medio marino, siendo mayor para la época de lluvia. Los resultados obtenidos en este trabajo, no coinciden con los trabajos realizados por Montgomery y col. (1991) y de Spiniello (1997).

Estos fueron realizados en época de lluvia, cuando la influencia fluvial fue alta y la abundancia de especies fue baja. También pudo ocurrir que para la época de lluvia la entrada de nutrientes al sistema fuera baja, por lo que la respuesta del fitoplancton no se produjo al momento de ser inoculadas.

8.4.3 Efecto del enriquecimiento sobre la abundancia total para cada grupo taxonómico

Los trabajos de Havens y De Costa (1986) y el de González y Ortaz (1998) coinciden con este trabajo de investigación, ellos estudiaron las respuestas del fitoplancton adicionándole nutrientes usando microcosmos, alterando la estructura comunitaria fitoplanctónica de los diferentes grupos que en esa zona se encontraba dentro de los microcosmos, concluyendo que el encierro sí altera el ambiente dentro de las bolsas sin enriquecimiento si se compara con el ambiente natural. Esto se debe a que los ambientes dentro de los microcosmos son ambientes estáticos, no hay entrada de nutrientes y/o herbívoros. Además, al medir al final del experimento luego de siete días de incubación, las concentraciones de Nitrógeno y Fósforo entre el ambiente y el control sin enriquecimiento fueron las mismas (Harris, 1986) (este estudio no se realizó en este trabajo). Al comparar los resultados obtenidos con otros trabajos, como el de Havens y De Costa (1986), donde se estudió la respuesta del fitoplancton por adición de nutrientes empleando microcosmos, se observó que se alteró la comunidad fitoplanctónica en los ambientes experimentales, lo cual se pudo constatar cuando se comparó con la comunidad fitoplanctónica presente en los ambientes respectivos.

Se aplicó un ANOVA a las abundancias totales más representativas registradas para cada tratamiento, donde se observó lo siguiente:

1. Al aplicarse un ANOVA de una vía con efectos fijados ($\alpha = 0,05$). La variable independiente fue la época (lluvia o sequía) y la dependiente la abundancia (cél/L) para cada especie. Para el análisis se escogieron las especies con mayor diferencia en abundancia. Se eliminaron las especies que se ausentaron en una de las épocas.
2. Los datos originales no cumplieron con la prueba de homogeneidad de varianza.
3. Los datos originales fueron transformados a $\ln(X + 1)$, sólo hubo homogeneidad de varianza para *Cylindrotheca closterium* y *Fragilaria crotonensis* ($p > 0,05$), estas especies no dieron diferencias significativas en sus medias poblacionales ($p > 0,05$).

4. La ANOVA dio diferencias significativas para las especies *Coscinodiscus* sp.1 y *Dinophysis caudata* ($p < 0,05$), aunque estas especies no tuvieron homogeneidad de varianzas ($p < 0,05$).

Las ANOVAS aplicadas a las especies que conforman los diferentes grupos no dieron resultados significativos. Estos resultados arrojaron que estas variaciones encontradas para tratamiento no fueron causadas por la asimilación de nutrientes por parte del fitoplancton, sino en la utilización de sistemas cerrados, con el paso del tiempo las condiciones dentro de los microcosmos variaron, además, esto pudiera indicar que la propia dinámica del fitoplancton es temporal. Con esta variación natural y temporal de los organismos fitoplanctónicos se puede superar el efecto que generó la adición de nutrientes, por lo que la comunidad no se ve afectada.

Se puede sugerir que el fitoplancton para este época de sequía estaría en una fase de “retardo”, es decir, es un atraso en el crecimiento de las algas, el cual se puede acelerar si se produce un cambio en el ambiente donde se encuentran, promoviendo el crecimiento de estas algas. Duarte (1990) estudió este fenómeno en diferentes sistemas acuáticos naturales, donde la identificación siempre fue más compleja haciéndola en el ambiente, que si se hace utilizando microcosmos, debido a que son sistemas cerrado.

Dentro de este microcosmos pudieran haberse producido:

1. Factores orgánicos (N y P) que estuvieron presentes en el medio y que pudieron ser incorporados rápidamente para su crecimiento.
2. Ciertos factores inhibitorios que pudieron reprimir un rápido crecimiento (Fogg y Take, 1990).

Las Pyrrophyta, según Spiniello (1997) para la época de sequía debieron verse estimuladas por la adición de nutrientes al medio, pero los resultados que se obtuvieron no arrojaron esos datos. Esto pudo deberse a que las especies que conformaron a este gran grupo taxonómico son de agua dulce y para la época de sequía la poca influencia fluvial no permite que estas especies se vean favorecidas, lo mismo paso para las Chlorophyta.

Se aplicaron diferentes test estadísticos, por grupo, días, con y sin tratamiento, arrojando los resultados que observamos en la Tabla 26.

Tabla 26. Aplicación de test para obtener niveles de homogeneidad de varianza aplicadas a las principales especies que presentaron abundancia significativa comparándolas con otras especies de los diferentes grupos taxonómicos.

	Hartley	Cochran	Bartlett		
Especies dominantes	F-max	C	Chi-sqr	df	p
<i>Cylindrotheca closterium</i>	4,61151409	0,82179499	7,2288928	1	0,00717766
<i>Coscinodiscus</i>	2,00499797	0,66722107	1,60336602	1	0,20543608
<i>Fragilaria</i>	6,85224771	0,87264788	10,9588137	1	0,00093262

	Efecto	Error	F(df1,2)	
Especies dominantes	Media cuadr	Media cuadr	1,28	nivel p
<i>Cylindrotheca closterium</i>	363,940338	3,77254939	96,4706573	1,42884E-10
<i>Coscinodiscus</i>	6,59716797	11,555335	0,57091963	0,456203461
<i>Fragilaria</i>	44,0934868	5,78483963	7,62224913	0,010058155

Se evaluó la respuesta que se obtuvo al comparar los diferentes grupos taxonómicos, y al aplicar el análisis estadístico de medias repetidas, las mismas mostraron que no hubo diferencias entre los días, con y sin tratamiento o interacción día-tratamiento.

8.4.4. Efecto del encierro sobre la biomasa del fitoplancton

Se obtuvo un valor de la clorofila “a” parecido y por debajo al encontrado en el microcosmos control para la época de lluvia (5,920 $\mu\text{g/L}$). En el microcosmos con tratamiento se tuvo un comportamiento similar al de las muestras control, siendo los valores para los días 2, 4 y 5 de 5,920, 5,180 y 5,427 $\mu\text{g/L}$ cada una (Figura 31).

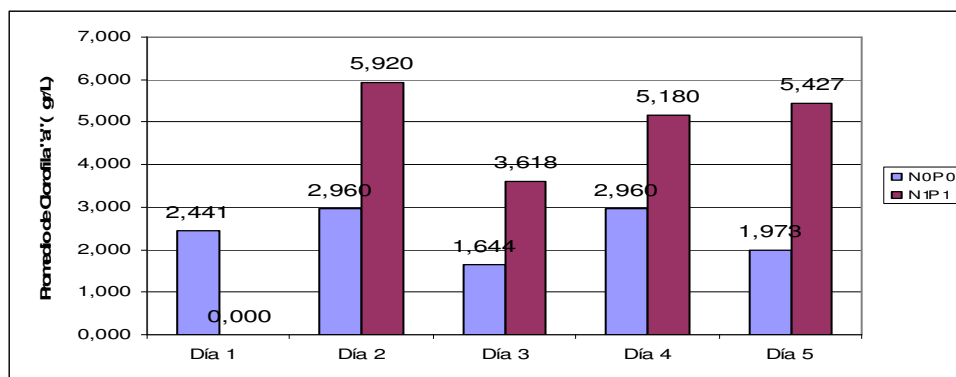


Figura 31. Variaciones de la clorofila “a” durante los cinco días de muestreo para la época de lluvia comparando microcosmos control (N_0P_0) y microcosmos con tratamiento (N_1P_1).

8.4.5. Estructura comunitaria

En la figura 32 se muestran los resultados de los análisis de correspondencia, esto permite apreciar los cambios que se producen en la comunidad por el efecto de la adición de

nutrientes. El porcentaje de inercia acumulado que se presenta en la tabla anexa A8, donde se observa un porcentaje acumulado de 49,663% hasta el tercer eje de correspondencia. Si se compara este porcentaje con los porcentajes obtenidos por menos del 1% los análisis de correspondencia anteriores, se observa que esta fue mayor.

En esa misma figura se observa que no existen prácticamente diferencias marcadas entre las otras muestras que representan los tratamientos para ambas épocas, se presentó que la mayoría de las muestras se encuentran cerca del centro, es decir, la composición de especies encontradas, en el microcosmos con y sin tratamiento fue similar, tuvieron una composición más homogénea entre ellas, no se dio una respuesta que indicara que se produjeron grandes cambios en la composición de la comunidad fitoplanctónica, siempre se mantuvo parecido para ambas épocas.

Para las muestras de los controles N_0P_0 del día 1, réplicas 1 y 2, para ambas épocas, mostraron estar alejadas del resto, pero con el paso del tiempo estos sistemas CD11L (Control, día 1, réplica 1, lluvia), CD12L (Control, día 1, réplica 2, lluvia), CD12S (Control, día 1, réplica 2, sequía) y CD13L (Control, día 1, réplica 3, lluvia) cambiaron en su estructura fueron más homogéneos. Las muestras encontradas en los cosmos: CD11L (Control, día 1, réplica 1, lluvia), CD12L (control, día 1, réplica 2, lluvia), C12S (Control, día 1, réplica 2, sequía) y CD13L (Control, día 1, réplica 3, lluvia) y TD41S (Tratamiento día 4 réplica 1, sequía), TD41L (Tratamiento, día 4, réplica 1, lluvia), TD42S (Tratamiento, día 4, réplica 2, sequía), TD42L (Tratamiento, día 4, réplica 2, lluvia), TD43L (Tratamiento, día 4, réplica 3, lluvia), CD42L (Control, día 4, réplica 2, lluvia), forman un grupo diferenciado con respecto a las demás muestras, este cambio quizás fue producido por algún evento puntual, que no pudimos injerir.

En cambio los microcosmos con tratamiento para el día 4, en lluvia, se encontraron muy alejados del resto de los puntos y aparecen bastante superpuestos en el gráfico, para todos los días de estudio y en las diferentes épocas (sequía y lluvia).

No obstante, se puede identificar un cambio en la composición de especies a medida que transcurren los días, indicando que el tiempo juega un papel importante para poder observar y obtener una repuesta de la comunidad fitoplanctónica.

Las abundancias de las especies presentes en los microcosmos mostraron una distribución de forma no aleatoria, es decir, no hubo una distribución normal, por lo tanto, se puede decir que los nutrientes que se agregaron en estos microcosmos generaron un efecto, una respuesta.

Estadísticamente no fueron relevantes estas diferencias entre las muestras que se encontraron y representan a los grandes grupos taxonómicos en los microcosmos control (N_0P_0) y en los microcosmos con tratamientos (N_1P_1) para ambas épocas.

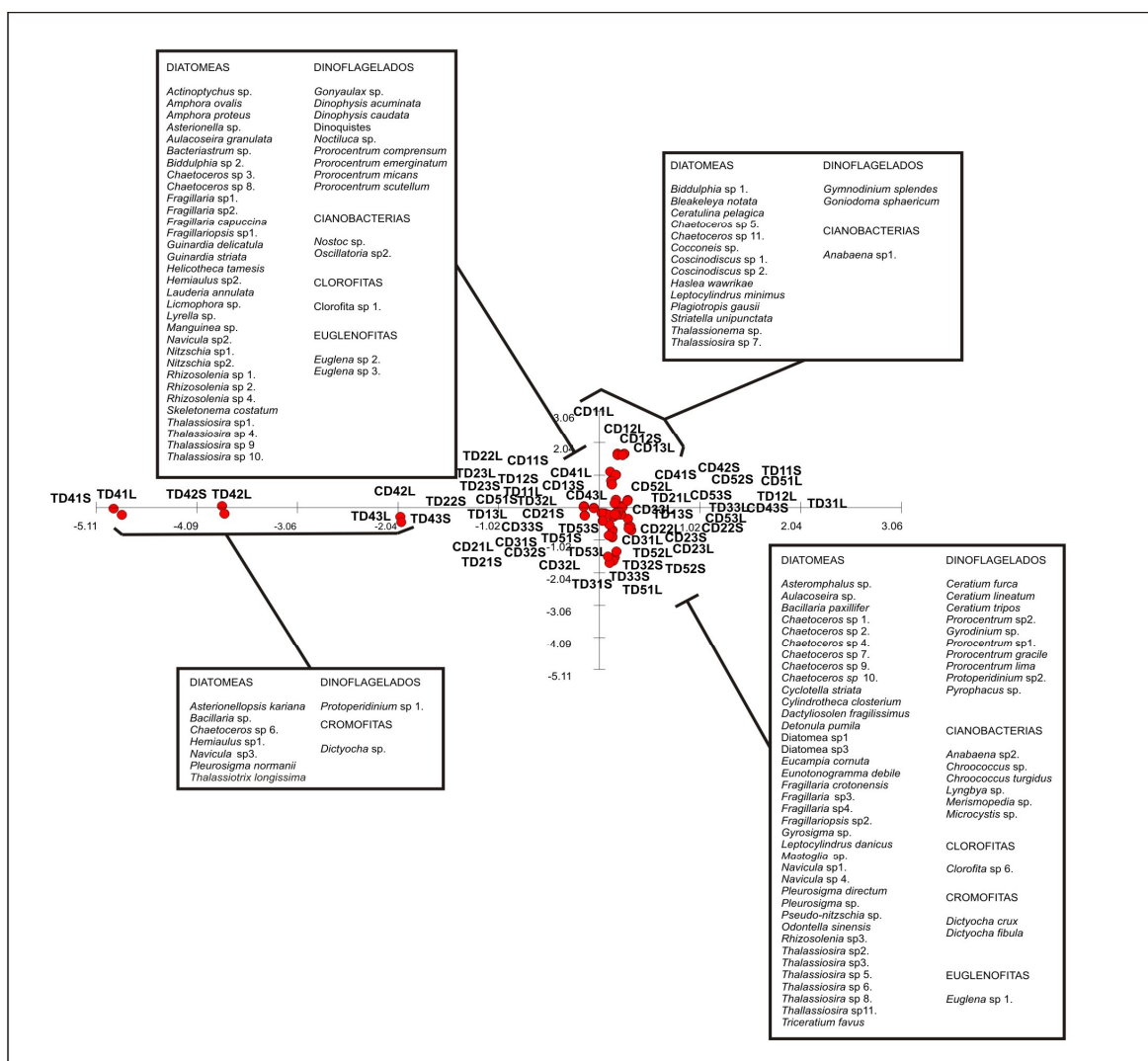


Figura 32. Ubicación de las especies en el primer y segundo eje de correspondencia. Se muestra la lista de especies encontradas, según los grandes grupos taxonómicos, en el control durante sequía y lluvia, comparadas con el tratamiento (sequía y lluvia), con una inercia acumulada para el tercer eje de 49,66%.

Con respecto a la abundancia de los grupos, las Bacillariophyta fue el que estuvo asociado para ambas épocas, en el microcosmos con tratamientos se observó una mayor abundancia. Las especies que estuvieron mas representada en las diferentes muestras y épocas fueron *Cylindrotheca closterium* y *Fragilaria crotonence*.

Podemos concluir que el N y el P que se le agregó una sola vez al comienzo de los experimentos en el cosmos, no produjo diferencias significativas entre las abundancias relativas encontradas entre los microcosmos con y sin tratamiento, lo que nos indica que el fitoplancton de la zona para las diferentes épocas no se encuentra limitado por estos nutrientes y que los análisis de correspondencia aplicados a los microcosmos control y tratamiento no arrojaron resultados indicadores. La concentración de N y P que se utilizó para inocular al microcosmos, no generó una repuesta significativa.

De los análisis de correspondencia realizados entre los microcosmos con y sin tratamiento, se puede señalar:

1. Los cambios producidos en la estructura comunitaria fueron relevantes en el tiempo y no con el enriquecimiento.
2. El enriquecimiento arrojó pequeños cambios al compararlo con el microcosmos sin tratamiento.
2. Entre las dos épocas se mantiene la composición de especies, la riqueza, la equidad, entre otros.

9. CONCLUSIONES

1. Las variables físicas no variaron durante los cinco (5) días de estudio para las dos épocas.
2. Hubo una variación temporal de la riqueza y de la densidad poblacional del fitoplancton siendo relativamente homogénea. Esto se confirmó cuando se aplicó la prueba *t* de Student donde se pudo concluir que los ambientes estudiados son homogéneos, no hubo una diferencia marcada entre las especies identificadas.
3. Siempre se reportaron cinco grupos: Bacillariophyta, Pyrrophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Chlorophyta y Chromophyta.

4. Las Bacillariophyta presentaron el mayor número de especies y abundancia, en el ambiente ambas épocas.
5. En la boca del Golfete coexisten especies de tipo nerítico-marino y estuarino entre éstas encontramos *Cylindrotheca closterium*, *Fragilaria crotonensis*, *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides*.
6. El microcosmos es la herramienta comparativa a usar cuando el tiempo de estudio es corto ya que beneficia y altera la estructura comunitaria del fitoplancton.
7. En el ambiente hay mayor variación de riqueza debido a la dinámica en la que se encuentra este sistema que es propio de sistemas abiertos.
8. La adición de nutrientes (N y P) en el microcosmos no produjo cambios relativos en la estructura comunitaria y no es suficiente para explicar la ausencia o presencia de especies en los sistemas.
9. En los microcosmos con y sin tratamiento para ambas épocas, la riqueza y la abundancia fueron mayores que en el ambiente natural.
10. Existen ciertas especies que resultaron beneficiadas en los microcosmos más que en el ambiente: *Navicula directa*, *Navicula fulva*, *Dinophysis caudata*, *Oxytoxum sceptrum*, *Prorocentrum emerginatum*, *Prorocentrum lima*, *Merismopedia glauca*.
11. Las especies que tuvieron mayor abundancia en el microcosmos control para ambas épocas fueron: *Cylindrotheca closterium* y *Fragilaria crotonensis*.
12. El efecto del tratamiento con enriquecimiento sobre la estructura comunitaria en abundancia y riqueza no se ve una diferencia significativa importante entre las dos épocas, cuando se comparó con el microcosmos control. Las especies que se encontraron en los microcosmos con y sin tratamiento para ambas épocas fueron *Cylindrotheca closterium*, *Fragilaria crotonensis* y *Prorocentrum compressum*.
13. El análisis de correspondencia para los microcosmos con y sin tratamiento evidenció que los cambios en la estructura comunitaria ocurren con el paso del tiempo y no por el enriquecimiento.

10. RECOMENDACIONES

1. Hacer un estudio comparativo de la estructura fitoplanctónica usando microcosmos para contrastar la boca del Golfete con el Golfete de Cuare.
2. Estudiar las variaciones de las concentraciones de N:P en la boca del Golfete y en el Golfete de Cuare.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Andrés, M. 1997.** Estudio del impacto ambiental causado por el recreo en Los Chorros del Río Mundo (Albacete) y proposición de medidas correctoras. Tesis Doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha. España.
- Argotti, E., Sánchez, I.G y Ferraz-Reyes, E. 1990.** Cell volumen of dominant diatom species of the Islotes Dos Mosquises, Archipiélago Los Roques, National Park. June 1988. *Acta Científica Venezolana* 41: 1 – 92.
- Atkinson, M.J. y Smith, S.V. 1983.** C:N:P ratios of benthic marine plants. *Limnology and Oceanography* 28: 568 – 574.
- Beekhuis, C. y Bone, D. 1995.** Tasas de sedimentación y concentración de metales pesados para cuatro localidades del Parque Nacional Morrocoy, ubicadas en un eje de influencia de los ríos Aroa y Yaracuy. Resumen. Taller Ecosistema Morrocoy: Estado actual de las investigaciones y perspectivas futuras. Universidad Simón Bolívar, 10-02-1995.
- Begon, M., Harper, J.L. y Townsend, C.R. 1996.** Ecology: Individuals, populations and communities. Tercera Edición. Blackwell, Oxford. 1068 pp.
- Bernal, G. 2003.** Efectos del zooplankton sobre el fitoplancton en microcosmos del embalse La Mariposa. (Distrito Capital), Venezuela. T.E.G.
- Bloesch, J. 1988.** Mesocosm studies. *Hydrobiologia* 159: 221 – 222.
- Bonnin, M. 1983.** Estudio de la productividad primaria de la laguna de Unare, Estado Anzoátegui. T.E.G., UCV.
- Breuer, J. 1977.** Estudio taxonómico y distribución del fitoplancton del Golfo de Santa Fe y áreas adyacentes. Tesis de Maestría en Ciencias Marinas, Universidad de oriente, Venezuela. 126 pp.
- Bulla, L. 1994.** An index of evenness and its associated diversity measure. *Oikos* 70: 167 – 171.
- Caballasi, P. 1985.** Comparación fitoplanctónica de la Bahía de Mazatlán y Esteros de Urias, Sin., México. Tesis Profesional. UNAM – ENEP – Iztacala. 50 pp.
- Cadée, G.C. 2001.** Coastal marine ecosystems of Latin America. *Ecological Studies* 144. *Aquatic Ecology* 35. 360 pp.
- Calderón, E. 1979.** Contribución al conocimiento del fitoplancton nerítico de Tumaco y alrededores. Tesis (Biólogo Marino). Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 84 pp.

- Carbonell, M.C. 1982.** *Ceratium* Schrank (Dinoflagellatae, Peridinales) de las Islas del Rosario, Caribe Colombiano. Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betín 12: 71 – 91.
- Carpenter, S. 1996.** Microcosm experiments have limited relevance for community and ecosystem ecology. Ecology 77: 677 – 680.
- Castillo, F. 1984.** Fitoplancton del Pacífico colombiano como indicador de masas de agua. Boletín ERFEN 2: 7 – 12.
- Clark, G. 1998.** Elementos de ecología. Ediciones Omega, Barcelona. 338 pp.
- Clavero, E., Hernández-Mariné, M., Grimalt, J.O. y García-Pichel, F. 2000.** Salinity tolerance of diatoms from thalassic hypersaline environments. Journal of Phycology 36 (6): 1021 – 1034.
- Cloern, J.E. 2001.** Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. Marine Ecology Progress Series 210: 223 – 253.
- Colinvaux, P. 1980.** Introducción a la ecología. Editorial Limusa. Mexico. 679 pp.
- Corchuelo, C. y Moreno, G. 1983.** Contribución al conocimiento del fitoplancton y algunos tintínidos del Pacífico colombiano. Tesis de Biología Marina. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 84 pp.
- Cowardin, L.M., Carter, V., Golet, F.C. y LaRoe, E.T. 1979.** Clasificaciones de humedales y hábitats de aguas profundas en los Estados Unidos. Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos. FWS/OBS-79/31 GPO 024-010-00524-6. Washington, DC. 103. (ECECM).
- Daehler, C.C. y Strong, D.R. 1996.** Can you bottle nature? The roles of microcosms in ecological research. Ecology 77: 663 – 664.
- Davis, J. 1964.** Leaflet series: Plankton. Florida Board of Conservation, Marine Laboratory. St. Petersburg, Florida. 3 pp.
- Day, Jr., J.W., Hall, C.A.S., Kemp, W.M. y Yáñez-Arancibia, A. 1989.** Estuarine Ecology. Wiley Interscience Publications. 576 pp.
- De Jonge, V.N., Elliot, M. y Orive, E. 2002.** Causes, historical development, effects and future challenges of common environmental problem: Eutrophication. Hidrobiologia 475-476: 1 – 19.
- Diamond, J. 1986.** Overview: Laboratory experiments, field experiments and natural experiments. En: Community Ecology. J. Diamond y T. J. Case (ed.). Harper and Row. New York. pp. 3 – 22.

- Dorta, K.; González, E.J. y Ortaz, M. 2003.** Efecto del zooplancton sobre el fitoplancton en microcosmos. V Congreso Venezolano de Ecología. Porlamar, Venezuela, 3-7 de noviembre de 2003.
- Drenner, R.W., y A. Mazumder. 1999.** Microcosm experiments have limited relevance for community and ecosystem ecology: Comment. *Ecology* 80: 1081 – 1085.
- Duarte, M. 1990.** Time lags in algal growth: Generality, causes and consequences. *Journal of Plankton Research* 12(4): 873 – 883.
- Edmondson, W. 1956.** Factors affecting productivity in fertilized salt water. *Deep-Sea Research Supplement* 3: 451 – 464.
- Environmental Protection Agency. 1997.** Protecting coastal waters from nonpoint source pollution. En: US Environmental Protection Agency. Washington, DC. 841-F-96-004E.
- Environmental Protection Agency. 2001.** Nutrient criteria technical guidance manual: estuarine and coastal marine waters. En: US Environmental Protection Agency. Office of Water 4304. EPA-822-B-01-003.
- Ferraz-Reyes, E., Reyes-Vasquez, G. y Bruzual, I. 1979.** Dinoflagellate blooms in the Gulf of Cariaco, Venezuela. En: Toxic dinoflagellate blooms. Proceedings of the Second International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms (Ed. Taylor, D.L. y Seliger, H.H.) 1: 155 – 161. Elsevier-North Holland.
- Ferraz-Reyes, E. 1982.** Fenómeno de marea roja ocurrido en las costas de Carenero (Edo. Miranda). Informe Instituto Oceanográfico. Universidad de Oriente, Cumaná. Venezuela. 15 pp.
- Ferraz-Reyes, E. 1983.** Estudio del fitoplancton en la cuenca del Tuy-Cariaco, Venezuela. Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela. Universidad de Oriente. 7 pp.
- Ferraz-Reyes, E. 1989.** Influencia de los factores físicos en la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en el Golfo de Cariaco. Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela. UDO 28 (1 y 2): 47 – 56.
- Ferraz-Reyes, E. 1992.** Fitoplancton de la ensenada de Canguas. Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela (UDO) 31: 117 – 126.
- Fraser, L.H., Keddy, P. 1997.** The role of experimental microcosms in ecological research. *Trends in Ecology and Evolution* 12: 478 – 481.
- Freire, R. 2002.** Dinámica espacio – temporal del balance de carbono entre el fitoplancton y el zooplancton en el Parque Nacional Morrocoy, Estado Falcón. T.E.G. Lic. en Biología. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- FUDENA / M.A.R.N.R. 1989.** Refugio de Fauna Silvestre Cuare. Plan de Ordenación y Manejo. Venezuela. 7: 20 – 24.

- Ghilarov, A. 1984.** The paradox of the plankton reconsidered; or why do species coexist? *Oikos* 43: 46 – 52.
- Goldberg, E. D. 1995.** Emerging problems in the coastal zone for the twenty-first century. *Marine Pollution Bulletin* 31 (4-12): 152 – 158.
- Gómez-Limón, J. Múgica, M., Muñoz, C. y De Lucio, J.V. 1996.** Uso recreativo de los espacios naturales en Madrid. Frecuentación, caracterización de visitantes e impactos ambientales. Serie Documentos N° 19. Centro de Investigación “Fernando González Bernáldez”. Soto del Real. Madrid.
- Gómez-Carvajal, E.J. Díaz-Ramos, J.R. y Sánchez-Suárez, I.G. 2000.** Abundancia y biomasa del fitoplancton de la Playa San Luis, Cumaná, Venezuela (Junio 1995 – Mayo 1996). *Ciencia* 8: 41 – 52.
- González, E.J. 1985.** Productividad primaria del fitoplancton en la Laguna de Tacarigua. Estado Miranda. T.E.G. Facultad de Ciencias. U.C.V.
- González, E.J. y Ortaz, Mario. 1998.** Efectos del enriquecimiento con N y P sobre la comunidad del fitoplancton en microcosmos de un embalse tropical (La Mariposa, Venezuela). *Revista de Biología Tropical* 46 (1): 27 – 34.
- González, E.J. 2000.** Nutrient enrichment and zooplankton effects on the phytoplankton community in microcosmos from El Andino reservoir (Venezuela). *Hidrobiologia*, 434(1): 81 – 96.
- González, E.J., Ortaz, M., Peñaherrera, C., Mendoza, J., Cano, S., Carrillo, V. y Montes, E. 2001.** Microcosmos en limnología. *Memorias del Instituto de Biología Experimental (MIBE)* 3: 141 – 144.
- González, R.F. 2004.** Índice de surgencia asociado con los factores fisicoquímicos y la dinámica del plancton, en la Bahía de Mochima, Edo. Sucre. T.E.G. Facultad de Ciencias, U.C.V.
- Greenacre, M.J. 1984.** Theory and applications of correspondence analysis. Academic Press, London. 364 pp.
- Gutiérrez, F. 1983.** Variación estacional del fitoplancton de la Laguna de Tacarigua, Estado Miranda. T.E.G. UCV.
- Gutiérrez, F. 1997.** Nutrientes y herbivoría zooplanctónica como mecanismo de control del fitoplancton en Morrocoy. Tesis Doctoral. U.S.B.
- Harris, G. 1983.** Mixed layer physics and phytoplankton populations, studies in equilibrium and non-equilibrium ecology. *Progress in Phycological Research* 2 (eds. Round, F.E. y Chapman, D.), Elsevier, Amsterdam, pp. 1 – 52.
- Harris, G. 1986.** Phytoplankton ecology: structure, function and fluctuation. Chapman and Hall (London). 350 pp.

- Havens, K.E. y DeCosta, J. 1986.** A comparison of phytoplankton responses to nutrient addition in acidific and circumneutral pH lake water. *Hidrobiologia* 137: 211 – 222.
- Hulburt, E. 1963.** Distribution of phytoplankton in coastal waters of Venezuela. *Ecology* 44: 169 – 171.
- Hulburt, E. 1966.** Distribution of phytoplankton and its relation to hydrography between Southern New England and Venezuela. *Journal for Maritime Research* 24: 67 – 81.
- Hustedt, F.M. 1956.** Diatomeen aus dem Lago de Maracaibo in Venezuela. *Ergebnisse der deutschen limnologischen Venezuela Expedition 1952. Band 1*: 93 – 140.
- I.V.I.C., 1968.** Estudio del fitoplancton de la bahía del Tablazo. En: *El plancton y el flujo de agua en el estuario de Maracaibo* (Ed., Depto. de Hidrobiología, I.V.I.C.). Imprenta del I.V.I.C., Caracas, Venezuela. 432 pp.
- Jim, C.Y. 1989.** Visitor management in recreation areas. *Environmental Conservation* 16 (1): 19, 32 – 40.
- Kovach Computing Services, 1998.** MVSP (Mulivariate Statistical Package) para Windows version 3.1. Programa de análisis de datos: <http://www.kovcomp.com/>.
- La Barbera-Sánchez, A., Gamboa-Márquez, J. y Senior, W. 1999.** Fitoplancton del Golfo de Cariaco, Estado Sucre. Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 47:57 – 63.
- Lentino, M. y Bruni, A.R. 1994.** Humedales costeros de Venezuela: Situación ambiental. Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela.
- Licea, S.; Moreno, J.L., Santoyo, H. y Figueroa, G. 1995.** Dinoflagelados del Golfo de California. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México.
- López, J. y García, E. 2001.** Evolución de la calidad de aguas y sedimentos e indicadores de contaminación del Parque Nacional Morrocoy y su área de influencia, ríos y caños que desembocan en la zona. En: *Informe Final. Agenda Parque Nacional Morrocoy. Estudio Integral del Sistema Parque Nacional Morrocoy con vías al desarrollo de planes de uso y gestión para su conservación. Primer año de ejecución.* UCV, USB, UNEFM, FONAI-A-CIAE. CONICIT, Subproyecto 96001837-1. Tomos I y II.
- López, M. 2006.** Dinámica espacio temporal de la comunidad fitoplanctónica presente en el litoral central. Edo. Vargas.
- Margalef, R. y González-Bernáldez, F. 1969.** Grupos de especies asociadas en el fitoplancton del Mar Caribe (NE de Venezuela). *Boletín del Instituto de Investigaciones Pesqueras de Barcelona* 33(1): 287 – 312.
- M.A.R.N.R. 1983.** Conservación y manejo de manglares costeros venezolanos, Trinidad y Tobago. Sect. Laguna de Cocineta. Laguna de Tacarigua. Los Olivitos. Parque Nacional Morrocoy. Caracas. 44.

- M.A.R.N.R. 1992.** Áreas naturales protegidas de Venezuela. Serie de aspectos conceptuales y metodológicos. Caracas. 30 pp.
- Maestrini, Y.S. y Graneli, E. 1991.** Environmental conditions and ecophysiology mechanisms which led to the 1988 *Chrysochromulina polylepis* bloom: an hypothesis. *Oceanologica Acta* 14 (4): 397 – 413.
- Malone, T.C. 1977.** Light-saturated photosynthesis by phytoplankton size fractions in the New York Bight, USA. *Marine Biology*. Springer Berlin / Heidelberg. Volumen 42, Number 4, Agosto 1997. 281 – 292.
- Mandelli, E.F. y Ferraz, E. 1982.** Primary Production and Phytoplankton Dynamics and a Tropical Inlet, Gula of Cariaco, Venezuela. *Int. Revue ges, Hydrobiol.*, 7(1):85 – 95.
- Mann, K.H. 1982.** Ecology of coastal waters: a systems approach. Blackwell Scientific Publications. 322 pp.
- Margalef, R. 1965.** Composición y distribución del fitoplancton. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*. XXC. 144 – 205.
- Margalef, R. 1977.** Ecología. Omega. 951 pp.
- Martín, A. 2001.** Evaluación de los parámetros físico-químicos en el Parque Nacional Morrocoy y Zonas aledañas, Enero 2000 – Diciembre 2001, Venezuela. USB, Dpto. de Estudios Ambientales.
- Martín, L. 1978.** Reclutamiento y crecimiento del ostión *Crassostrea rhizophorae* (Guildin, 1928) en el Parque Nacional Morrocoy (Edo. Falcón) T.E.G. Lic. en Biología. Universidad de Venezuela. Caracas, Venezuela. 52 pp.
- Matveev, V. 1991.** Self-maintaining plankton: pelagic *Cladocera* in small microcosms with lake water. *Hidrobiologia* 225: 301 – 307.
- Mazparrote, S. 1970.** Composición del “turbio” o marea roja en las costas orientales de Venezuela. *Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 30 (86): 102 – 121.
- Mazparrote, S., Voltolina, A.L. y Voltolina, D. 1975.** Observaciones fitoplanctónicas en la Laguna de la Restinga. *Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 35 (102): 333 – 345.
- Mazparrote, S. 1977.** Introducción al estudio del fitoplancton marino: su composición, productividad y distribución. Editorial Natura SRL. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. 122 pp.
- Mazparrote, S. y Ceniceros, J. 1997.** Fundamentos de ecología: Conceptos básicos y guía para trabajos de campo. Editorial Biosfera. Caracas. Venezuela. 306 pp.

- Mendoza, M. 2003.** Modelado de la cuña salina y del flujo de nutrientes en el tramo estuarino del Río Ebro. Universidad de Barcelona. Departamento de Ecología. Tesis Doctoral. España.
- Moreno, J. L., Licea, S. y Santoyo, H. 1996.** Diatomeas del Golfo de California. Universidad Autónoma de Baja California Sur - México. 272 pp.
- Moreno, C.E. 2001.** Métodos para medir biodiversidad. Manuales y Tesis SEA, vol. 1 Zaragoza, 84 pp.
- Montgomery, R.T., Mcpherson, B.F. y Emmons, E.E. 1991.** Effects of nitrogen and phosphorus additions of phytoplankton productivity and chlorophyll a in a subtropical estuary, Charlotte Harbor, F1 US Geological Survey. Water Resources Investigations Report 91-4077. 37 pp.
- Müller-Karger, F.E., Varela, R., Thunnell, R., Scranton, M., Bohrer, R., Taylor, G., Capelo, J., Astor, Y., Tappa, E., Ho, T.Y. y Walsh, J. 2001.** Annual cycle of primary production in the Cariaco Basin: Response to upwelling and implication for vertical export. *Journal of Geophysical Research* 106:4527 – 4542.
- Muñoz, H., Armienta, M.A., Vera, A. y Cenicerros, N. 2002.** Nitrato en el agua subterránea del Valle de Huamantla, Tlaxcala, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 20 (3): 91 – 97.
- National Academy of Sciences (NAS). 1969.** Eutrophication, causes, consequences, correctives. Washington, D.C. The National Academies Press. 661 pp.
- National Research Council (NRC). 2000.** Clean coastal waters: Understanding and reducing the effects of nutrient pollution. The National Academies Press. 405 pp.
- Odum, E. 1971.** Fundamentals of ecology. W.B. Saunders Company. 574 pp.
- Okuda, T. 1969.** Estudio comparativo de las condiciones hidrográficas de las Lagunas de Unare y Tacarigua. *Memorias del Simposio Internacional sobre Lagunas Costeras UNAM-UNESCO*. México D.F.
- Okuda, T., Benítez, A. y Fernández, E. 1975.** Condiciones hidrográficas y químicas en la Bahía de Mochima y la Laguna Grande de Obispo, desde 1964 a 1966. *Boletín del Instituto Oceanográfico* 14: 251 – 268.
- Okuda, T., García, A., Gamboa, B. y Fernández, E. 1978.** Variación espacial del fósforo y nitrógeno inorgánicos en el Golfo de Cariaco. *Boletín del Instituto Oceanográfico* 17: 89 – 104.
- Ortega, M. 1984.** Catálogo de algas continentales recientes de México. Coordinación de la investigación científica. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.

- Osuna, T. 1983.** Estudio sedimentológico, físico químico y macrobentos del Golfete de Cuare, Chichiriviche, Estado Falcón. TEG. UCV. Caracas. 134.
- Parsons, T.R., Maita, Y. y Lalli, C.M. 1984.** A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press. 173 pp.
- Perdomo, B. 1997.** Interacción entre el Parque Nacional “El Avila” y la Ciudad de Caracas, Venezuela. Uso Público y Potencial, Preferencia Paisajísticas y Valoración de las Actividades de Ocio. Tesis Doctoral, UAMM, Madrid, España. 232 pp.
- Pérez C., G. 2002.** Estudio comparativo de la tasa de crecimiento y la tasa de pastoreo de la comunidad fitoplanctónica en tres localidades contrastantes del Parque Nacional Morrocoy. Estado Falcón. T.E.G. UCV. 97 pp.
- Philips, E.J. y Badylak, S. 1996.** Spatial variability in phytoplankton standing crop and composition in a shallow inner-shelf lagoon, Florida Bay, Florida. *Bulletin of Marine Science* 58(1): 203 – 216.
- Pielou, E.C. 1977.** Mathematical ecology. New York: John Wiley and Sons. 385 pp.
- Prescott, G.W. 1970.** How to know the freshwater algae. W.C. Brown Company. 348 pp.
- Raga, E. 2006.** Caracterización de suelos y aguas intersticiales en manglares degradados en el Golfete de Cuare. T.E.G. UCV.
- Ramos, M. 2006.** Estudios de la variabilidad especial de Ca, K, Mg, Fe, P, C, Na, N y S en los sedimentos depositados en el Golfete de Cuare, Estado Falcón, Venezuela. TEG. UCV.
- Redfield, A. 1958.** The biological control of chemical factors in the environment. *American Scientist* 46: 205 – 221.
- Reyes-Vásquez, G. 1975.** Diatomeas litorales de la Familia Naviculaceae de la Laguna La Restinga. Isla de Margarita. Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico*. (Universidad de Oriente) 14 (2): 199 – 225.
- Riley, J.P. y Chester, R. 1971.** Introduction to marine chemistry. Academic Press. Londres. 465 pp.
- Rosenberg, R. 1990.** Eutrophication related marine ecosystem studies in western Sweden. En: Colombo G., Ferrari I., Ceccherelli, V.U., Rossi, R. (eds). *Marine eutrophication and population dynamics: 25th European Marine Biology Symposium*, Institute of Zoology, University of Ferrara. Olsen and Olsen. p. 17 – 20.
- Rosenweig, M.L. 1971.** Paradox of enrichment: destabilization of exploitation ecosystems in ecological time. *Science* 171: 385 – 387.

- Salazar-Acosta, C. 2000.** Biovolumen de dinoflagelados en diversos hábitats naturales de la plataforma nororiental de Venezuela. Tesis de Licenciatura de Biología, UDO. Venezuela.
- Sánchez, I. 1993.** Ecología y dinámica del fitoplancton en un arrecife coralino: Un estudio en los Islotes Dos Mosquises. Archipiélago Los Roques. Venezuela. Tesis doctoral. Universidad Central de Venezuela.
- Saubot, P. 1971.** Introducción a la ecología. Club Rosario de Acuariofilia CROA. Rosario. Argentina.
- Schindler, D.W. 1998.** Replication versus realism: the need for ecosystem-scale experiments. *Ecosystems* 1: 323 – 334.
- Smith, S.V. 1983.** Phosphorus versus nitrogen limitation in the marine environment. *Limnology and Oceanography* 20(6): 1149 – 1160.
- Sournia, A. 1967.** Le genre *Ceratium* (Périden planktonique) dans le canal de Mozambique: Contribution a une révision mondiale. *Vie et Milieu* 18: 375 – 499.
- Spiniello, P. 1982.** Composición, variaciones espaciales y análisis de sucesión del fitoplancton en la Laguna de Unare (Estado Anzoátegui). T.E.G. Lic. en Biología. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias. UCV.
- Spiniello, P. 1996.** Las diatomeas marino-costeras de Venezuela. *Caribbean Journal of Science* 32(4): 331 – 347.
- Spiniello, P. 1997.** Evaluación experimental de la limitación por nutrientes y el pastoreo por el zooplancton como mecanismos reguladores del fitoplancton de la Laguna de Tacarigua. Estado Miranda. Tesis Doctoral. Universidad Central de Venezuela.
- Spiniello, P. y Arocha, D. 2005.** Dinámica Espacial y Temporal del Fitoplancton en el Parque Nacional Morrocoy. En: Estudio Integral del Sistema Parque Nacional Morrocoy con vías al desarrollo de planes de uso y gestión para su conservación. Informe Final. USB – UCV – UNEFM – INIA – FONACIT. Caracas, Venezuela.
- Spiniello, P. y Pérez. 2005.** Dinámica espacial y temporal del fitoplancton en la Fachada Atlántica. E: Línea Base de Referencia Ambiental Fachada Atlántica. Informe Final. PDVSA.
- Stankey, A. 1990.** Conservation, Recreation and Tourism in Marine Setting: The good, the bad and the ugly? En: Proceedings of the 1990 Congress on Coastal and Marine Tourism. Honolulu, Hawaii, USA.
- Subero, S. 1991.** Análisis cualitativo y cuantitativo del fitoplancton de la Laguna de Unare y Píritu. Estado Anzoátegui. Venezuela. T.E.G. UDO.
- Szyska, T. 1992.** Dynamic of phytoplankton in a hypertrophia lake. *Universitytim Adama Miekiewicza W. Poznanin. Serie Biología.* 27: 1 – 39.

- Taramona, M. 1981.** Variación estacional y sucesión del fitoplancton en dos pastizales de Mantecal (Estado Apure). T.E.G. UCV. Facultad de Ciencias.
- Theodorou, A. J. 1992.** Ecological Consequences of Untrated wastewater discharge in the Sakarionikos Gulf, reece. Wat. Sci. Ech. 25(9):115 – 124.
- Thomas, C. R. 1997.** Identifying marine phytoplankton. Academic Press. USA.
- Thomas, P. 1990.** Coastal and marine tourism: A conservation perspective. En: Proceeding of the 1990 Congress on Coastal and Marine Tourism. Honolulu, Hawaii, USA.
- Troccoli-Ghinaglia, L. 1989.** Análisis cualitativo y cuantitativo del fitoplanctón de la Bahía de Charagato. Isla de Cubagua, Venezuela. Tesis de Maestría en Ciencias Marinas, UDO. Venezuela.
- Troncone, F. 1987.** Taxonomía y Ecología del Fitoplancton del Golfo de Paria. T.E.G. Lic. En Biología, Universidad de Oriente. Cumaná. Venezuela.
- Tsirsis, G., M. Karydis. 1998.** Evaluation of phytoplankton community indices for detecting eutrophic rends in the marine environment. Environmental Monitoring and Assessment 50: 255 – 269.
- Underwood, G.J.C., Phillips, J. y Saunders, K. 1998.** Distribution of estuarine benthic diatom species along salinity and nutrient gradients. European Journal of Phycology 33: 173 – 183.
- U.D.O., 1975.** Diatomeas litorales de la Familia Naviculaceae de La Laguna de la Restinga. Isla de Margarita, Venezuela. Bol. Inst. Oceanog. U.D.O., Cumaná. Venezuela. 14(2):199 – 225.
- Utermohl, H. 1958.** Zur Vervollkommung fer quantitativen Phytoplankton Methodik. Mitt. Int. Ver. Limnol. 9: 1 – 38.
- Valdovino, C. 2004.** Ecosistemas estuarinos. 18. 395 – 407. Concepción. Chile.
- Varela, M. y Varela, R. 1983.** Microalgas del Bajo Orinoco y Delta Amacuro, Venezuela II. Bacillariophyceae, Dynophyceae. Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle 33, Número 126. 27.
- Villasmil, J. 2008.** Efectos del enriquecimiento con Nitrógeno y Fósforo sobre la estructura comunitaria fitoplanctónica en Puerto Colombia. (Edo. Aragua). Trabajo Especial de Grado. UCV.
- Voltolina, A.L. y Voltolina, D. 1975.** Observaciones fitoplanctónicas en la Laguna de Arestinga. Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle 35: 102.28.
- Wetzel, R.G. 2001.** Limnology: Lake and river ecosystems. Academic Press. 1006 pp.

- Zoppi, E. 1974.** Comparación de algunas características del plancton entre las lagunas costeras de Tacarigua y Unare, Venezuela. Boletín del Instituto Oceanográfico (UDO) 13 (1 y 2): 129 – 146.
- Zoppi, E. y Spiniello, P. 2001.** El plancton del Parque Nacional Morrocoy. Informe Final. Agenda Parque Nacional Morrocoy. Estudio Integral del Sistema Parque Nacional Morrocoy con vías al desarrollo de planes de uso de gestión para su conservación. Segundo año de ejecución. UCV, USB, UNEFM, FONAI-A-CIAE, CONICIT. Tomo I.

12. ANEXOS

12.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ORGANISMOS IDENTIFICADOS DEL FITOPLANCTON EN EL GOLFETE DE CUARE – ESTADO FALCÓN.

División: BACILLARIOPHYTA

Clase: Fragilariophyceae (Diatomeas pennadas sin rafe)

Subclase: Fragilariophycidae

Orden: Fragilariales

Familia: Fragilariaceae

Género: *Fragilaria* sp. 1

Fragilaria sp. 2

Fragilaria sp. 3

Fragilaria sp. 4

Fragilaria sp. 5

Fragilaria sp. 6

Fragilaria sp. 7

Género: *Fragillariopsis* sp. 1

Fragillariopsis sp. 2

Género: *Synedra* sp.

Subclase: Bacillariophycidae (diatomeas pennadas con rafe)

Orden: Lyrellales

Familia: Lyrellaceae

Género: *Lyrella* sp.

Orden: Mastogloiales

Familia: Mastogloiaceae

Género: *Mastogloia* sp.

Familia: Gomphonemataceae

Género: *Gomphonema* sp.

Familia: Cocconeidaceae

Género: *Cocconeis* sp.

Orden: Naviculales

Familia: Naviculaceae

Género: *Navicula* sp. 1

Navicula sp. 2

Género: *Gyrosigma* sp.

Familia: Pleurosigmataceae

Género: *Pleurosigma* sp. 1

Pleurosigma sp. 2

Familia: Catenulaceae

Género: *Amphora* sp. 1

Amphora sp. 2

Orden: Peridinales

Familia: Pyrophacaceae

Género: *Pyrophacus* sp.

Familia: Peridiniaceae
 Género: *Peridinium* sp. 1
 Género: *Protoperidinium* sp.1
 Protoperidinium sp. 2
 Familia: Gonyaulacaceae
 Género: *Gonyaulax* sp.1
 Gonyaulax sp. 2
 Familia: Ceratiaceae
 Género: *Ceratium* sp. 1
 Ceratium sp. 2
 Ceratium sp. 3
 Ceratium sp. 4
 Ceratium sp. 5
 Ceratium sp. 6
 Ceratium sp. 7
 Ceratium sp. 8
 Familia: Podolampaceae
 Género: *Podolampas* sp.
 Orden: Nocticales
 Familia: Noctilucidae
 Género: *Noctiluca* sp.
 Subclase: Thalassiosirrophycidae
 Orden: Thalassiosirales
 Familia: Thalassiosiraceae
 Género: *Thalassiosira* sp. 1
 Thalassiosira sp. 2
 Thalassiosira sp. 3
 Thalassiosira sp. 4
 Thalassiosira sp. 5
 Thalassiosira sp. 6
 Thalassiosira sp. 7
 Thalassiosira sp. 8
 Thalassiosira sp. 9
 Thalassiosira sp. 10
 Thalassiosira sp. 11
 Thalassiosira sp. 12
 Thalassiosira sp. 13
 Thalassiosira sp. 14
 Género: *Thalassiotrix* sp.
 Familia: Skeletonemataceae
 Género: *Skeletonema* sp. 1
 Skeletonema sp. 2
 Familia: Stephanodiscaceae
 Género: *Cyclotella* sp.
 Familia: Lauderiaceae
 Género: *Lauderia* sp.

Subclase: Coscinodiscophycidae
 Orden: Aulocoseirales
 Familia: Aulocoseiraceae
 Género: *Aulocoseira* sp.
 Orden: Coscinodiscales
 Familia: Coscinodiscaceae
 Género: *Coscinodiscus* sp. 1
 Coscinodiscus sp. 2
 Familia: Hemidiscaceae
 Género: *Actynocyclus* sp.
 Subclase: Biddulphiophycidae
 Orden: Triceratiales
 Familia: Triceratiaceae
 Género: *Odontella* sp. 1
 Odontella sp. 2
 Orden: Hemiaulales
 Familia: Plagiogrammaceae
 Género: *Hemiaulus* sp.
 Género: *Eucampia* sp. 1
 Eucampia sp. 2
 Género: *Ceratulina dentata*
 Género: *Climacodium* sp.
 Orden: Bacillariales
 Familia: Bacillariaceae
 Género: *Nitzschia* sp. 1
 Nitzschia sp. 2
 Nitzschia sp. 3
 Género: *Pseudonitzschia* sp.
 Género: *Cylindrotheca closterium*

División: PYRROPHYTA

Clase: Dinophyceae

Orden: Prorocentrales

Familia: Prorocentraceae

Género: *Prorocentrum* sp. 1
 Prorocentrum sp. 2
 Prorocentrum sp. 3
 Prorocentrum sp. 4
 Prorocentrum sp. 5
 Prorocentrum sp. 6
 Prorocentrum sp. 7
 Prorocentrum sp. 8
 Prorocentrum sp. 9
 Prorocentrum sp. 10
 Prorocentrum sp. 11
 Prorocentrum sp. 12

Familia: Dinophysiceae
 Género: *Dinophysis* sp. 1
 Dinophysis sp. 2
 Dinophysis sp. 3
 Dinophysis sp. 4
 Dinophysis sp. 5
 Dinophysis sp. 6
 Familia: Oxyphysaceae
 Género: *Oxytoxum* sp.
 Subclase: Rhizosoleniophycidae
 Orden: Rhizosoleniales
 Familia: Rhizosoleniaceae
 Género: *Rhizosolenia* sp. 1
 Rhizosolenia sp 2
 Rhizosolenia sp 3
 Rhizosolenia sp 4
 Rhizosolenia sp 5
 Rhizosolenia sp 6
 Género: *Prosbocia* sp.
 Género: *Guinardia* sp. 1
 Guinardia sp 2
 Subclase: Chaetocerotophycidae
 Orden: Chaetocerotales
 Familia: Chaetocerotaceae
 Género: *Chaetoceros* sp.1
 Chaetoceros sp. 2
 Chaetoceros sp. 3
 Chaetoceros sp. 4
 Chaetoceros sp. 5
 Chaetoceros sp. 6
 Chaetoceros sp. 7
 Chaetoceros sp. 8
 Chaetoceros sp. 9
 Chaetoceros sp. 10
 Chaetoceros sp. 11
 Chaetoceros sp. 12
 Chaetoceros sp. 13
 Chaetoceros sp. 14
 Chaetoceros sp. 15
 Chaetoceros sp. 16
 Género: *Bacteriastrum* sp.
 Orden: Leptocylindrales
 Familia: Leptocylindraceae
 Género: *Leptocylindrus* sp.

División: CYANOPHYTA

Clase: Cyanophyceae

Subclase: Coccogonophycidae

Orden: Chroococcales

Familia: Chroococcaceae

Género: *Chroococcus* sp. 1

Chroococcus sp. 2

Género: *Merismopedia*

Género: *Microcystis*

Orden: Nostocales

Familia: Nostocaceae

Género: *Nostoc* sp.

Género: *Anabaena* sp. 1

Anabaena sp. 2

Familia: Oscillatoriaceae

Género: *Lyngbya*

Género: *Oscillatoria* sp. 1

Oscillatoria sp. 2

División: CHROMOPHYTA

Clase: Chrysophyceae (Crisoficeas)

Orden: Dictyochales (Silicoflagelados)

Género: *Dictyocha crux*

Dictyocha fibula

Dictyocha sp.

División CHLOROPHYTA

Clase: Chlorophyceae

Orden: Volvocales

Familia: Dunaliellaceae

Género: *Dunaliella* sp.

División: EUGLENOPHYTA

Clase: Euglenophyceae

Orden: Euglenales

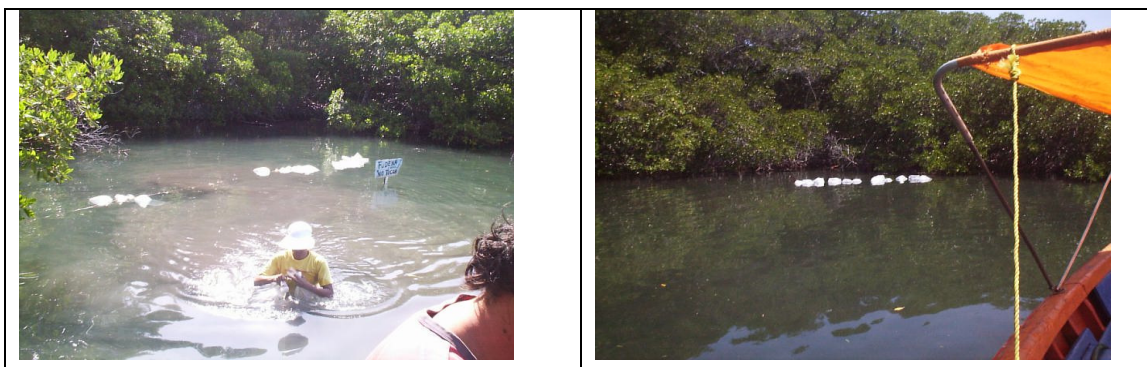
Familia: Euglenaceae

Género: *Euglena* sp. 1

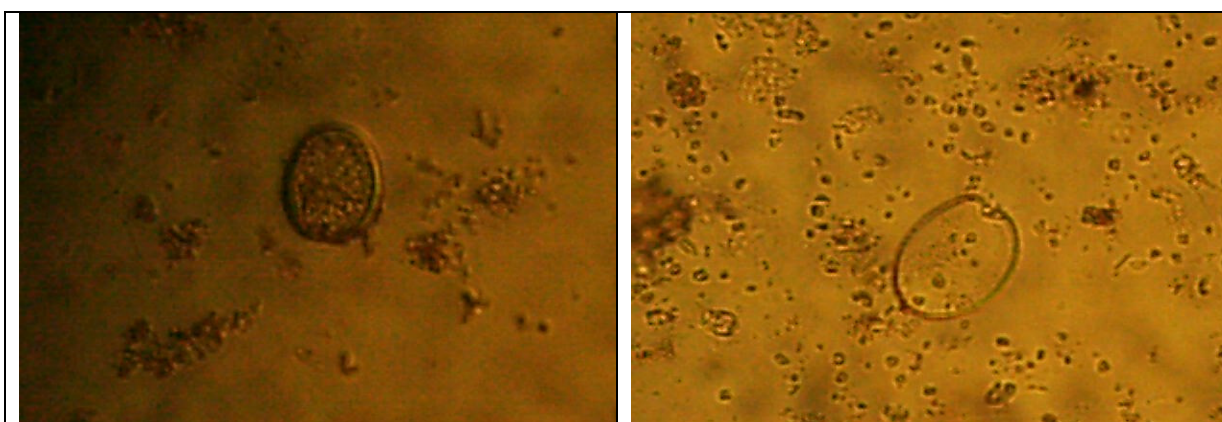
Euglena sp. 2

Euglena sp. 3

12.2 Fotos varias



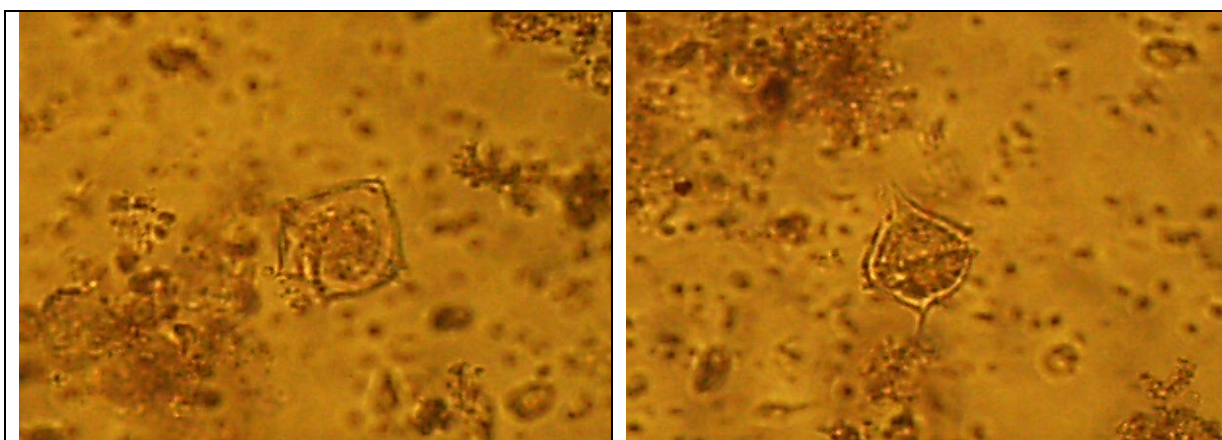
Colocación de los microcosmos (control y tratamiento) en la boca del Golfete de Cuare.



Familia: Prorocentraceae (Stein, 1883)

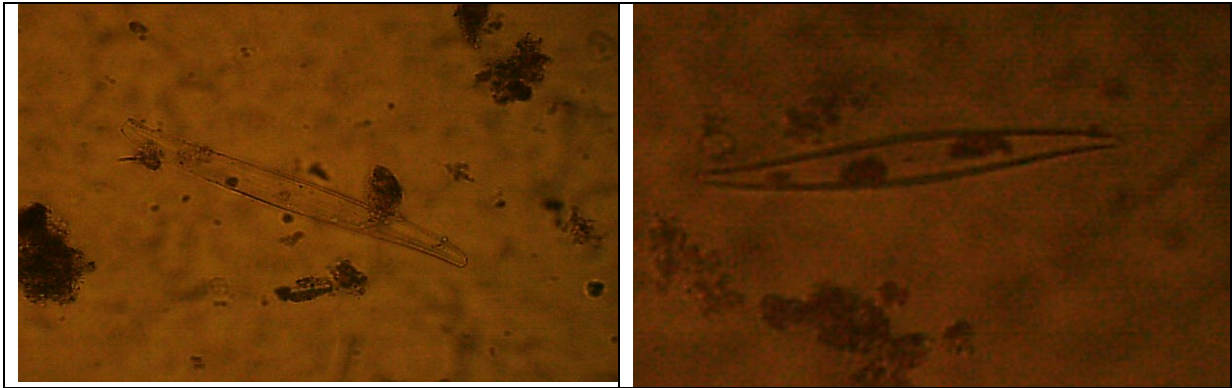
Prorocentrum scutella

Prorocentrum micans

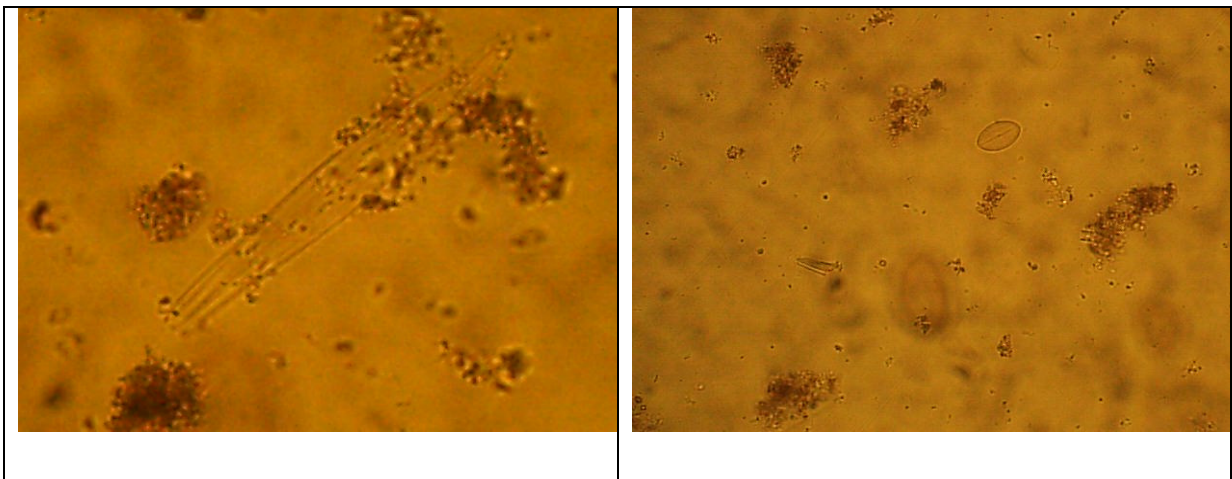


Familia: Peridiniaceae (Ehrenberg, 1928)

Protoperidinium tuba

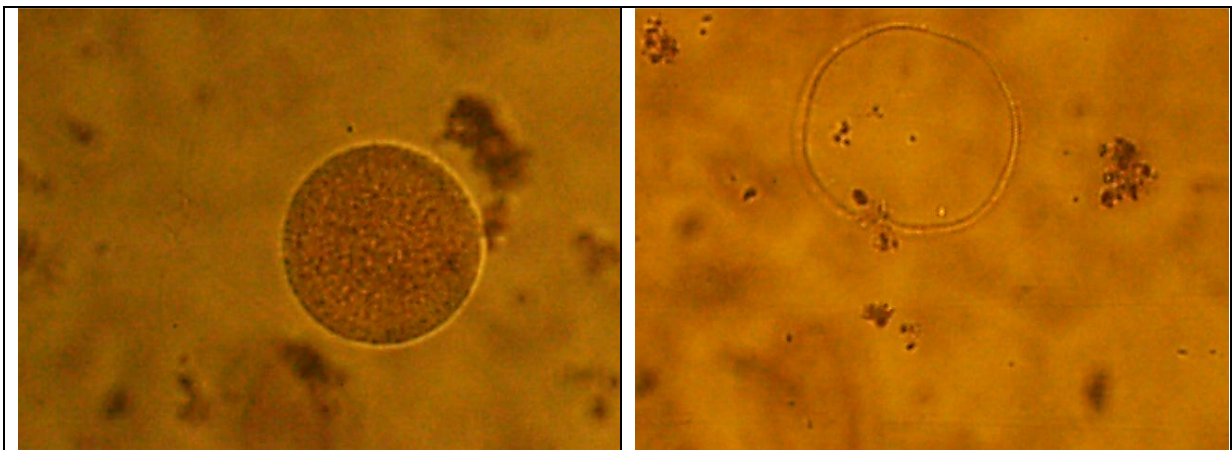


Familia: Pleurosigmataceae (Mereschkowky, 1903)
Pleurosigma sp.



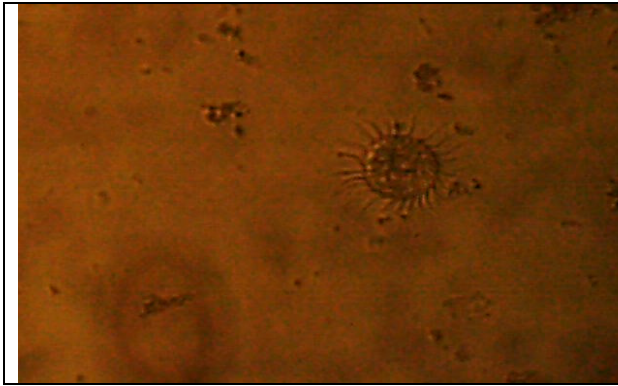
Familia: Thalassionemataceae (Round)
Thalassionema fraufeldii

Familia: Naviculaceae (Kützing, 1844)
Navicula sp.

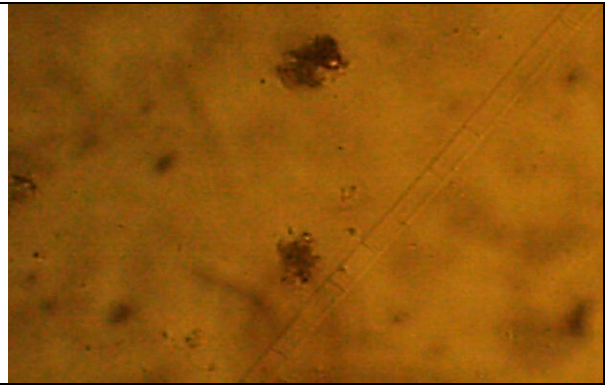


Familia: Cocconeicaceae (Kützing, 1844)
Cocconeis sp.

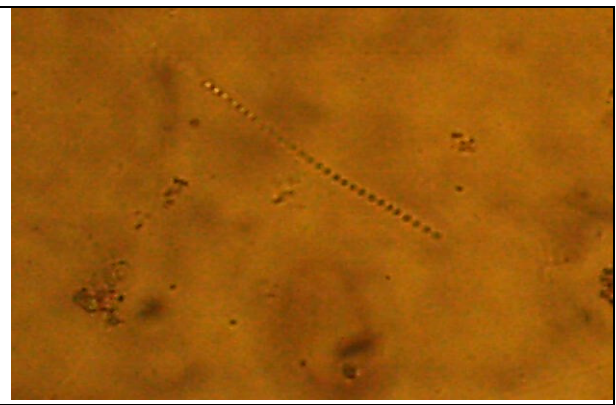
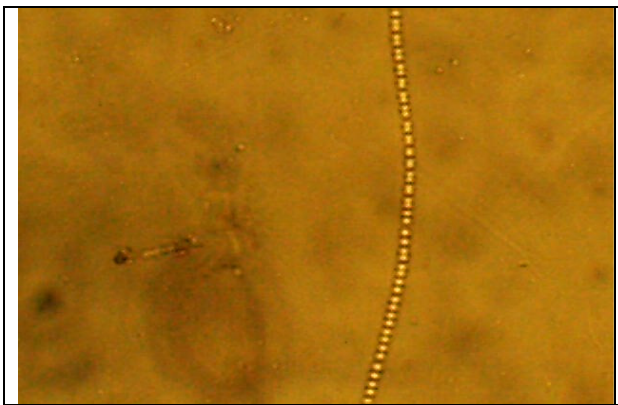
Familia: Pyrophacaceae
Pyrophacus sp.



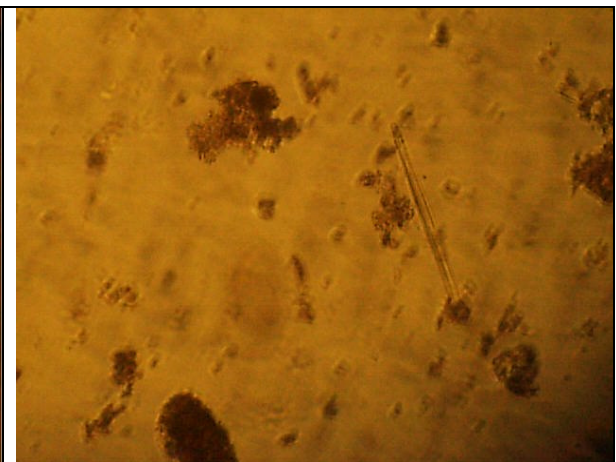
Familia: Chaetocerotaceae (Ralf in Prichard, 1861)
Bacteriastrum sp.



Familia: Cyanophyceae
Lyngbya sp.

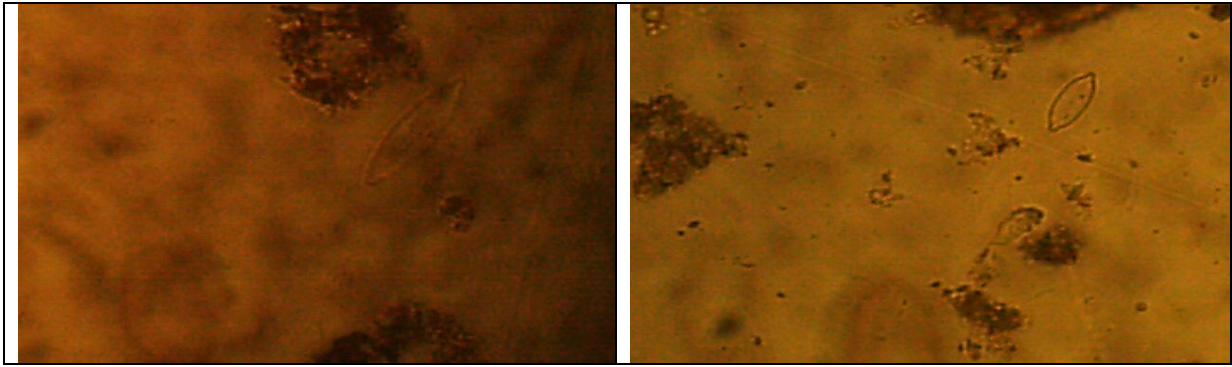


Familia: Nostocaceae
Anabaena sp.



Familia: Bacillariaceae (Ehrenberg, 1937)
Cylindroteca closterium

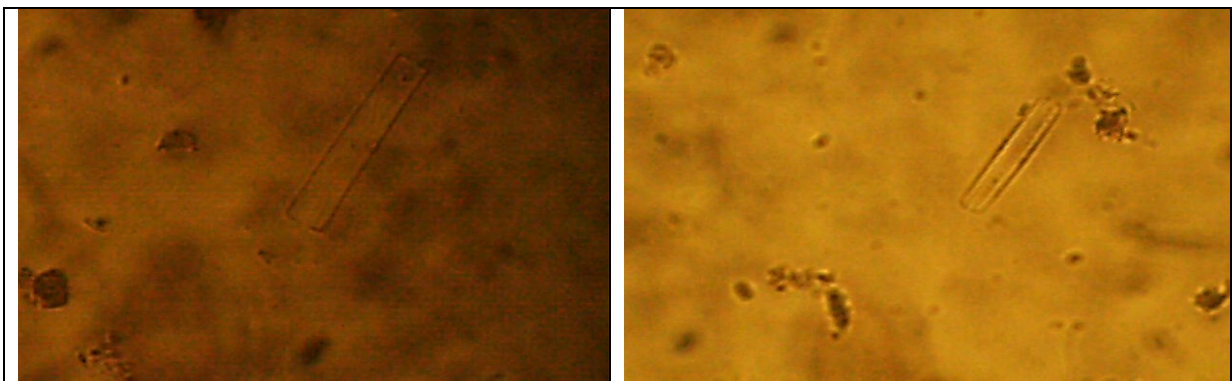
Nitzschia sp.



Familia: Oxytoxaceae (Lindemann, 1928)
Oxytoxum sp.



Familia: Bacillariaceae (Ehrenberg, 1937)
Skeletonema costatum

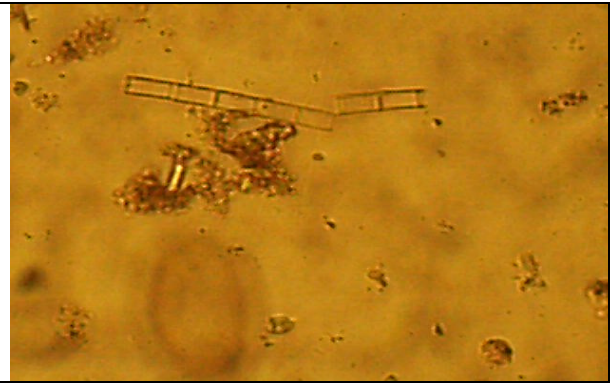


Familia: Bacillariaceae (Ehrenberg, 1937)
Striatella unipunctata

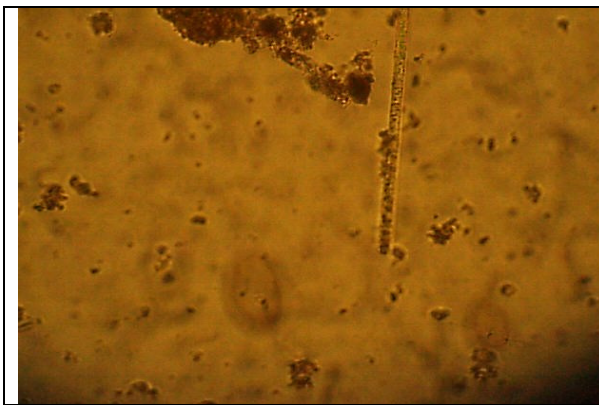
Familia: Catenulaceae (Mann)
Amphora sp.



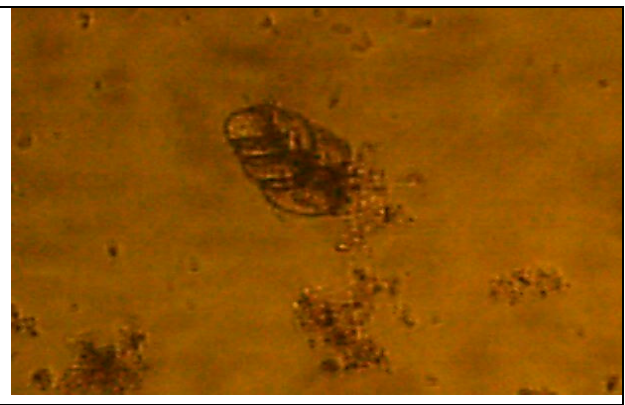
Familia: Bacillariaceae (Ehrenberg, 1937)
Manguinea fusiformis



Familia: Aulacoseiraceae (Crawford, 1990)
Aulocoseira granulata



Familia: Rhizosoleniaceae (De Toni, 1890)
Rhizosolenia sp.



Familia: Gonyaulacaceae (Lindemann, 1928)
Gonyaulax sp.

12.3 Tablas de precipitación mes de marzo.

Tabla A1. Variables ambientales correspondientes al mes de marzo de 2007. Proyecto Variables Hidrometeorológicas FUDENA. Estación Meteorológica Chichiriviche, Edo. Falcón. Recolectores: Napoleón Reyes y Eleazar Castillo.

Día	Precipitación (mm)	Temperatura °C		Humedad relativa %	Nubosidad %
		Máx	Mín		
1	0	37	21	78	30
2	0	37	20	77	20
3	0	37	21	77	10
4	0,21	37	21	78	10
5	0	38	21	77	10
6	0	38	20	77	10
7	0	37	21	77	10
8	0	37	21	77	20
9	0		21		20
10	0	37	20	77	10
11	0	37	20	77	10
12	0	36	20	77	10
13	0	37	21	77	30
14	0	37			30
15	0	36		76	20
16	0	37	20	76	20
17	0	37	20	76	20
18	0	36	21	77	20
19	0	37	20	77	20
20	0	37	20		
21	0	36	21		40
22	0	37	20		30
23	0	37	20	77	30
24	0	36	21	76	20
25	6,4	36	20	77	30
26	2,7	36	20	77	50
27	0	36	21	77	30
28	0	37	20	77	20
29	0	37	20	77	20
30	0	37	20	77	20
31		37	20	72	30

12.4 Tablas de precipitación mes de octubre.

Tabla A2. Variables ambientales correspondientes al mes de octubre de 2007. Proyecto Variables Hidrometeorológicas FUDENA. Estación Meteorológica Chichiriviche, Edo. Falcón. Recolectores: Napoleón Reyes y Eleazar Castillo.

Día	Precipitación (mm)	Temperatura °C		Humedad relativa %	Nubosidad %
		Máx	Mín		
1	0	36	20	76	30
2	0	36	20	77	20
3	0	36	20	76	20
4	0	37	20	77	20
5	3,4	36	21	77	30
6	0	36	20	76	40
7	0	37	21	77	30
8	0,3	37	21	77	20
9		37	20	77	30
10	1,7	36	21	77	50
11	5,3	36	21	77	70
12	12,4	36	21	77	80
13	8,5	36	21	76	70
14	0	36	20	77	80
15	0	36	20	77	30
16	3,4	36	20	77	40
17	94,3	36	20	77	60
18	166,3	36	20	76	90
19	10,1		21	77	90
20	7,9	36	21	78	90
21	87,3	36	20	78	90
22	58,6	36	20	78	90
23	0	36	21	78	70
24	0	36	20	77	30
25	1,7	36	20	78	50
26	0	36	21	77	30
27	0	36	20	76	40
28	0	36	21	77	30
29	10,5	36	21	77	40
30	31,8	36	21	78	60
31	0	36	21	78	80

12.5 Índice de Shannon.

Tabla A3. Índice de diversidad para ambiente (sequía y lluvia).

Datos importados
Análisis de 5 variables x 136 casos
Los datos serán transpuestos antes del análisis

Muestras	Index	Evenness	Num.Spec.
Ambiente total sequía d1	3,175	0,82	48
Ambiente total sequía d2	3,04	0,737	62
Ambiente total sequía d3	2,479	0,667	41
Ambiente total sequía d4	3,101	0,714	77
Ambiente total sequía d5	2,491	0,64	49

Muestras	Index	Evenness	Num.Spec.
Ambiente total lluvia día 1	3,096	0,736	67
Ambiente total lluvia día 2	2,784	0,715	49
Ambiente total lluvia día 3	2,203	0,555	53
Ambiente total lluvia día 4	1,951	0,536	38
Ambiente total lluvia día 5	2,543	0,694	39

Tabla A4. Índice de diversidad (control – tratamiento en sequía).

Análisis de 10 variables x 168 casos

Muestras	Index	Evenness	Num.Spec.
Total control 1 s	3,613	0,786	99
Total control 2 s	3,426	0,763	89
Total control 3 s	2,803	0,703	54
Total control 4 s	3,187	0,792	56
Total control 5 s	3,231	0,783	62
Total tratamiento 1 s	3,57	0,784	95
Total tratamiento 2 s	3,426	0,763	89
Total tratamiento 3 s	3,414	0,773	83
Total tratamiento 4 s	3,306	0,733	91
Total tratamiento 5 s	3,231	0,783	62

Tabla A5. Índice de diversidad (control – tratamiento en lluvia).

Muestras	Index	Evenness	Num.Spec.
Total control 1 ll	3,532	0,789	88
Total control 2 ll	3,814	0,815	108
Total control 3 ll	3,335	0,749	86
Total control 4 ll	3,198	0,689	104
Total control 5 ll	3,011	0,727	63
Total tratamiento 1 ll	3,532	0,789	88
Total tratamiento 2 ll	3,739	0,8	107
Total tratamiento 3 ll	3,335	0,749	86
Total tratamiento 4 ll	3,198	0,689	104
Total tratamiento 5 ll	3,011	0,727	63

Tabla A6. Análisis de todas las muestras, la inercia y el porcentaje de inercia acumulada en los distintos ejes de correspondencia, para ambiente.

	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5
Autovalores	0,751	0,551	0,424	0,392	0,26
Porcentaje acumulado	20,795	15,25	11,741	10,855	7,2
Porcentaje acumulado	20,795	36,045	47,786	58,641	65,841
	Axis 6	Axis 7	Axis 8	Axis 9	Axis 10
Autovalores	0,234	0,203	0,151	0,103	0,089
Porcentaje acumulado	6,476	5,613	4,178	2,861	2,476
Porcentaje acumulado	72,318	77,93	82,109	84,97	87,446
	Axis 11	Axis 12	Axis 13	Axis 14	Axis 15
Autovalores	0,084	0,055	0,044	0,037	0,035
Porcentaje acumulado	2,33	1,522	1,226	1,033	0,977
Porcentaje acumulado	89,776	91,298	92,524	93,558	94,535
	Axis 16	Axis 17	Axis 18	Axis 19	Axis 20
Autovalores	0,031	0,03	0,027	0,024	0,02
Porcentaje acumulado	0,871	0,83	0,745	0,674	0,559
Porcentaje acumulado	95,405	96,236	96,981	97,654	98,213
	Axis 21	Axis 22	Axis 23	Axis 24	Axis 25
Autovalores	0,017	0,014	0,011	0,007	0,005
Porcentaje acumulado	0,48	0,39	0,306	0,181	0,125
Porcentaje acumulado	98,694	99,084	99,39	99,57	99,696
	Axis 26	Axis 27	Axis 28	Axis 29	Axis 30
Autovalores	0,004	0,003	0,002	0,002	0
Porcentaje acumulado	0,112	0,078	0,062	0,052	0
Porcentaje acumulado	99,808	99,886	99,948	100	100

Tabla A7. Análisis de todas las muestras, la inercia y el porcentaje de inercia acumulada en los distintos ejes de correspondencia, para ambiente – control.

	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6	Axis 7	Axis 8
Autovalores	0,739	0,667	0,408	0,371	0,356	0,328	0,324	0,291
Porcentaje	12,156	10,975	6,716	6,109	5,848	5,39	5,338	4,795
Porcentaje acumulado	12,156	23,131	29,847	35,956	41,805	47,195	52,532	57,327

	Axis 9	Axis 10	Axis 11	Axis 12	Axis 13	Axis 14	Axis 15	Axis 16	Axis 17
Autovalores	0,242	0,21	0,171	0,164	0,156	0,144	0,138	0,124	0,107
Porcentaje	3,978	3,456	2,816	2,705	2,566	2,37	2,27	2,034	1,766
Porcentaje acumulado	61,305	64,761	67,577	70,282	72,848	75,218	77,488	79,522	81,288

Tabla A8. Análisis de todas las muestras, la inercia y el porcentaje de inercia acumulada en los distintos ejes de correspondencia, para control – tratamiento.

	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6
Autovalores	0,6	0,428	0,354	0,243	0,227	0,178
Porcentaje	21,569	15,388	12,706	8,717	8,164	6,395
Porcentaje acumulado	21,569	36,957	49,663	58,38	66,544	72,939

	Axis 7	Axis 8	Axis 9	Axis 10	Axis 11	Axis 12
Autovalores	0,166	0,116	0,077	0,063	0,054	0,048
Porcentaje	5,97	4,154	2,782	2,254	1,941	1,739
Porcentaje acumulado	78,909	83,063	85,845	88,099	90,039	91,778