

**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LAS COMUNIDADES DE VEGETACIÓN
ACUÁTICA EN EL CAÑO AGUAS NEGRAS Y PLANO INUNDABLE DEL RÍO
FUNDACIÓN.**

*(Monitoreo ambiental de los efectos de la reconexión Río Magdalena Ciénaga
Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano).*

MARISOL CORREA WILCHES

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS
PROGRAMA DE BIOLOGIA
SANTA MARTA, D. T. C. H
2003**

**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LAS COMUNIDADES DE VEGETACIÓN
ACUÁTICA EN EL CAÑO AGUAS NEGRAS Y PLANO INUNDABLE DEL RÍO
FUNDACIÓN.**

*(Monitoreo ambiental de los efectos de la reconexión Río Magdalena
Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano).*

MARISOL CORREA WILCHES

Trabajo presentado como requisito parcial para optar el título de Biólogo.

Director

CARLOS AUGUSTO HERNÁNDEZ JIMÉNEZ

M. Sc: Biología Marina

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS
PROGRAMA DE BIOLOGIA
SANTA MARTA D.T.C.H.**

2003

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Santa Marta, Noviembre de 2003

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS por todas las maravillas de la vida.

Hidalgo de Jesús Payares Aguas Q. E. P. D., por su gran apoyo y confianza. "La razón y la fe agradecen los dones de la vida pero el corazón habla de tu ausencia."

Mi director de tesis, Carlos Hernández Jiménez, por su gran aporte ayuda y colaboración.
"Gracias por su amistad y confianza"

La señora Marta Hernández por su tolerancia. **Q. E. P. D.**

Mis compañeros Inirida Steba, Diana Restrepo, Alex Baez y Celeste Martínez, Por su invaluable ayuda en el proceso y realización de este trabajo.

Mi novio Santiago Andrade y su familia por su colaboración y animo en la fase final de este trabajo

Luis Camargo, Javier Rodríguez y Edwin Cuello

A la señora Eloisa Martínez y sus hijas Inirida y Yaneris Steba, por recibirme en su hogar.

A todo el grupo de profesores del programa de biología por la orientación prestada durante toda la carrera.

Las instituciones que financiaron y apoyaron el proyecto: Universidad del Magdalena, COLCIENCIAS, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Corporación Autónoma del Magdalena (CORPAMAG) y Unidad Administrativa del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UASPNN).

DEDICO A

DIOS todo poderoso por que sin el este sueño no hubiera sido posible.

Hidalgo de Jesús Payares Aguas Q. E. P. D. "Ilusiones que juntos forjamos se van alcanzando en la sublime esperanza de que tu las compartes."

Mi director de tesis Carlos Hernández y su esposa Marta Hernández *Q. E. P. D.*

Mi Abuela Sol Acuña

Mis padres Gabriel Correa y Cecilia Wilches.

Mis hermanos Mariangelly, Gabriel, Edgar, José y Danith.

Mis sobrinos Luisa Fernanda, Juan Felipe y Mauricio José.

Mis tías especialmente Sofía, Juana y Marina.

Mis primos Edward Q. E. P. D, Jhonny y Lorena.

Mi novio Santiago Andrade Pacheco y su familia, en especial la señora Sonia, Miguel Angel, Erick y el padre Pacheco.

Mis amigos Inirida Steba, Elizabeth Álvarez, Luis Camargo Celeste Martínez y Paulina Pertuz.

Todos los que no creyeron en mi... "Lo logre".

~~2439~~
BB
00008



TABLA DE CONTENIDO

	RESUMEN	1
I	INTRODUCCIÓN	2
2.0	MATERIALES Y METODOS	9
2.1	Descripción Del área	9
2.1.1	Ubicación geográfica	9
2.1.2	Clima	9
2.1.3	Vegetación	10
2.1.4	Hidrología	10
2.2.	Descripción de estaciones	10
2.2.1.	Desembocadura del caño Jobo en el río Fundación	10
2.2.2.	Desembocadura del caño Aguas Negras en la Ciénaga de Pajarales	12
2.3	Premuestreo	14
2.4	Muestreo	14
2.4.1.	Variables biológicas	14
2.4.1.1	Biomasa	14
2.4.1.2	Identificación taxonómica	15
2.4.1.3	Formas de vida	15
2.4.2	Variables Físico-químicas	15
2.4.2.1	Oxígeno disuelto mgO ₂ /l	15
2.4.2.2	Temperatura °C	15
2.4.2.3	Salinidad y Conductividad μs/c	15
2.4.2.4	PH Unidades de PH	17
2.4.2.5	Altura de la columna de agua (m)	17
2.4.2.6	Alcalinidad	17
2.4.2.7	Sólidos sedimentables	17
2.4.2.8	Sólidos totales	17
2.4.2.9	Sólidos suspendidos	17
2.5	Tratamiento de datos	18

2.5.1	Métodos univariados	
2.5.1.1	Índice de valor de importancia	18
2.5.1.2	Índice de Shannon-Wiener	18
2.5.1.3	Índice de Simpson	19
2.5.1.4	Diversidad máxima	19
2.5.1.5	Diversidad mínima	20
2.5.1.6	Estadística descriptiva	20
2.5.1.7	Análisis de varianza	20
2.5.1.8	Prueba de correlación múltiple	20
2.5.1.9	Modelo de correlación simple	20
2.5.1.10	Análisis de regresión	21
2.5.2	Métodos multivariados	21
2.5.2.1	Análisis de agrupamiento	21
3.0	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
3.1	Variables Físico-químicas	22
3.1.1	Salinidad y Conductividad $\mu\text{s}/\text{c}$	22
3.2	Factores Biológicos	22
3.2.1	Caracterización florística y ubicación taxonómica	25
3.2.2	Biomasa	26
3.2.2.1	Biomasa total	27
3.2.2.2	Biomasa activa-Biomasa no activa	27
3.2.3	Número de especies e índice de diversidad	34
3.2.4	Índices ecológicos	40
3.2.5	Formas de vida	44
IV	CONCLUSIONES	48
V	RECOMENDACIONES	54
VI	BIBLIOGRAFÍA	58
VII	ANEXOS	59
		71

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.a Descripción de estaciones de desembocadura del Río Fundación a la altura de Caño Jobo.
- Figura 1.b Descripción de estaciones de desembocadura del Caño Aguas Negras en la Ciénaga de Pajarales.
- Figura 2 Salinidad PSU y conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$) eléctrica del agua durante el período de muestreo en la desembocadura del Caño Jobo en el río Fundación. 23
- Figura 3 Salinidad (psu) y Conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$) del cuerpo de agua durante el periodo de muestreo en la desembocadura del Caño Aguas Negras en la Ciénaga de Pajarales. 24
- Figura 4: Variación de la biomasa total (gramos de peso seco / m^2 ($\pm\text{DE}$), Conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$) en la DRFUN-CJ. 28
- Figura 5 Comparación de las medias biomasa seca intra estación (DRFUN-CJ) en los muestreos realizados en los años 1999 y 2000. 29
- Figura 6 Análisis de similitud Bray-Curtis por el método de ligamiento sencillo, utilizando la biomasa encontradas durante el período de estudio en la DRFUN-CJ. 30
- Figura 7 Variación de biomasa total (gramos de peso seco / m^2 (\pm Desviación Estándar), Conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$) en el periodo de 31

muestreo en la DCAN-CP

- Figura 8 Comparación de las medias de biomas (gramos de peso seco x m²) 32
intra estación (DCAN-CP) durante el período de muestreo.
- Figura 9 Análisis de similitud Bray-Curtis, utilizando la biomasa 33
encontradas durante el período de estudio en la DCAN-CP.
- Figura 10 Comparación entre estaciones por medias de la biomasa total 34
encontradas durante el periodo de estudio.
- Figura 11 Biomasa activa y biomasa no activa (gps/m²) fotosinteticamente de 35
las comunidades de vegetación acuática en la desembocadura del
caño Aguas-Negras en la ciénaga de Pajárales.
- Figura 12 Comparación intra estación (DCAN-CP) de las medias de biomasa 36
activafotosinteticamente durante el periodo de estudio.
- Figura 13 Comparación intra estación (DCAN-CP) para las medias de la 36
biomasa no activa.
- Figura 14 Biomasa activa y biomasa no activa (gps/m²) de las comunidades de 37
vegetación acuática e la desembocadura del río Fundación a la
altura de caño Jobo.
- Figura 15 Comparación intra estación (DRFUN-CJ) DE LAS medias de 38
biomasa activa gramos de peso seco x m² encontradas durante el
periodo de estudio
- Figura 16 Comparación intra estación (DRFUN-CJ) de las medias de biomasa 38
no activa Encontradas durante el periodo de estudio

E

- Figura 17 Comparación entre estaciones utilizando la biomasa activa 39
fotosintéticamente encontrada durante el período de estudio.
- Figura 18 Comparación entre estaciones por medias de la biomasa no activa 39
durante el período de estudio
- Figura 19 Número de especies y salinidad en la DCAN-CP Y DRFUN-CJ. 40
Durante el periodo de muestreo
- Figura 20 Índice de valor de importancia de cada una de las especies durante 41
el período de muestreo en la desembocadura del Caño Aguas
Negras en la Ciénaga de Pajarales.
- Figura 21 Índice de valor de importancia (IVI) de cada una de las especie 43
durante el periodo de muestreo en la desembocadura del caño Job
en el río Fundación.
- Figura 22 Variación temporal de la diversidad Sshannon-Wiener, Simpsons, 45
durante el período de estudio en DCAN-CP
- Figura 23 Variación temporal de la diversidad Sshannon-Wiener, Simpsons, 47
durante el período de estudio en DRFUN-CJ.
- Figura 24 Análisis de similitud por Jaccard con ligamiento sencillo, de las 52
formas de vida encontradas en la DRFUN-CJ
- Figura 25 Análisis de similitud por Jaccard con ligamiento sencillo, de las 53
formas de vida de la DCAN-CP.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Sistematización de las formas biológicas de las comunidades de macrofitas acuáticas (tomada y modificada de Maralef, 1983; Smith-Mumm, 1988 ^{a,b})	16
Tabla 2.	Valores de salinidad mínimos y máximos reportados por diferentes autores	24
Tabla 3.	Valores de los índices de diversidad Shannon-Wiener, Simpsons, H. Mínima, H. Máxima, porcentaje de H, Predominio y riqueza de la estación CDAN-CP	46
Tabla 4.	Valores de los índices de diversidad Shannon-Wiener, Simpsons, H. Mínima, H. Máxima, 5 de H, Predominio y riqueza de la estación DRFUN-CJ	48
Tabla 5.	Categorización de las formas de vida de cada una de las especies encontradas en el estudio.	49
Tabla 6.	Formas de vida presentes durante el período de estudio en la DRFUN-CJ	50
Tabla 7.	Formas de vida presentes durante el período de estudio en la DRFUN-CJ	51

LISTA DE ANEXOS

- Tabla 8. Valores de las variables físico-químicas en la desembocadura del Caño Aguas Negras en la Ciénaga de Pajalar, entre Agosto del 1999 y Octubre de 2000. Salinidad, Conductividad (us/cm), Alcalinidad Total (meq/L) pH, Oxígeno disuelto (mg/L), Porcentaje de saturación de oxígeno (%) 71
- Tabla 9. Valores de las variables físico- químicas en la desembocadura del Caño Jobo en el Río Fundación, entre Agosto del 1999 y Octubre de 2000. Salinidad, Conductividad (us/cm), Alcalinidad Total (meq/L) Ph, Oxígeno disuelto (mg/L), Porcentaje de saturación de oxígeno (%) 72
- Tabla 10. Valores de las variables físico-químicas en la desembocadura del Caño Aguas Negras en la Ciénaga de Pajalar. Temperatura (°C), Visibilidad del disco Secchi (m), Nivel de la columna de agua (m) Sólidos totales (mg/L) Sólidos sedimentables (ml/L), Sólidos Del cestón (mg/L). 73
- Tabla 11. Valores de las variables fisico-químicas en la desembocadura del Caño Jobo en el Río Fundación. Temperatura (°C), Visibilidad del disco Secchi (m), Nivel de la columna de agua (m) Sólidos totales (mg/L) Sólidos sedimentables (ml/L), Sólidos Del cestón (mg/L). 74
- Tabla 12. Valores de las variables físico-químicas de la desembocadura del Caño Jobo en el Río Fundación entre Agosto de 1999 y Octubre de 2000. Amonio (mg/L), Nitrato (mg/L), Nitritos (mg/L) Sulfatos (mg/L), Ortofosfatos (mg/L), Cloruros (mg/L). 75

- Tabla 13. Valores de las variables físico-químicas de la desembocadura del Caño Jobo en el Río Fundación entre Agosto de 1999 y Octubre de 2000. Amonio (mg/L), Nitrato (mg/L), Nitritos (mg/L) Sulfatos (mg/L), Ortofosfatos (mg/L), Cloruros (mg/L). 76
- Tabla 14. ANOVA a una vía para la biomasa total (gps/m²) en la estación desembocadura del río Fundación a la altura de caño Jobo. Entre agosto de 1999 y octubre de 2000. 77
- Tabla 15. Prueba de rango múltiple por el método LSD con un 95% de confianza de la biomasa total con el tiempo en la Desembocadura del río Fundación a la altura de caño Jobo. Entre agosto de 1999 y octubre de 2000. 77
- Tabla 16. ANOVA a una vía para la biomasa total (gps/m²) en la estación desembocadura del caño Aguas negras-ciénaga de Pajarales. Entre agosto de 1999 y octubre de 2000. 77
- Tabla 17. Prueba de rango múltiple por el método LSD con un 95% de confianza de la biomasa total con el tiempo en la desembocadura del caño Aguas Negras en la ciénaga de Pajaral entre agosto de 1999 y octubre de 2000. 78
- Tabla 18. Análisis de correlación entre la conductividad $\mu\text{sm/cm}$ y la biomasa total gps/m^2 . 78
- Tabla. 19 ANOVA a una vía para la biomasa activa (gps/m²) en la estación desembocadura del caño Aguas negras-ciénaga de Pajaral. Entre agosto de 1999 y octubre de 2000. 79
- Tabla 20. Prueba de rango múltiple por el método LSD con un 95% de confianza de la biomasa activa gps/m^2 con el tiempo en la Desembocadura del Caño Aguas Negras en la Ciénaga de Pajaral 79

entre Agosto de 1999 y Octubre de 2000.

Tabla 21 ANOVA a una vía para la biomasa no activa (gps/m^2) en la 80 estación desembocadura del caño Aguas negras-ciénaga de Pajarales. Entre agosto de 1999 y octubre de 2000.

Tabla 22. Prueba de rango múltiple por el método LSD con un 95% de 80 confianza de la biomasa no activa gps/m^2 con el tiempo en la desembocadura del caño Aguas Negras en la ciénaga de Pajaraal entre agosto de 1999 y octubre de 2000.

Tabla 23. ANOVA a una vía para la biomasa activa (gps/m^2) en la estación 81 desembocadura del río Fundación a la altura de caño Jobo. Entrea agosto de 1999 y octubre de 2000.

Tabla 24. ANOVA a una vía para la biomasa no activa (gps/m^2) en la 81 estación Desembocadura del Río Fundación a la altura de Caño Jobo. Entre Agosto de 1999 y Octubre de 2000.

Tabla 25. Análisis de correlación entre la conductividad $\mu\text{sm}/\text{cm}$ y la 82 biomasa total gps/m^2 .

RESUMEN

Entre agosto de 1999 y octubre de 2000 se estudió la comunidad de macrófitas acuáticas flotantes en la desembocadura del caño Aguas-negras en la ciénaga de Pajalar (DCAN-CP) y la desembocadura del río Fundación a la altura de caño Jobo (DRFUN-CJ) con el objeto de monitorear los efectos de la entrada de agua dulce sobre el sistema. Se realizaron mediciones de fitomasa peso seco por m² para valorar la abundancia de cada especie por unidad de área, se observó la presencia de las especies y su variación en el espacio y tiempo para monitorear los cambios de la estructura de esta comunidad vegetal. En cada estación se establecieron dos transecciones lineales, en cada uno de ellas se ubicaron de forma aleatoria tres cuadrantes de 0,25m², se cosechó toda la fitomasa contenida en el cuadrante, luego fue separada por especie y secada hasta peso seco constante.

Durante el periodo de muestreo se observaron 14 especies, de éstas todas se encuentran en DRFUN-CJ y 10 en DCAN-CP, se informan valores bajos de salinidad comparados con los reportados por otros autores en años anteriores, mostrando la influencia de la entrada de agua a través de los caños, sin embargo, no es claro que las variaciones que se presentan sea debido a la reapertura de los caños o a que hallan estado más influenciados por el evento macro climático "El fenómeno frío del Pacífico - La niña. Que tuvo ocurrencia durante el periodo de estudio. La disminución de la salinidad a propiciado una colonización y desarrollo de vegetación acuática, las cuales desempeñan un papel preponderante en el ecosistema, ya que por un lado constituye el mayor aporte de materia orgánica a las aguas y por otro, generan alrededor de ellas un hábitat que alberga una variada y abundante fauna asociada, además de su alta productividad; sin embargo cuando estas proliferan traen consigo problemas ecológicos y económicos como la colmatación de las ciénagas y el difícil acceso para la navegación.

Se observa que la comunidad en la DCAN-CP se encuentra en una fase joven en un proceso inicial de sucesión evidenciado por el alto predominio de una o dos especies, la baja diversidad, la simplicidad en general de su estructura condicionado por el avance y retroceso del frente de agua salina, que procede de la Ciénaga Grande de Santa Marta; la comunidad de la DRFUN-CJ se encuentra en una fase más madura en el proceso sucesional y los indicios permiten señalar que las perturbaciones que pueden afectar a la comunidad no tuvieron la intensidad para desorganizarla estructuralmente, como si ocurrió en el DCAN-CP. Todos estos cambios se pueden considerar como indicadores de aumentos así sean pequeños en la salinidad del agua.

Palabras clave: Macrófitas flotantes, fitomasa, monitoreo ambiental, ecosistema

INTRODUCCION

Desde el punto de vista ecológico, los sistemas acuáticos se conciben como conjuntos de subsistemas al interior de los cuales se desarrollan procesos biológicos y relaciones ecológicas que integradas entre si y con el medio externo determinan el comportamiento total del ecosistema. El análisis de una comunidad puede llevarse a cabo bajo distintos puntos de vista tanto estructurales como dinámicos. Estructuralmente la comunidad se define por lo que (Odum, 1984), denomino los esquemas, entre los más frecuentemente utilizados están: la riqueza y la abundancia de las especies; la estratificación horizontal y vertical, además se debe tener en cuenta la posición en el espacio cuyas dimensiones son los factores ambientales (Margalef, 1983). Es conocido que la estructura presenta patrones de variación que determinan la dinámica de las comunidades (Rondón, D. G y E. L. Rodríguez, 1996; Cole, 1975; Odum, 1984).

Las características estructurales y funcionales de los ecotonos están influidas principalmente por el régimen hidrológico, ya que la hidrología afecta factores abióticos como la salinidad, la anaerobiosis del suelo y la disponibilidad de nutrientes, de esta forma las características bióticas del sistema están controladas por los cambios hidrológicos (Holland y Ramírez, 1996), las diferencias en la magnitud, frecuencia y duración de la interacción hidrológica entre los ecosistemas resulta de una variedad de condiciones dentro del sistema determinando así la diversidad y abundancia de la vegetación. (Cooper, *et al* 1974). Estos factores se encargan de reflejar e identificar el tipo de vegetación que se presenta en un área determinada.

La vegetación acuática (macrofitas) representada por todo tipo de plantas que crecen en la zona litoral y nerítica de los lagos, ciénagas, embalses y ríos en la interfase agua – tierra sobre la superficie del agua o totalmente sumergidas, desempeñan un papel preponderante en los ecosistemas lénticos, ya que por un lado constituye el mayor aporte de materia orgánica a las aguas y por otro, generan alrededor de ellas un hábitat que alberga una variada y abundante fauna asociada; además expone una de las más altas

productividades dentro del reino vegetal muy por encima de las comunidades de microalgas (Roldán, 1992).

La estructura de las comunidades de plantas acuáticas es muy heterogénea observándose extensos tapones que varían su distribución según las épocas climáticas. De acuerdo con la expansión y contracción periódicas del ambiente acuático las comunidades vegetales cambian su composición y distribución espacial y las especies flotantes son transportadas por el agua según los flujos y reflujos entre Ciénaga-Río y viceversa (Viña y Ramírez, 1998). La acción del hombre sobre la vegetación es muy importante ya que es uno de los factores que la pueden cambiar sustancialmente hasta llegar al punto de desaparecerla casi totalmente.

A nivel mundial se han realizado estudios sobre la distribución y la abundancia de estas comunidades y los factores que la determinan como: el tiempo de su desarrollo y sobre vivencia (Orth y Moore, 1984); el efecto mecánico del viento, la topografía del sustrato, la penetración de la luz (Cruz y Delgado, 1986), las características físico-químicas del agua (Arocena y Mazzeon, 1994; Giuseppe, 1995; Giuseppe, 1996; Khedr, 1997; Khedr y Swrag, 1998), el Carbón inorgánico (Hought y Fonwall, 1988), los ciclos de sequía inundación (Junk y Howard-Williams, 1984; condiciones climáticas e hidrológicas, (Castillo y Forero, 1991; Glenn-Lewin y Vander Mareall, 1992; Díaz, G. 1995; Arteaga, 1995, Lenssent et.al, 1999; Reyes, 2000); la salinidad (Muramoto, 1988; Guiral y Etien, 1991; Correa y Hernández, 2001, los nutrientes (Busk y Dierberg, et al 1989; Reddy et al 1990, la profundidad e intensidad de la luz, Rocha y Costa, 1988).

En la Ecorregión Delta Exterior Derecho del Río Magdalena (DEDRM) fue interrumpido durante mucho tiempo el flujo de agua del Río Magdalena mediante el cierre de los canales Y Caños que los comunicaban, debido a causas antrópicas y naturales, (Wiedeman, 1973; González et al 1992; González, 1996; Botero y Mancera, 1996; Botero et al 1996), lo que propicio el aumento del contenido de sales en el agua y suelos del complejo de humedales causando la transformación del Ecosistema evidenciado principalmente en la muerte masiva de extensas áreas de manglar. (Romero-Castañeda, 1971; Botero y Botero, 1987; González, 1989; Cardona, 1991; Botero et. al, 1996; Sánchez, et al 2000). Para restablecer este balance el proyecto PROCIENAGA drago

algunos canales con la finalidad de volver a comunicar el río y el complejo de humedales. Uno de los efectos notables es la disminución de la concentración de sales (INVEMAR, 2000), estas acciones modificaron las condiciones físico - químicas y biológicas del cuerpo de agua, lo que incide en cambios en la estructura y funcionamiento del ecosistema, por consiguiente surgió la necesidad de conocer si los efectos causados sobre el recurso y sus servicios ambientales son deseables o no.

El estudio se orienta a obtener información sobre la vegetación acuática en dos puntos, la desembocadura del caño Aguas Negras en la ciénaga de Pajalar (DCAN-CP) así como en el plano inundable del río Fundación a la altura de caño Jobo, (DRFUN-CJ) Santuario de fauna y flora de la ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), la propuesta pretende evaluar los efectos que sobre la estructura de las comunidades de vegetación acuática produce la entrada del agua dulce y salobre precedente de la CGSM (utilizando la vegetación como bioindicadores), es posible que mediante la descripción, caracterización y evaluación de algunos elementos de la estructura biológica de las comunidades de vegetación acuática y elementos físicos y químicos del agua se puedan conocer los efectos positivos y negativos que causa la entrada de agua precedente del río Magdalena en el complejo de humedales.

Si la entrada de agua precedente del río Magdalena (RM) tomando como indicador la conductividad eléctrica es decir aguas con baja conductividad proceden del (RM) y las aguas con conductividad alta proceden de la (CGSM) produce efectos sobre los humedales que se encuentran en el DEDRM, entonces se puede valorar estos efectos positivos y negativos estudiando los cambios en la estructura de las comunidades de vegetación acuática como respuesta a los cambios de factores físicos y químicos del agua.

El objeto de la investigación es caracterizar, describir y evaluar los efectos que sobre el proceso sucesional de la comunidad vegetal acuática de agua dulce causa la entrada de agua dulce a través de los Caños Aguas Negras y Renegado, teniendo como indicadores la composición (taxonomía de especies), la diversidad de especie (riqueza y valor de importancia), los cambios en la biomasa total instantánea (Standing crop) y biomasa activa y no activa por especie, la formas de vida de las especies. Para el caso se

utilizo la técnica de intersección el línea y muestreo sistemático estratificado con cuadrantes de 0.5x0.5 dispuestos al azar en el gradiente borde del agua a tierra firme, en cada zona se realizaron 2 transectos con tres (3) unidades muestrales.

En las ciénagas del plano inundable del RM estas comunidades se presentan en una alta heterogeneidad con una rica variedad de especies (CEA, 1995) como *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata*, *Eichhornia crassipes*, *Paspallum repens*, *Lemna*, *sp* entre otras (Botero y Botero, 1989; Romero-Castañeda, 1971; Franky y Simons, 1976); Sin embargo en algunos sectores como el caso de caño Aguas Negras por la alta concentración de sal en el agua, desaparecieron en su totalidad en los últimos 15 años (Hernández, com, pers) con la disminución de la salinidad se espera que se reinicie el proceso sucesional. De manara que retornen las especies características de los humedales de agua dulce de la zona costera tropical, tal como se ha venido observando (Correa, M. Y Hernández 2001)

La sucesión es el proceso que ocurre en todo ecosistema y consiste en una serie de etapas de desarrollo de la comunidad biótica que busca alcanzar un estado clímax (donde los cambios se hacen mínimos y muy lentos) la composición de especies suele ser muy rica, la biomasa se hace más elevada Glenn-Lewin y Vander Mareal, 1992, Margalef, 1989) Se dan cambios en la estructura y funcionamiento de la comunidad que se caracterizan un estado inicial conocido como comunidad pionera y estados avanzados conocidos como etapas maduras.

El proceso de sucesión ecológica se puede resumir en:

- 1) Los ecosistemas cambian en forma previsible, ordenada y dirigida.
- 2) El cambio es el resultado de las modificaciones del ambiente abiótico por la comunidad biótica.
- 3) Este cambio continua aumentando su complejidad, hasta que da lugar a un ecosistema estabilizado, en el que las interacciones de la cantidad máxima de biomasa y el mayor numero de organismos (funciones simbióticas) se mantienen equiparables a la energía total disponible del ecosistema.
- 4) Si una comunidad clímax se simplifica mediante alguna fuerza externa, se redesarrolla hasta que alcanza la estabilidad nuevamente. (Soton.y Armon., 1980)

Los indicadores de cambio cuantificables entre el estado pionero al estado clímax son:

- 1) Aumento de la biomasa total en especial las porciones no activas
 - 2) Estructura más compleja, el reemplazo de unas especies por otras, aumenta la diversidad de especies.
 - 3) Aumento de la producción primaria,
 - 4) Disminución de la relación producción primaria / biomasa total.
 - 5) la estratificación pasa de simple a compleja.
- Durante la sucesión se observa como un cambio aperiódico de la estructura en términos de número de especies, biomasa total, Producción primaria. (Odum y Odum, 1978; Sotton y Harmon., 1980; Margalef, 1983)

Los cambios en la biomasa total que ocurre a lo largo de la sucesión se atribuye al aumento en la densidad poblacional y a las estructura que funcionalmente no son activas pero cumplen con propósitos de protección y transporte. Existen tres modelos generales que explican el cambio de la biomasa. El primero es un modelo logístico, donde la biomasa es baja y aumenta en forma uniforme y lineal tendiendo a un estado cuasi - clímax. El segundo modelo de acumulación sostiene que la biomasa se incrementa hasta un máximo y luego desciende a un nivel intermedio en etapas finales del desarrollo de la comunidad. En el tercer modelo la biomasa se incrementa hasta un máximo en la fase tardía de atenuación pero luego, tiene una reducción drástica con una recuperación subsecuente en un punto relativamente estable y con una serie de oscilaciones moderadas alrededor de la asíntota, (Peet, 1992).

El uso de bioindicadores en los estudios de monitoreo ambiental son de gran utilidad. En sentido general todos los organismos son indicadores de las condiciones del medio en el cual se desarrolla, sin embargo un indicador biológico acuático se ha considerado como aquel cuya presencia y abundancia señalan algún proceso o estado del sistema en el cual habita en especial, si tales fenómenos constituyen un problema de manejo de recursos hídricos. (Pinilla, 1998). La estructura y el funcionamiento de las comunidades de vegetación acuática provee información de la calidad del medio ambiente. (Merlaux, 1982; Mateucci y Colma, 1982; Newbold y Holmes, 1987; Grasmuck, et al, 1995). En el presente estudio el factor externo abiótico más condicionante de la comunidad vegetal es la concentración de sales en el agua. La presencia y desarrollo de la comunidad vegetal

esta sujeta a los cambios en la salinidad del agua, sin descartar otros procesos y factores que también son determinantes en el proceso de sucesión de esta comunidad.

Se informan valores bajos de salinidad comparados con los reportados por otros autores en años anteriores, mostrando la influencia de la entrada de agua a través de los caños Aguas Negras, Renegado y Clarín, sin embargo, no es claro que las variaciones que se presentan sea debido a la reapertura de los caños o a que hallan estado más influidos por el evento macro climático "El fenómeno frío del Pacífico - La Niña que tuvo ocurrencia entre el segundo semestre de 1999 y el primer semestre de 2000, esto solo se aclarara con futuras investigaciones que proporcionaran nuevas evidencias. La disminución de la salinidad ha propiciado una colonización y desarrollo de vegetación acuática. Se observa que la comunidad en la DCAN-CP se encuentra en una fase joven en un proceso inicial de sucesión condicionado por el avance y retroceso del frente de agua salina, que procede de la Ciénaga Grande de Santa Marta; la comunidad de la DRFUN-CJ se encuentra en una fase más madura en el proceso sucesional y los indicios permiten señalar que las perturbaciones que pueden afectar a la comunidad no tuvieron la intensidad para desorganizarla estructuralmente, como si ocurrió en la desembocadura del caño Aguas Negras,

La salinidad es un determinante importante en la presencia, diversidad, distribución y abundancia de las macrofitas acuáticas, por lo tanto estas características pueden ser utilizadas como indicadores de cambios en la salinidad en los ecosistemas acuáticos pues guardan una gran cantidad de información que algunas veces la medición instantánea no nos ofrece.

El restablecimiento del régimen hidrológico, también ha traído efectos negativos, pues el excesivo crecimiento de estas plantas en algunos sectores, tiene repercusiones económicas y ecológicas directas, como la contribución a la sedimentación de caños y ciénagas, problemas de navegación, eutroficación de los cuerpos de agua, por lo tanto es fundamental conocer más acerca de los aspectos estructurales de estas comunidades igualmente evaluar planes de manejo para su control.

Este Trabajo hace parte del proyecto Monitoreo de los Procesos de Recuperación del Ecosistema del Delta Exterior Derecho del Río Magdalena. UNIMAG / COLCIENCIAS / CORPAMAG / GTZ. Código. 1117-09-040-98.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Descripción del área

2.1.1. Ubicación geográfica

El sistema lagunar y caños que conforman el DERM - CGSM esta ubicado entre las latitudes 10° 40' y 10° 59' N y Longitud 74° 15' W a 74° 38' W. El área aproximado de la ecoregión 1819 Km², se localiza sobre la costa Caribe en el departamento del Magdalena (Wiedemann, 1973; IGAC, 1973) Por el norte se comunica con el mar Caribe por un canal (Boca de la Barra) que se abre a través de la isla de Salamanca (IGAC, 1973), Por el oeste se encuentra la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), en la cual hay una llanura fértil (la zona bananera) que es recorrida por varios ríos y quebradas que drenan la vertiente oeste de la SNSM, se encuentra una extensa llanura de inundaciones y acumulaciones el Complejo de Pajarales (C.P) (Hernández, 1988 y el espejo lagunar de agua más grande de Colombia la CGSM con un área de 450 km² (CETIH, 1978), Abarca los municipios de Pueblo Viejo, Sitio Nuevo, Remolino, Salamina, Pivijay, el Piñón y el Cerro de San Antonio, Ciénaga, el Reten, Aracataca. (CORPAMAG, GTZ. 1999)

2.1.2. Clima

La región se caracteriza por un clima de estepa muy caliente con una temperatura anual de 27 a 29°C, precipitaciones irregulares muy bajas de 400 a 1300 mm x año, una alta tasa de evapotranspiración (PROCIENAGA, et el 1995), manifestado en una vegetación xerofítica predominante (IGAC, 1975) y un déficit hídrico anual de 1029 mm (IGAC, 1973, HIMAT, 1992), los vientos predominantes son los Alisios provenientes del noreste, que en sus mayores frecuencias constituyen los llamados vendavales (Blanco, 1989), durante la época de mayor precipitación los vientos predominantes son los del Sudoeste (Erffa, 1973; Escobar, 1990), según Kaufmann y Hevert, 1973; IGAC, 1975; Hernández *et al*, 1980; Cosel, 1986; Castaño, 1990) se presentan cuatro épocas climáticas uno de sequía

mayor de diciembre a abril, uno lluvioso menor de mayo a junio, una seca menor de julio a agosto y una época de lluvias de septiembre a noviembre.

2.1.3. Vegetación

La vegetación que crece sobre la llanura de inundación que bordea la CGSM. forma parte del bosque muy seco tropical (bms-t), el cual ocupa una franja paralela a la costa del Mar y de la Ciénaga de 5 a 12 Km de ancho. (Spinal y Montenegro, 1963), las comunidades vegetales más importantes y predominantes son. Bosques de manglar mangle rojo *Rhizophora mangle*, mangle salado *Avicenia germinans*, mangle amarillo *Laguncularia racemosa*, y el mangle bobo *Conocarpus erectus*; Monte espinoso *Prosopis juliflora*, *Pithecolobium lanceolatum*, Bosque inundable de asociación *Erythrina glauca*. formaciones priseriales y subseriales de playa *Sesuvium portulacastrum*, *Melochia crenata* y *Sporobolus poiretti*. (Franky y Simons. 1976, Daniel, 1972; Gonzalez y Hernández, 1992; Rangel 1995 y Rangel y M. Aguilar 1997).

2.1.4. Hidrología

Por el oriente y sur oriente la CGSM recibe agua de los ríos provenientes de la SNSM que presentan marcadas variaciones estacionales según la precipitación (Botero y Botero, 1989). En el occidente se comunica con el Río Magdalena a través de una red de caños y ciénagas, entre los principales están caño Clarín, caño Aguas Negras y caño Renegado.

2.2. Descripción de las estaciones de muestreo.

En este estudio se trabajó en dos zonas:

- a) El plano de inundación del Río Fundación a la altura de caño Jobo y b) La desembocadura del Caño Aguas Negras en la ciénaga de Pajalar.

2.2.1. Plano de inundación del Río Fundación a la altura de caño Jobo

Desembocadura del río Fundación a la altura de caño Jobo que conecta la ciénaga de La Aguja, y tiene la influencia del caño Renegado ($74^{\circ} 27' 00''$ W y $11^{\circ} 41' 2''$ N) (Figura 1a).

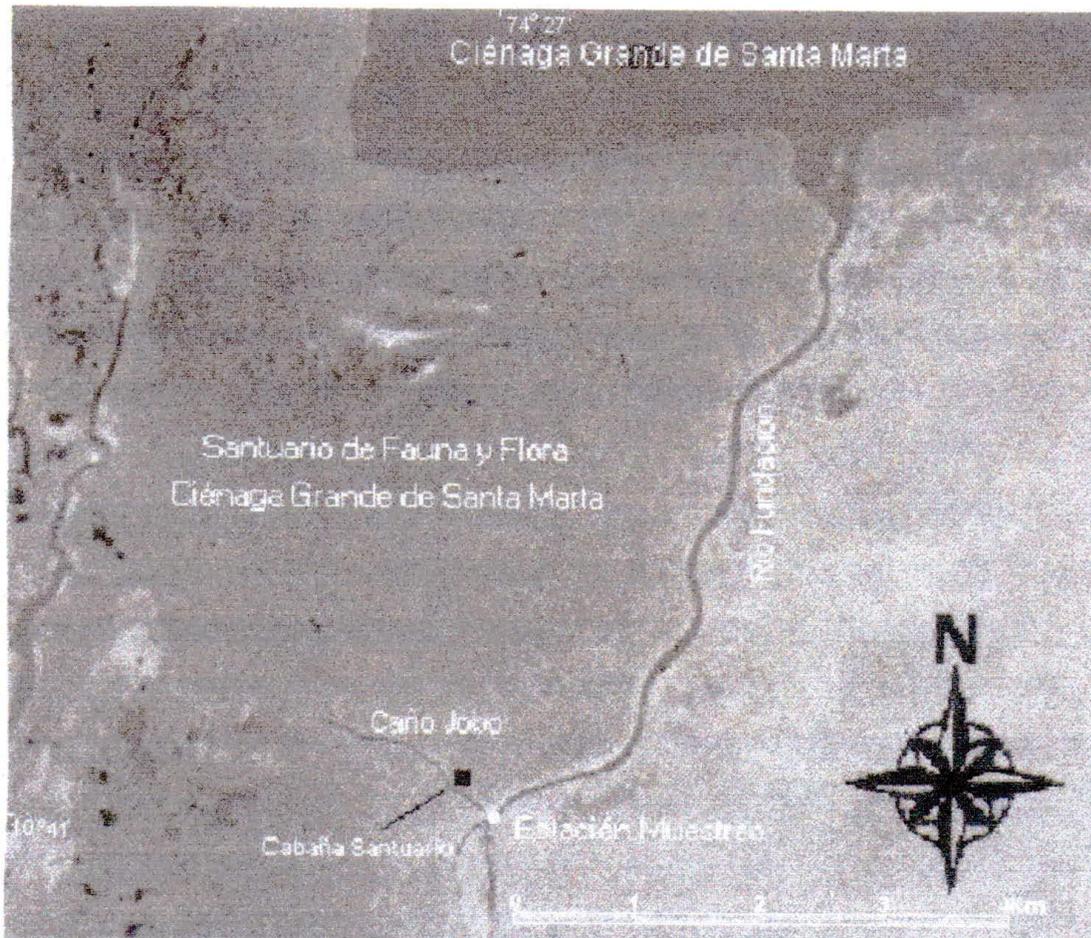


Figura 1a. Desembocadura del río Fundación a la altura de caño Jobo. Fotografía modificada del satélite Spot tomada en diciembre de 1999.

El río Fundación es el principal afluente del complejo lagunar (CORPAMAG, 1983; Hernández y Gocke, 1990) Nace en la vertiente occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta una altura aproximada de 3000m.sobre el nivel del mar; posee una longitud aproximada de 150km desde su cabecera hasta la SNSM. (IGAC,1973) desemboca en la parte sur de la CGSM uniéndose a los paleocausas caño palenque y caño Shiler por el que recibe aguas del RM (INDERENA-SODEIC, 1987). El caudal medio es de 24,8 a

26,97 m³/Seg y su rendimiento de 35,3 R/ l/ Seg /Km² (IGAC, 1993), El flujo de agua varía estacionalmente y presenta valores bajos en el primer semestre del año y altos en el segundo semestre. En plena época seca (marzo - abril) el flujo de agua salada sobrepasa el del agua dulce y una cuña salina logra penetrar por la boca de los ríos por lo menos 3 a 5 Km. Tiene una profundidad promedio de 1 metro y un fondo fangoso con restos de moluscos. CORPAMAG, 1983), un área de 702.3 Km².

En los márgenes del río podemos encontrar asociaciones de *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinas*, vegetación de sotobosque, bosque homogéneo de mangle salado, bosque de galería y zona de playones. La vegetación acuática presente en remansos del río, esta representada principalmente por: las tarullas (*Eichhornia crassipes*, *Eichhornia azurea*), tarulla azul, trébol de agua (*Marsilea polycarpa*), dormidera acuática (*Neptunia prostrata*), Lechuga (*Pistia stratiotes*), paraguaito de agua (*Cyperus sp*), entre otras.

2.2.2. Desembocadura del caño Aguas Negras-Ciénaga de Pajara

El caño Aguas Negras fue reabierto en 1998 (Pro-ciénaga 1999) (74° 41'2" N y 11°51'28" W). (Figura 1,b)

El caño Aguas Negras, es el aporte de agua dulce más importante de la ciénaga de Pajarales. (Botero, 1988; Racedo. 1991), tiene un área de sección de 10,58 m, un perímetro de 11,95 m y una pendiente de 14,1 cm/Km⁻¹, la textura de los suelos varía de franca a franca-arcillosa y arcillosas (Procienaga, 1994)

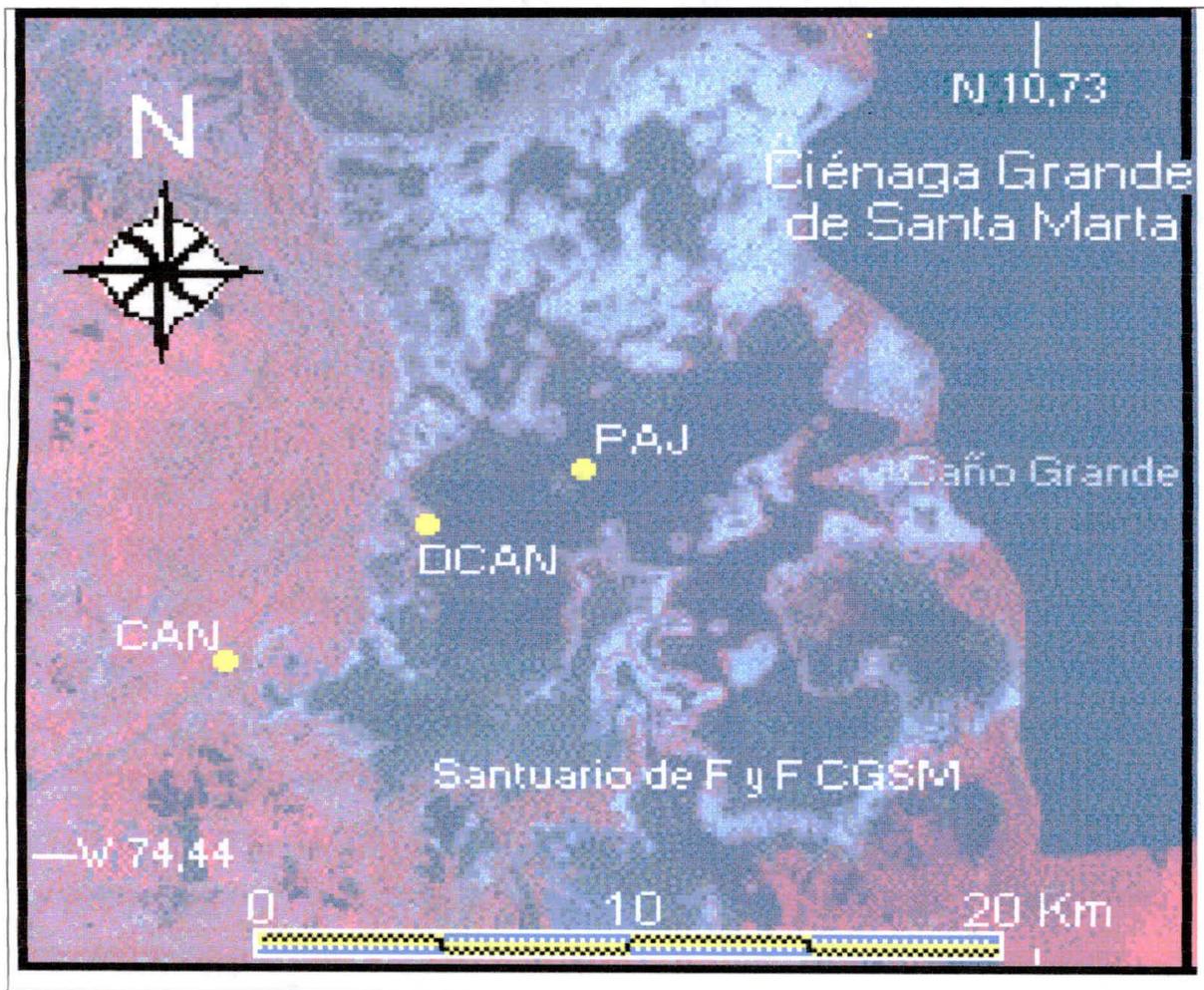


Figura 1b: Desembocadura del caño Agua Negras en la ciénaga de Pajalal. Fotografía modificada del satélite Spot, tomada en diciembre de 1999

Se presentan especies características del bosque seco y luego una transición a vegetación de zonas inundables dulces predominando las herbáceas como *Paspallum repens* y otras como *Ipomoea reptans*. Se observa un bosque secundario caracterizado por la presencia de *Acacia farnesiana* (pela), *Adípera bicapsularis* (bicho) *Bulnesia arborea* (guayacán), *Capparis odoratissima* (olivo), y los manglares de los bordes de la ciénagas. (PROCIENAGA, 1994).

2.3. Premuestreo

En el cual se seleccionaron dos estaciones de estudio de acuerdo a la entrada de agua dulce procedente del RM por los caños recién dragados (Renegado y Aguas Negras) y las variables estructurales de la comunidad objeto de estudio con el fin de monitorear las variables físico-químicas y el comportamiento de la comunidad de macrófitas acuáticas. La selección de las variables a analizar en la estructura de la comunidad depende del objeto del estudio y de las características de la comunidad (Mateucci y Colma, 1982), para el presente se seleccionaron las variables de biomasa, número de especies, diversidad, formas de vida, y valor de importancia de las especies.

2.4 Muestreo

Se realizaron 21 salidas de campo en el periodo comprendido ente agosto de 1999 y Octubre de 2001 (La ausencia de datos en algunos muestreos en el sector de Caño Jobo – río Fundación, se debe a problemas de orden público que dificultaron el acceso a la zona).

2.4.1. Variables Biológicas

El muestreo en cada uno de los sitios elegidos se efectuó mediante el trazado de dos franjas o transecciones perpendicular a la línea de costa del espejo de agua, siguiendo el gradiente ambiental agua-tierra, para garantizar así la inclusión de las diferentes asociaciones vegetales que se desarrollan a lo largo del mismo, ubicados uno a cada lado del caño. Sobre cada transecto se ubicaron tres cuadrantes de 0,5 m x 0,5 m al azar a las cuales se determino lo siguiente.

2.4.1.1 Biomasa: Con las unidades cuadradas de 0.5 x 0.5m se recoge toda la vegetación, se coloca en un tamiz de campo para retirar el exceso de agua y extraer sedimentos y animales que puedan estar adheridos a Las plantas, y se guardan en bolsas de angeo para su transporte al laboratorio. En el laboratorio se someten nuevamente a lavado, se separan por especies, cada una de estas se separa en parte activa (hojas, frutos y flores) y no activa (Tallos y raíces) fotosintéticamente; estas se

cortan en pequeños trozos para agilizar y facilitar el proceso de secado, el material vegetal se coloca en la estufa de secado a una temperatura de 70°C hasta obtener el peso seco constante. se pesa la vegetación por especie y por unidad de muestreo (cuadrante).

2.4.1.2 Identificación taxonómica: el material biológico se identifico a nivel de especies por medio de claves y comparación bibliográfica de: Fassett, 1940 Romero-Castañeda, 1971; Bristol et al , 1972; Cardenas et al 1972; Cook et al 1974; ; Lopez., 1977; ; Badilla et al, 1985; Steves, 1988; Roldan, 1992; SENA, Min Ambiente 1997; Velásquez, 1994; Bermúdez, 1997).

2.4.1.3 Formas de vida. Se identificaron las formas de cada especie utilizando la clasificación propuesta por (Margalef, 1983; Schmid - Mum, 1988 a, b) adaptada y modificada para el estudio. (Tabla 1)

2.4.2. Variables Físico - Químicas del agua

Las muestras de agua se tomaron entre las 7:00 a 7:30 a.m., se trabajó con una muestra integral de la columna de agua en cada estación, esta se colectó en un tubo muestreador de 2 metros de longitud y un diámetro de 12 cm, provisto de un dispositivo que permitía cerrar los extremos del tubo con el fin de tomar las muestras en toda la columna de agua. Se filtro con una red de tamaño de poro de 65 μm , de esta muestra se toman las submuestras para los análisis químicos (nutrientes) en botellas plásticas y de vidrio de 500 ml, se guarda en nevera refrigerada con hielo hasta llegar al laboratorio donde se realiza de inmediato la valoración. Para esto se utilizaron los métodos estándar espectrofotométricos, (ALPHA, 1981)

2.4.2.1 Oxígeno disuelto ($\text{mg O}_2/\text{l}$). La medición del Oxígeno disuelto en el agua se obtuvo por el método de Winkler.

2.4.2.2 Temperatura ($^{\circ}\text{C}$): Se registro con un termómetro graduado con escala de 0 a 50 $^{\circ}\text{C}$ de precisión 0,1 $^{\circ}\text{C}$.

Tabla 1: Sistematización de las formas biológicas de las comunidades de macrófitas acuáticas (Tomada y modificada de Margalef 1983; Smth-Mum, 1988 a, b)

A. ERRANTES – PLANOPHYTAS: Sin raíces o con las raíces colgando en el agua, pleuston en la interfase aire-agua	
* Plantas flotantes de estructura muy reducida	PFER
*Plantas flotantes en forma de roseta de hojas sobre cortos tallos estaloníferos de hojas sentadas	PFRS
*Plantas flotantes en forma de roseta de hojas sobre cortos tallos estaloníferos de hojas pecioladas.	PFHP
*Emergentes del agua con pecíolo sencillo	PEPS
*Emergentes del agua con pecíolo transformado en flotadores.	PEPT
B. PLANTAS FIJAS SOBRE UN SUSTRATO - RHIZOPHYTAS: Plantas fijas sobre un sustrato, con hojas que se hallan total o parcialmente en contacto con la atmósfera.	
<i>De hojas flotantes con la cara superior expuesta pero que ordinariamente no se eleva encima del agua – Ephydata.</i>	
*De hojas flotantes redondeadas	EFHR
*De hojas flotantes lanceoladas	EFHL
*De hojas flotantes compuestas	EFHC
*De hojas flotantes compuestas polimorfas	EFHP
*De hojas flotantes en forma de roseta.	EFHR
Continuación de la Tabla 1.	
<i>Con hojas total mente emergidas, sobre tallos que salen verticalmente del agua – Helophyta.</i>	
*Solo emergen las hojas y sus pecíolos	EECT
Emergen las hojas y pecíolos y son gramínoideas	EEGR
Trepadoras	EETR
De transición entre helófitos y pleuston.	EEHP

2.4.2.3 Salinidad y conductividad eléctrica (micro Simensxcm⁻¹): Esta variable se registro con el Conductímetro WTW LF-320.

2.4.2.4 pH: (Unidades de pH) Se tomo con el pH-metro WTW Ph 330.

2.4.2.5 Altura de la columna de agua (m). Se tomo con ayuda de un metro de madera.

2.4.2.6 Alcalinidad: Se utilizo el método simple y rápido (Anderson y Robinson, 1946, citado por Cole 1975). Consiste en tratar 100ml con 25ml de ácido clorhídrico 0.01N y medir el pH de la muestra antes y después de añadir el ácido para el calculo de la alcalinidad total (miniequivalentas/l) se usa la siguiente formula.

$$AT = \frac{(ml \text{ HCl})(0.01N)(1000) - [(ml \text{ HCl}) + (ml \text{ muestra})] * 1000 * a(H^+)}{ml \text{ de la muestra} \quad \quad \quad ml \text{ de la muestra} \quad \quad \quad Y}$$

Donde: AT: Alcalinidad total

ml HCl: mililitros adicionados de ácido

ml Muestra: mililitros adicionados de muestra

a(H⁺): Concentración de H⁺= 10^{-pH}

Y: Coeficiente de actividad

2.4.2.7 Sólidos sedimentables (cm / litro): Se utilizo el cono **Imhoff**, se dejo decantar los sólidos, durante una hora.

2.4.2.8 Sólidos totales (mg): Se determino tomando una muestra de agua homogenizada de 100ml se adiciona en un crisol y se coloca dentro de un horno de secado con el objeto de evaporar el agua y dejar los sólidos, se deja enfriar hasta alcanzar la temperatura ambiente, la diferencia del peso del crisol seco y limpio serán los mg de sólidos totales por volumen de agua.

2.4.2.9 Sólidos suspendidos (mg/l): Se determino mediante la filtración de un volumen conocido de la muestra de agua por un filtro de fibra de vidrio GF/C, previamente lavado,

secado y pesado, la diferencia de peso entre el filtro seco y limpio y el filtro con muestra es el contenido de sólidos suspendidos.

2.5. Tratamiento de datos.

La información biológica, fue organizada en tablas por especie con sus respectivas biomasa (gps/m²), estaciones y fecha del muestreo. El estudio de la composición estructural de un sistema es muy complejo por lo tanto se requiere de un tratamiento especial de la información, lo que implica la utilización de varios métodos, en este estudio se utilizaron métodos univariados y multivariados para obtener la mayor información posible acerca de las comunidades presentes.

2.5.1. Métodos Univariados.

Su aplicación se basa en la abundancia de las especies (biomasa seca total por especie), para así calcular índices ecológicos simples. Estos son un número único que resume de forma extremadamente concisa la información relativa a la composición específica de la muestra. (Fontier, 1976). Los índices utilizados se calcularon mediante la utilización del programa Biodiversity professional Versión 2.0.

2.5.1.1 Índice de Valor de Importancia: Este valor refleja la importancia ecológica relativa de cada especie en cada muestra, mejor que cualquiera de sus componentes. Cualquier atributo de la comunidad y sus integrantes puede utilizarse para calcular el valor importante de la comunidad. (Cole, 1983).

$$IVI = Br + Fr$$

Donde: IVI. Valor de importancia de la especie i dentro de la muestra

Br= Biomasa Total relativa por especie

Fr= Frecuencia relativa de la especie

Frecuencia relativa: La frecuencia de un atributo, es la probabilidad de encontrar dicho atributo (individuo) en la unidad muestral particular, se expresa como porcentaje.

$$Fr: (mi / M) * 100$$

Donde: Fr : frecuencia de la especie i en porcentaje

mi: número de cuadrantes en los que la especie aparece

M: número total de unidades muestrales, que para el estudio son los 6 cuadrantes.

100 : constante para expresar el resultado en términos porcentuales.

Biomasa relativa: La biomasa o peso seco del material vivo por unidad de área.

$$Br: bi / Bt * 100$$

Donde: Br : Biomasa relativa de la especie i en porcentaje

bi, Biomasa total de las especies.

Bt: Biomasa total.

100 : constante para expresar el resultado en terminos porcentuales

2.5.1.2 Índice de Shannon-Wiener (Bits). Este es una medida de la cantidad de información contenida en la muestra, es el único número que resume de manera concisa el valor de información relativa de la comunidad en cuanto a la composición específica de la muestra y los valores de cada elemento, (Odum, 1984, Margalef, 1989) se calculo utilizando el logaritmo en base dos (2)

$$H' = - \sum P_i (\log_2 P_i)$$

Donde H: Índice de diversidad

P_i: es el Valor de Importancia de cada una de las especies en cada muestra (Probabilidad). Donde pi = ni/N donde ni= al valor de importancia de cada especie y N= total de los valores de importancia.

2.5.1.3 Índice de Simpsons. Es la Probabilidad de que dos ejemplares seleccionados aleatoriamente en una comunidad infinita correspondan a la misma especie.

$$\lambda = 1 / \sum (P_i)^2$$

Donde λ : Índice de diversidad de simpson.

P_i : Proporción de individuos de la especie i en la comunidad (Índice de Valor de Importancia)

2.5.1.4 Diversidad Máxima: S se obtiene cuando todas las especies están igualmente representadas (tienen la misma probabilidad), para su cálculo se utilizó la biomasa.

$$H_{Max} = \log_2 S$$

Donde S : Biomasa total

2.5.1.5. Diversidad Mínima: El mínimo valor de diversidad se obtiene de la hipótesis de que todas las especies menos una están representadas por un solo individuo y la que queda por el resto de individuos. (Margalef, 1989)

2.5.1.6 Estadística descriptiva

Se utilizó para establecer los valores máximos, mínimos, promedios, desviación estándar, coeficiente de variación y varianza de cada uno de los datos.

2.5.1.7 Análisis de varianza

Se realizaron análisis de varianza por el método de intervalos de confianza individuales con una significancia del 95% utilizando el programa Stagrafic. 3.0. para Windows) Se empleó este análisis para conocer si existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de biomasa. El modelo fue validado a partir de la prueba de normalidad de Shapiro-Eiks.

2.5.1.8. Pruebas de comparación múltiple. Se utilizó el método LSD con un 95 de confianza Para determinar en cual de las medias existe la diferencia.

2.5.1.9 Modelo de correlación simple. Se empleo este modelo para correlacionar de manera simple los valores de algunos atributos de la comunidad (biomasa, número de especies con el valor de la variable seleccionada la salinidad (Se utilizaran los valores de conductividad eléctrica dada la baja salinidad observada). Estas correlaciones se hicieron con todos los datos observados y para cada estación, estas correlaciones sirven como guía de posibles relaciones de causalidad y deben ser interpretados con cautela (Sanchez y Zea, 2000)

2.5.1.10. Análisis de regresión : Este análisis se aplico a los valores de biomasa, número de especies con la conductividad para observar la forma probable de relaciones entre las variables.

2.5.2.1 Métodos multivariados. Estos métodos permiten al investigador el manejo de un número considerable de variables las cuales pueden ser analizadas simultáneamente, se utilizo el siguiente:

2.5.2.1. Análisis de agrupamiento (cluster). Mediante la utilización del paquete estadístico Biodiversity Pro Cluster (1992) se agruparon las especies en el tiempo mediante dendrogramas de afinidad. Con base en el índice de afinidad de Bray-Curtis (ligamiento sencillo), este índice permite cuantificar la distancia sobre un espacio multidimensional entre variables merísticas (como la biomasa) para determinar el agrupamiento de las muestras, igualmente se realizo el análisis según las Formas de vida presentes durante el período de muestreo. Utilizando el índice de Jaccard debido a que es uno de los índices para atributos binarios (presencia-ausencia).

3.0. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Variables físico químicas.

Se registraron los valores de algunas variables físico químicas dentro del agua donde se encuentran las especies de plantas estudiadas, para caracterizar la estación y se presentan los valores como anexos ya que no son objetivos del trabajo (Tablas anexas 8, 9, 10, 11, 12, 13). La salinidad es la variable que se analiza más profundamente por ser esta un determinante importante de la presencia, variedad y distribución de la flora y fauna dentro de un sistema, (Mogollón 1996). En análisis estadístico y gráficas se utiliza los valores de conductividad eléctrica dado que los valores de salinidad en la mayoría de los casos es cero. La salinidad se determina indirectamente midiendo la conductividad eléctrica del agua, pues ambas variables dependen de la concentración de iones de las sales inorgánicas disociadas en el agua (Margalef, 1983 y Cole, 1983).

3.1.1. Salinidad

En la DRFUN-CJ durante todo el periodo de observaciones los valores de conductividad eléctrica son muy bajos dando valores de salinidad en todos los muestreos de cero (figura 2). Se conoce que en la boca de los ríos como el Fundación la cuña salina logra penetrar en ellos por lo menos 3 a 5 Km en plena época seca (Marzo, Abril), (Hernández, 1988), sin embargo esto no se noto en el estudio lo cual muestra de manera categórica la influencia de la reconexión del sistema con el río Magdalena y las condiciones macro climáticas presentes en la región, (IDEAM, 2000) seguramente bajo condiciones climáticas normal esta cuña logre sobrepasar sin embargo, no tendrá la intensidad para afectar la estructura de La vegetación acuática

En la DCAN-CP durante todo el periodo de observaciones predominaron salinidades bajas, solo en los meses de abril posiblemente (sin dato) junio, julio, septiembre de 2000

se presentaron valores relativamente altos (figura 3), siendo estos los pulsos característicos que se observan en los registros históricos según lo reportado por algunos autores antes de la reapertura de los caños. En general se presentan un periodo de alta salinidad entre marzo y agosto y valores bajos entre septiembre y febrero con variaciones entre ellos (Escobar 1990; Vidal, 1995; Mogollón, 1996; Ruiz-Rodríguez, 1999; Rojas, 2000). Sin embargo los valores de salinidad encontrados en el estudio fueron mucho menores que los reportados por diferentes autores en años anteriores (Tabla 2.)

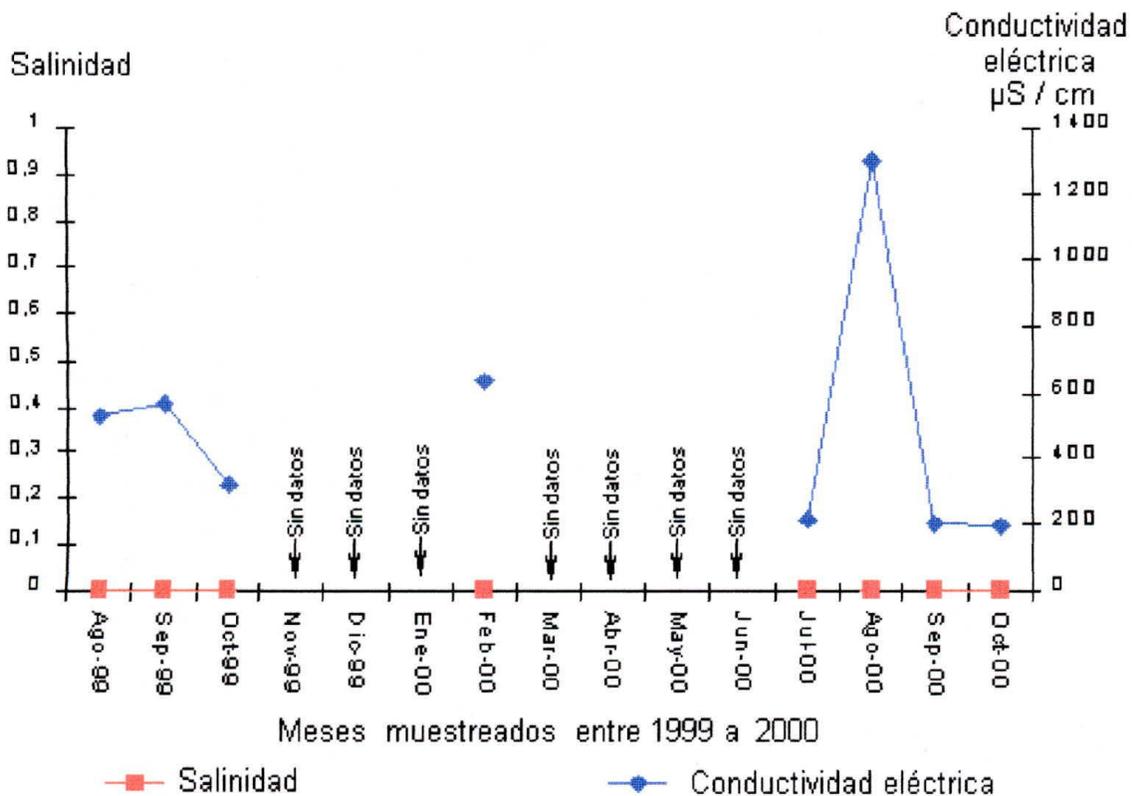


Figura 2: Salinidad y conductividad eléctrica del cuerpo de agua durante el periodo de muestreo en la DRFUN-CJ.

Tabla 2. Valores de salinidad, mínimos y máximos reportados por diferentes autores.

ESTACIÓN	PERÍODO DE OBSERVACIONES	MÍNIMO	MÁXIMO	AUTOR
Desembocadura del Caño Aguas Negras en la Ciénaga de Pajaral.	Marzo 1988 a marzo 1989	0,00 (nov/88-ene/89)	36,0 (abr/88)	Escobar, 1990
	Enero a diciembre 1995	0,35 (nov/95)	46,17 (jul/95)	Mogollón, 1996
	Enero a diciembre-1996	0,08 (nov/96)	34,25 (may/96)	Ruíz, 1999
	Oct/1988 a Sep/1989	0,40 (ene/89)	27,80 (jul/89)	Rondón, 1991
	Enero 1997 a mayo 1998	3,50 (ene/97)	38,00 (may/98)	Rojas, 2000
Desembocadura del Río Fundación	Enero 1987 a Julio 1988	0.00 may1987 a Dic 1987	25.1 Marzo 1988	Hernández 1988
	Sep-99- Oct-00	0.00en todos los casos		Hernández, 2002

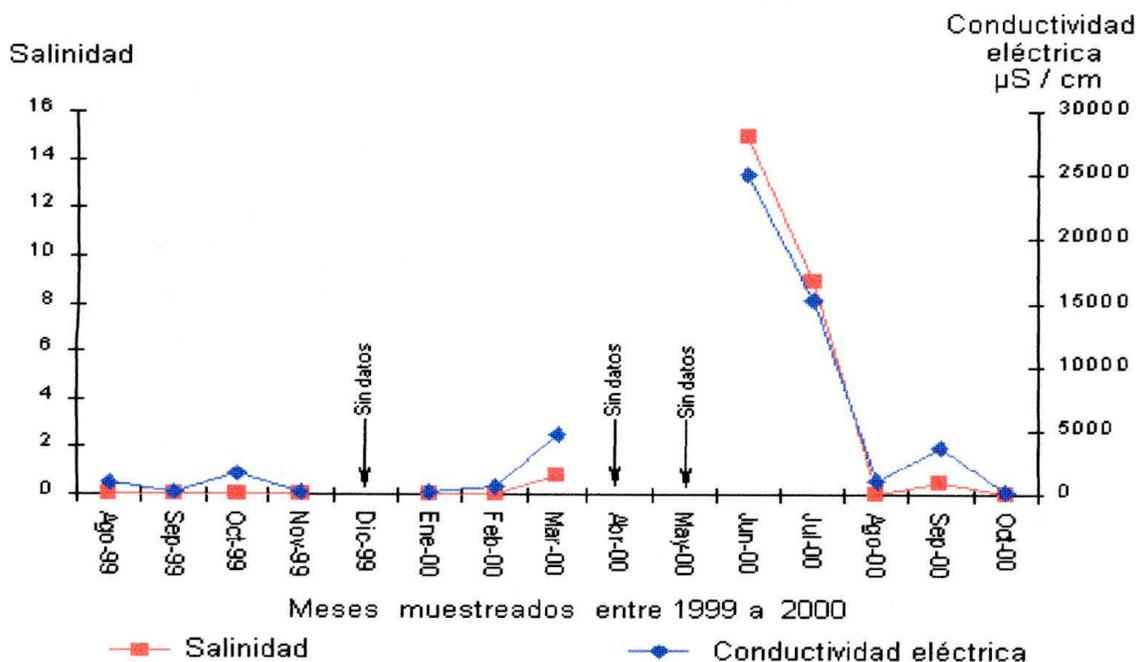


Figura 3: Salinidad y conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) del cuerpo de agua durante el periodo de muestreo en la DCAN-CP.

Los valores bajos de salinidad que se informan denotan de manera categórica la influencia de la entrada de agua a través de los caños Aguas Negras, Clarín y Renegado, además de las condiciones macro climáticas especiales que se presentaron en la región (Fenómeno frío Pacífico-la Niña), durante el periodo de estudio en el cual se presentaron valores de precipitación por encima del promedio anual (IDEAM, 1999), lo cual provoco el ingreso al sistema de un importante volumen de agua, no solo procedente del río Magdalena si no también de los provenientes de la SNSM incidiendo directamente en que los valores de salinidad encontrados durante el período de estudio fueran tan bajos.

En la región la variable salinidad esta regulada por: a) Los volúmenes de entrada y salida de agua en el sistema; b) la naturaleza del agua que entra al sistema ya que estas pueden ser procedente del RM o de los ríos de la SNSM y las procedentes de la CGSM que recibe las aguas del mar Caribe; c) la tasa de evapotranspiración de la vegetación y de los espejos de agua y d) la acción del viento y corriente que pueden movilizar masas de agua en uno u otro sentido y e) el efecto de lavado de los suelos lo cual introduce gran cantidad de sal en el agua.

La salinidad es una de las primeras variables afectadas por la hidrología y clima. (Cooper et al, 1974; Kuckliek, 1987; Carmona, 1979; Rondon, 1991; Glenn-Lewin y Vander Marel, 1992; Vidal, 1995; Holland y Ramírez , 1996; Mogollón, 1996)

3.2 Factores Biológicos

La propuesta inicial de proyecto fue realizar muestreos mensuales, sin embargo existen algunos meses en los cuales un hay dato esto se debe a factores de orden público que impidieron el acceso a la zona de estudio.

La Disminución de la salinidad ha traído consigo la aparición y desarrollo de una extensa cobertura de vegetación acuática propia de agua dulce. Las cuales presentan las siguientes características.

3.2.1. Caracterización florística y ubicación taxonómica de las especies.

La composición florística de las dos zonas de estudio esta representada por un total de nueve familias, con diez géneros, distribuidas en 14 especies, de las cuales dos son helechos acuáticos, doce plantas superiores (ocho monocotiledóneas y cuatro Dicotiledóneas). Las especies encontradas en las dos estaciones son las siguientes.

División Pteridophyta

Clase Filicopsida

Subclase Filicales

Familia Azollaceae

Especie *Azolla filiculoides* Lam

Familia Salviniaceae

Especie *Salvinia auriculata* Aubl

División Magnoliophyta

Clase Magnoliopsida (Dicotiledóneas)

Subclase: Rosidae

Orden Fabales

Familia Mimosaceae

Especie: *Neptunia postrata* (Lam) Bail.

Orden Apiales.

Familia Apiaceae. (Umbelliferae)

Especie: *Hydrocotyle umbellata* L.

Subclase Asteridae

Orden Solanales

Familia Convolvulaceae

Especie: *Ipomoea reptans* L.

Familia Hydrophyllaceae

Especie: *Hydrolea sp* L.

Clase Liliopsida (Monocotiledóneas).

Subclase Arecidae

Orden Arales

Familia Araceae.

Especie *Pistia stratiotes* L.

Familia Lemnaceae.

Especie: *Lemna sp* L.

Especie: *Spirodela sp.* Schl

Subclase Commelinidae

Orden. Cyperales

Familia Poaceae. (Gramineae)

Especie: *Paspalum repens* Berg.

Especie: *Brachiaria sp1*

Subclase Lillidae

Orden. Liliales

Familia Pontederiaceae

Especie *Pontederia sp1.*

Especie *Eicchornia azurea* (Sw) Kunth.

Especie *Eicchornia crassipes* (Mart) Solms.

De las cuales siete familias representadas por diez especies se encuentran en la desembocadura del caño Aguas Negras, mientras que en la desembocadura del caño Jobo en el río Fundación se encuentran todas.

Estas especies ya están reportadas para la zona por (Botero y Botero, 1989; Romero- Castañeda 1971 y Franky y Simons 1976)

3.2.2. Biomasa

3.2.2.1. Biomasa total

La DRFUN-CJ, se caracterizo por presentar valores de biomasa con rangos entre 514,03 y 793,39 gps/m^2 (gramos peso seco/ m^2) en agosto y octubre de 1999 (figura 4) respectivamente. El análisis de varianza mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las muestras (figura 5, tabla 14, 15), señalando que se presentaron pocas variaciones durante el periodo de muestreo, la cual mostró la estrecha relación entre cada uno de los muestreos, esto relacionado con la estabilidad que presento el sistema en cuanto a la salinidad (en todos los caso fue cero) y, mostrando el grado de madurez alcanzada por las comunidades en la estación. Cuando las comunidades han alcanzado cierto grado de madures la biomasa es una variable que presenta pocas variaciones a lo largo del tiempo Margalef, (1983) En regiones tropicales la ausencia de estaciones climáticas definidas refleja una pequeña variación en cuanto a la biomasa de macrófitas acuáticas, es decir que el incremento de estos individuos se da en un proceso continuo, cuando se dan las condiciones necesarias para su establecimiento, estas solo están influidas por las estaciones de lluvia y sequía. (Steves, 1988; Roldán, 1992).

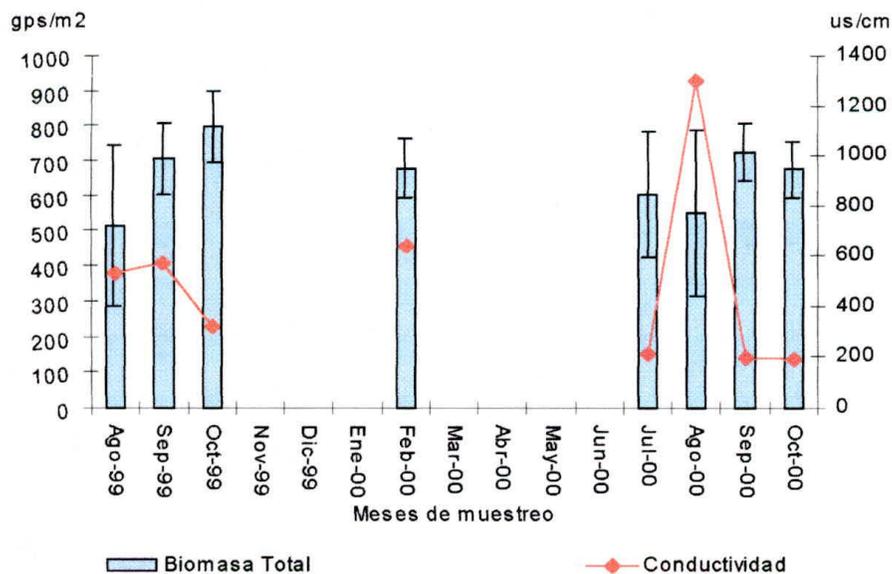


Figura 4: Variación de la biomasa total (gramos de peso seco / m^2 (\pm DE), Conductividad eléctrica ($\mu\text{s/cm}$) en la DRFUN-CJ.

El análisis de similitud (figura 6) entre observaciones mostró la formación de tres grupos al interior de la estación, el primero formado por Agosto de 1999 posiblemente por ser un mes de transición entre el veranillo de San Juan y la época lluviosa, el segundo grupo esta formado por los meses de la época lluviosa (Septiembre y Octubre) y el mes de febrero que pertenece al período de la época seca, esto se puede explicar dada la situación que se presento en el período del estudio (fenómeno frío Pacífico la Niña) en la que los altos niveles de agua alcanzados en 1999 se extendieron hasta principios de la época seca de 2000; (IDEAM, 2000) y un tercer grupo formado por los meses de Agosto y

Julio de 2000, Esto posiblemente se agrupan dado que en Julio se presenta la época seca corta y agosto es el mes de transición entre las dos épocas, lo cual hace que sean muy parecidos en cuanto a condiciones ambientales. Los aumentos y disminuciones que se presentaron no estadísticamente significativos, es normal que se presenten pequeñas variaciones a lo largo del ciclo anual se pueden presentar etapas senescentes o biomasa disminuidas e igualmente aumentos de biomasa por la capitalización de la producción (Margalef, 1983).

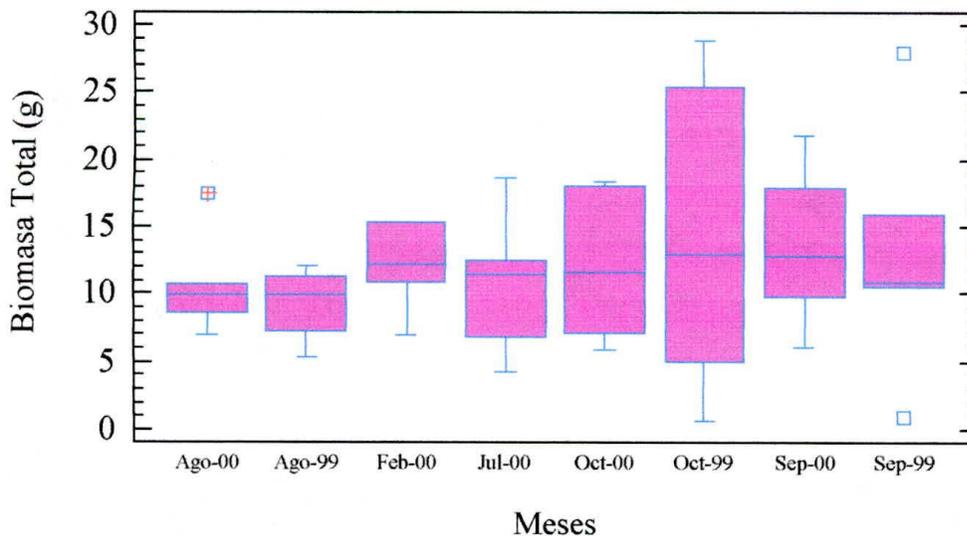


Figura 5. Comparación de las medias biomasa seca intra estación (DRFUN-CJ) en los muestreos realizados en los años 1999 y 2000.

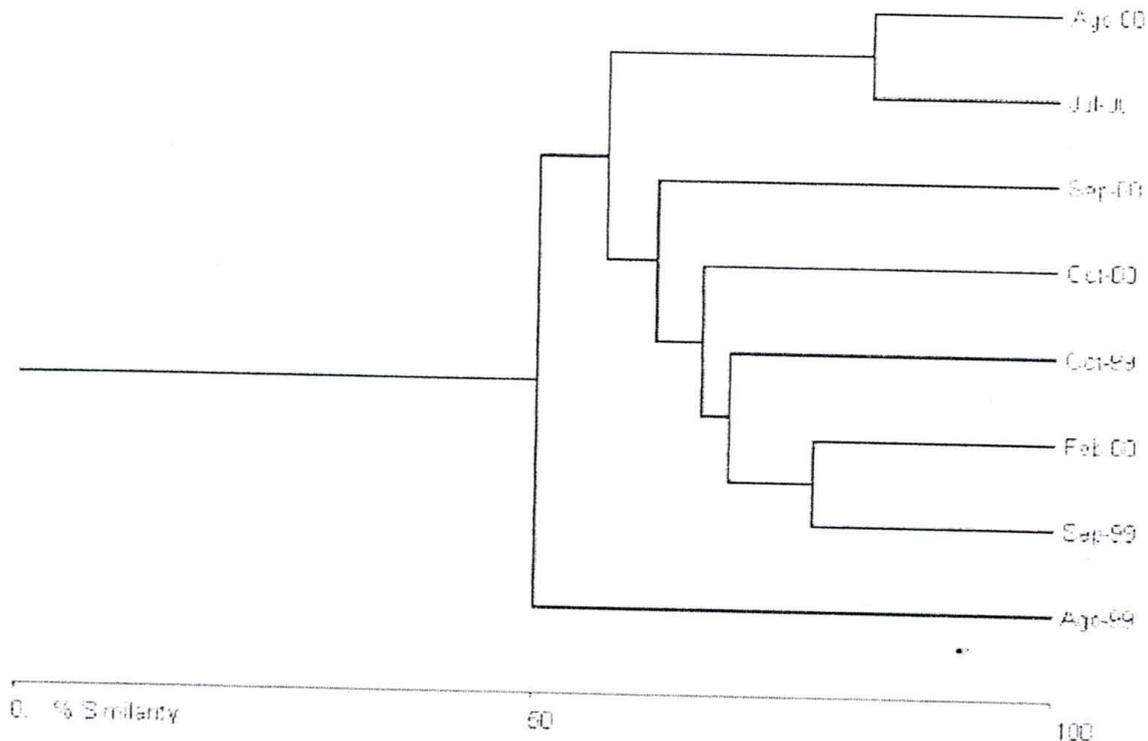


Figura 6: Análisis de similaridad Bray-Curtis por el método de ligamiento sencillo, utilizando la biomasa encontradas durante el período de estudio en la DRFUN-CJ.

Para la DCAN-CP la biomasa presenta valores en un rango comprendido entre 0,000 y 962,765 g/m² mostrando el valor máximo en enero de 2000 y el mínimo en Junio de 2000 (figura 7), cuando la salinidad alcanza el máximo valor encontrado durante el estudio. El proceso sucesional que se presenta en el sistema se ve afectado por el incremento en la salinidad, sin embargo al disminuir la salinidad este proceso se reinicia nuevamente y se produce un ligero incremento, seguido de un decremento, con pequeñas variaciones.

Durante el Proceso de sucesión en un área determinada se registran cambios en la biomasa debido al aumento en la densidad poblacional, así el comienzo en la sucesión los parches de vegetación contienen pocas plántulas y por lo tanto, poca biomasa, sin embargo cuando estos parches han aumentado, el promedio de biomasa es mayor (Peet, 1992).

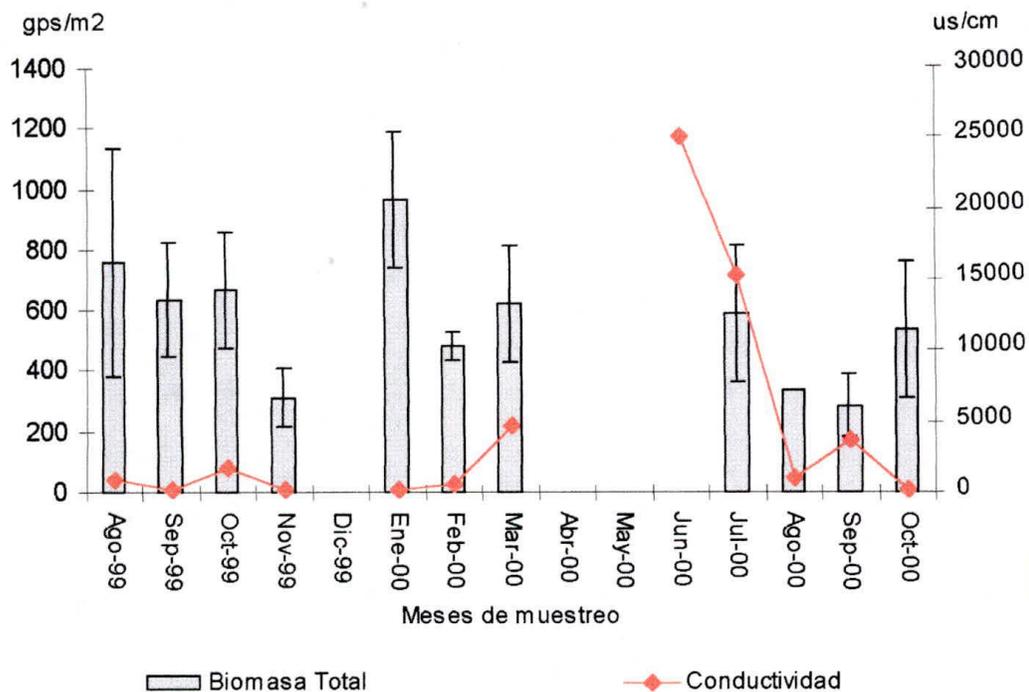


Figura 7. Variación de biomasa total (gramos de peso seco /m² ± Desviación Estándar), Conductividad eléctrica (µs/cm) en el periodo de muestreo en la DCAN-CP

Se presentan diferencias estadísticamente significativa entre las biomásas de cada muestreo (Figura 8, tabla 16). El análisis de comparación múltiple LSD con un 95% de confianza muestra que las diferencias se presentan entre el mes de Junio de 2000 y los demás meses de muestreo (tabla 17) estando esta asociado al alto valor de salinidad que se presenta en este. Es conocido como un incremento en la salinidad afecta el crecimiento de este tipo de plantas por lo tanto la biomasa (Muramoto 1988 steba, 2002; Zhenbin, et.al, 1990,; Resh,1987, Lira, 1994; Hocking, 1981, Muramoto y Oki , 1989, Guiral y Etien, 1991; Khedr, 1997).

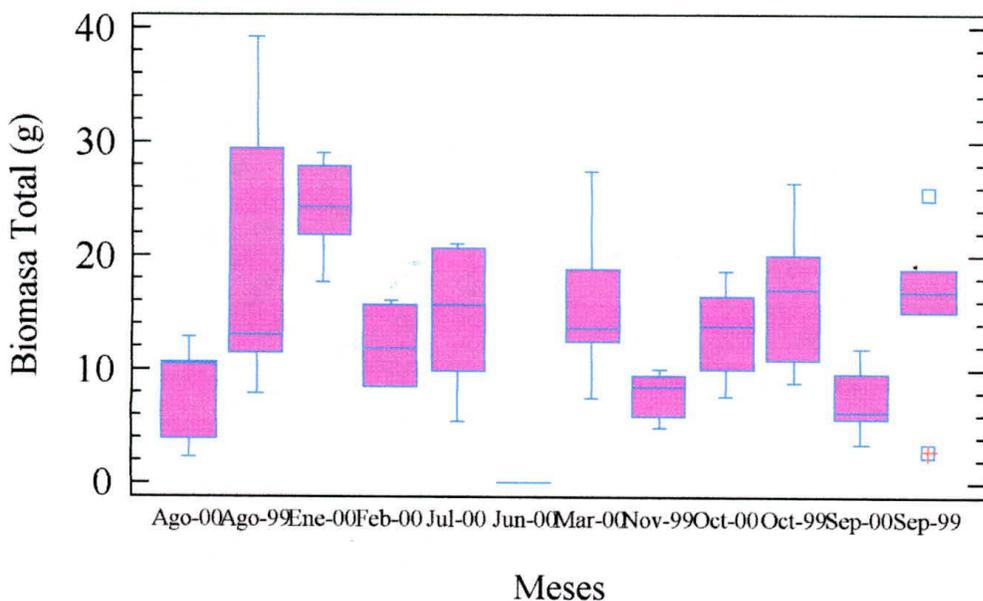


Figura 8. Comparación de las medias de biomas (gramos de peso seco x m²) intra estación (DCAN-CP) durante el período de muestreo.

El análisis de similaridad (figura 9) muestra la formación de varios grupos (cinco) al interior de la estación mostrando la variabilidad que presentan en esta estación las comunidades de vegetación en cuanto a la biomasa. Durante los meses de muestreo los grupos están formados de la siguiente manera. El primero y más alejado es el mes de *junio de 2000* en el cual no se encontró vegetación el segundo *marzo de 2000*, el tercero *julio de 2000* en los cuales se presentan valores de salinidad (Figura 3); existe un cuarto grupo representado por el mes de *agosto de 1999* y un quinto grupo formado por los demás meses del muestreo, en este grupo se nota la presencia de meses de la época lluviosa y la época seca debido a que en estos dos años la condición fue más bien de lluvia continua. Esto comprueba que la vegetación es afectada por cambios en la salinidad sin embargo tiene una alta capacidad de recuperación (estrategia r) y que si se mantienen las condiciones estas plantas presentan muy pocos cambios en cuanto a la biomasa con la cual la estrategia k es la que se mantiene.

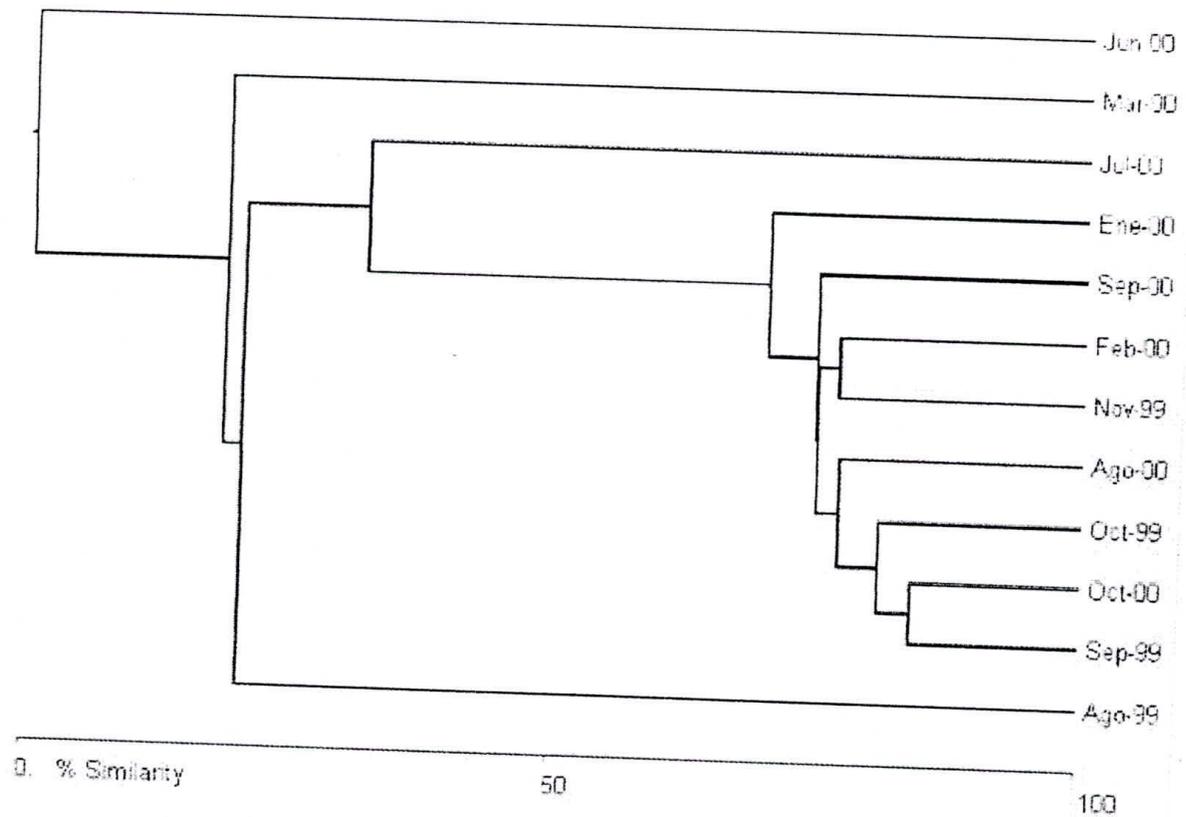


Figura 9. Análisis de similitud Bray-Curtis, utilizando la biomasa encontradas durante el período de estudio en la DCAN-CP.

En general los valores de biomasa son superiores en la DRFUN-CJ que en la DCAN-CP, solo en Agosto de 1999 y Julio de 2000 esta condición no se presento, igual mente se presento una mayor constancia en cuanto a los valores, a diferencia de DCAN-CP que mostró grandes oscilaciones lo cual hace que entre muestreo y muestreo se presentaran diferencias estadísticamente significativas y que se formaran varios grupos al interior de estación (figura 9). Sin embargo no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las biomasa de las dos estaciones (figura 10).

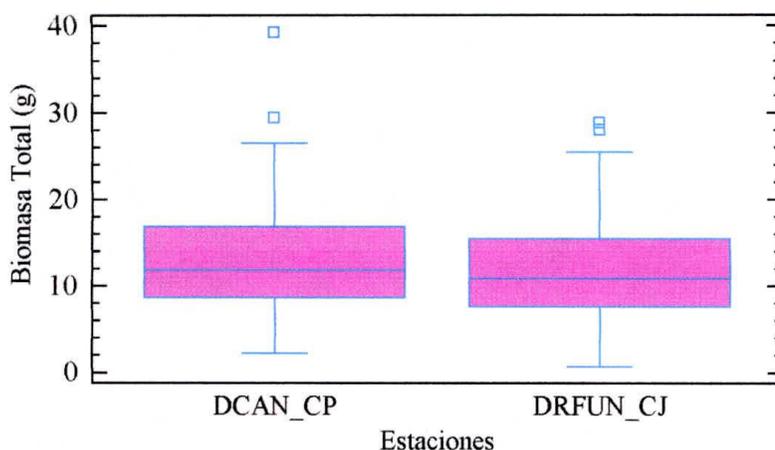


Figura 10: Comparación entre estaciones por medias de la biomasa total encontradas durante el periodo de estudio.

El análisis de regresión de la biomasa con la conductividad muestra un coeficiente de correlación de ($r = 0,55$, $P = 0,652$; $n = 72$, (tabla 18)) indicando que existe una relación moderada o más bien enmascarada entre estas variables debido a que estas plantas tienen una alta capacidad de recuperación y rápido crecimiento o alta tasa reproductiva con lo cual acumulan una gran cantidad de biomasa en poco tiempo, además de la baja herbivoría que estas comunidades presentan (Roldán, 1992) solo cuando la salinidad sobrepasa el valor crítico que parece estar en un rango comprendido de 5 a 10 dependiendo del tiempo de exposición (Steba, 2002), se hace notorio el efecto que esta tiene sobre la vegetación, además se debe tener en cuenta que en la estación se encuentran especies herbáceas como *Paspallum repens*, en algunos estudios de productividad se ha demostrado que la mayor producción se debe a estas especies (Roldan, 1992).

3.2.2.1. Biomasa Activa-Biomasa No Activa

La biomasa activa fotosintéticamente presentó valores comprendidos entre 0,00 (Junio-2000) y 246,37 (Agosto-1999) g/m^2 Para la DCAN-CP (figura 11). El análisis de varianza muestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias

de las muestras (tabla 19, figura 12) señalando que existen variaciones a lo largo del estudio.

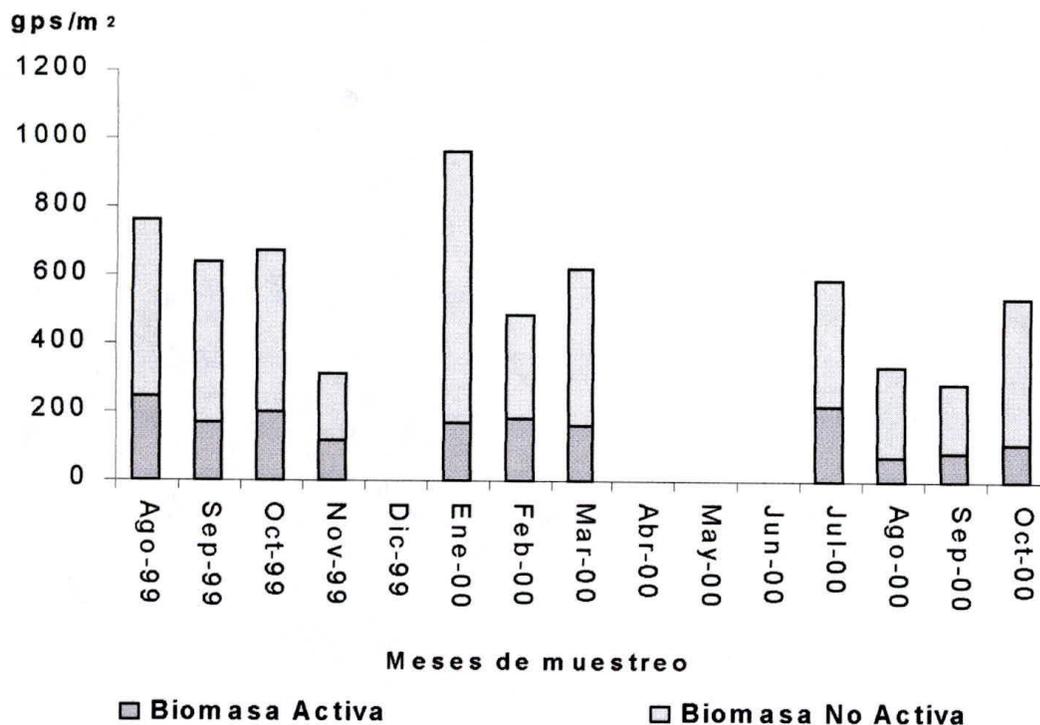


Figura 11: Biomasa activa y biomasa no activa fotosintéticamente (gps/m²) de las comunidades de vegetación acuática en la desembocadura del caño Aguas-Negras en la ciénaga de Pajárales.

La prueba de rango múltiple LSD con un 95% de confianza (tabla 20) igual que para la biomasa total muestra que las diferencias se encuentran únicamente entre el mes de Junio de 2000 y los demás meses cuando la salinidad es alta o no tolerables para estas especies (Figura 3).

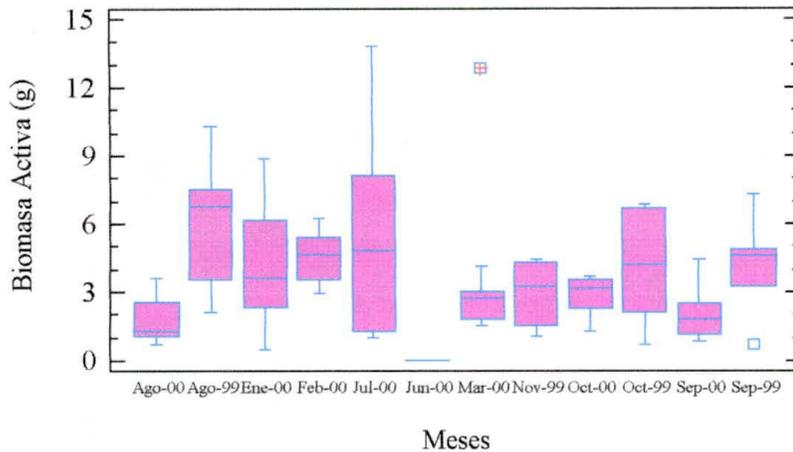


Figura 12 Comparación intra estación de las medias de biomasa activa fotosintéticamente durante el periodo de estudio. (DCAN-CP)

La biomasa no activa presentó valores entre 0.00 y 797.17 g/m^2 en junio y enero de 2000 respectivamente, el análisis de varianza señala diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los valores (tabla 21, figura 13) mostrando que los altos valores de salinidad afectan tanto la biomasa activa como la no activa.

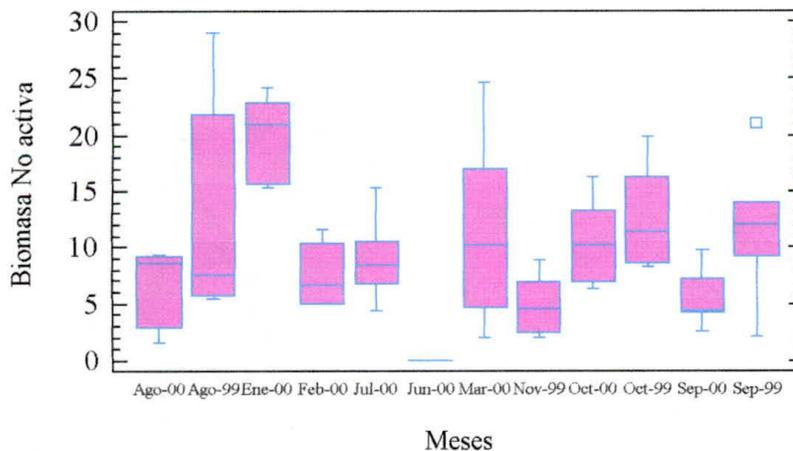


Figura 13: Comparación intra estación para las medias de la biomasa no activa para la DCAN-CP.

Igualmente la diferencia se observa entre Junio y los demás meses de muestreo (tabla 22)

En la Desembocadura del río Fundación a la altura de caño Jobo se encontraron valores comprendidos entre 182,39 (Agosto de 1999) y 462,37 gps/m^2 de biomasa activa y entre 293,26 y 463,72 gps/m^2 de biomasa no activa (Figura 14)

El análisis de varianza mostro que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las muestras, es decir que los valores que se presenta entre muestreos son muy similares demostrando la estabilidad que tiene la estación (Figuras 15,16; tabla 23 y 24) en cuanto a la variable salinidad. El análisis de comparación múltiple LSD con un 955 de confianza mostró y comprobó que no existen diferencias en ninguna de las medias de biomasa de cada mes, en los casos en los cuales se presenta estas diferencias son muy pequeñas.

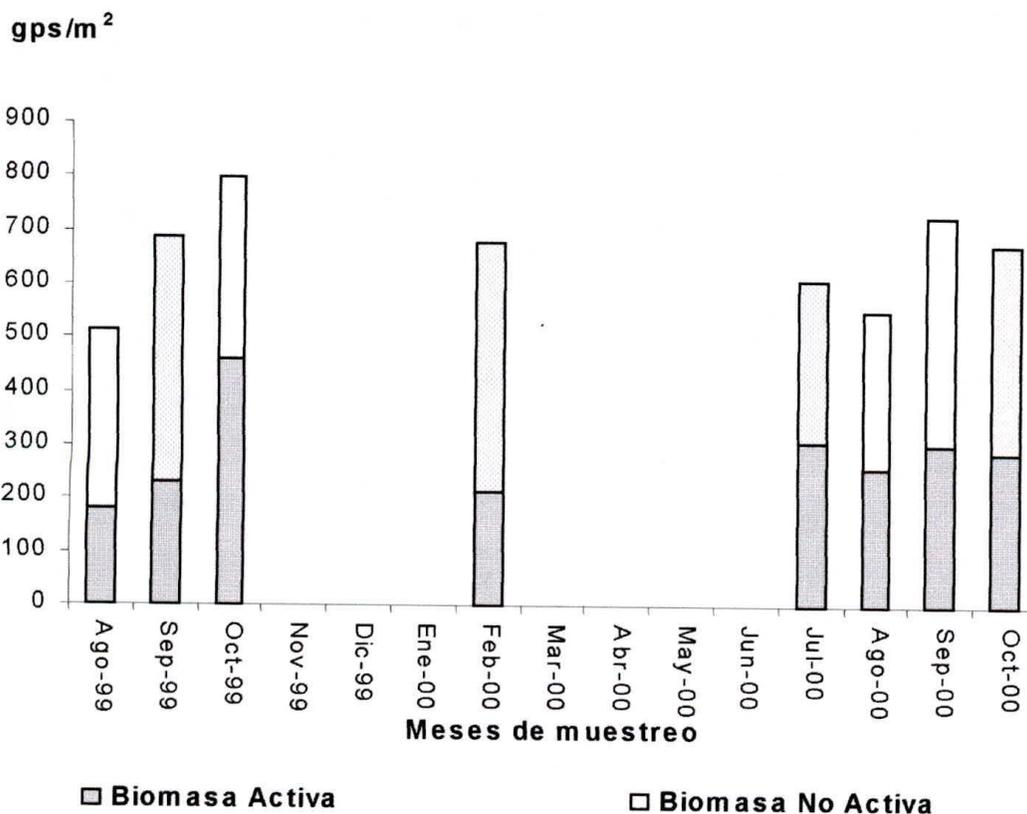


Figura 14: Biomasa activa y no activa (gps/m^2) de las comunidades de vegetación acuática e la desembocadura del río Fundación a la altura de caño Jobo.

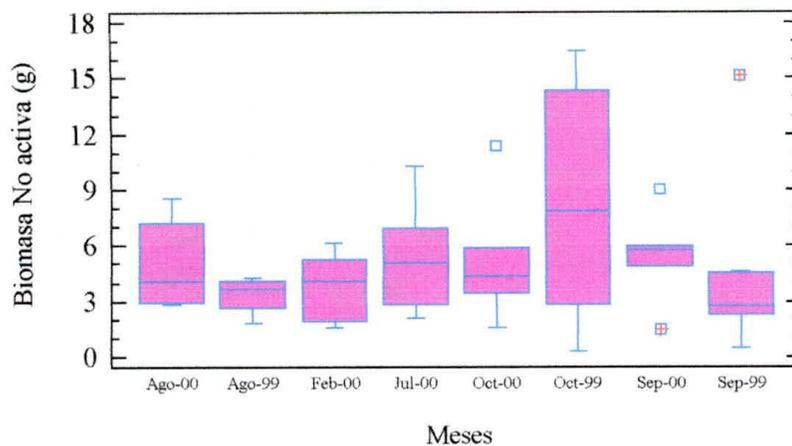


Figura 15: Comparación intra estación de las medias de biomasa activa g/m^2 encontradas durante el periodo de estudio en la DRFUN-CJ

La biomasa no activa fotosintéticamente es superior en todos los casos mostrando la madurez de la comunidad de la estación. En un ecosistema cuando las comunidades han alcanzado cierto grado de madurez hay un aumento en la biomasa principalmente de las partes menos activas, es decir que se manifiesta un retardo en la tasa de renovación. (Margalef 1983)

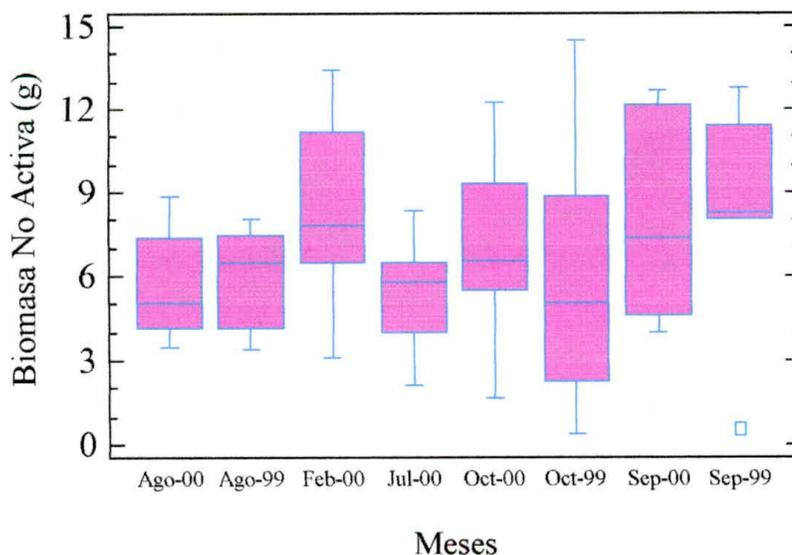


Figura 16 Comparación intra estación de las medias de biomasa no activa encontradas durante el periodo de estudio en la DRFUN-CJ

Estadísticamente no se presentaron diferencias significativas entre la biomasa activa y la no activa fotosintéticamente de las dos estaciones (Figura 17 y 18) al igual que en la biomasa total (Figura 10) esto se debe a la ausencia de algunos meses en la DRFUN-CJ. Para el análisis estadístico se eliminaron en DCAN-CP los meses en los que no hay datos en DRFUN-CJ los cuales corresponden en su mayoría a los meses en los cuales se presentan altos valores de conductividad (Marzo-00 y Junio de 00) los cuales hacen que a nivel intra estación si presenten tales diferencias.

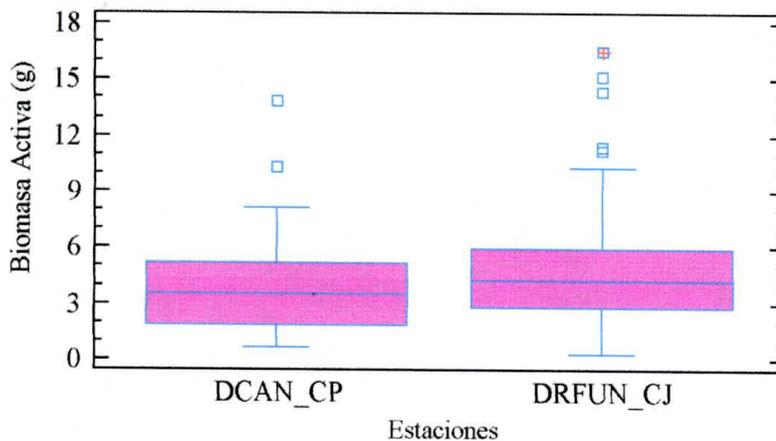


Figura 17: Comparación entre estaciones utilizando la biomasa activa fotosintéticamente encontrada durante el período de estudio.

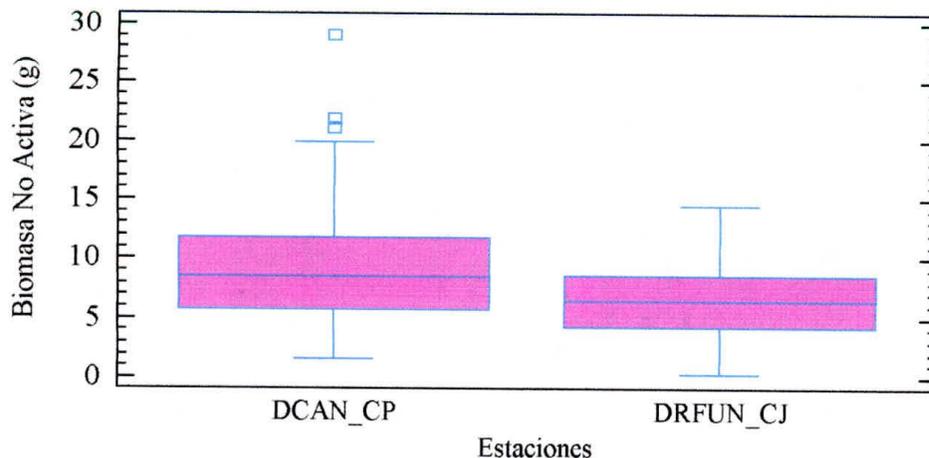


Figura 18: Comparación entre estaciones por medias de la biomasa no activa durante el período de estudio

3.2.3. Numero de especies e índice de valor de importancia.

Durante el período de muestreo en la DCAN Se encontraron diez especies de las cuales la más representativa en términos de valor de importancia fue *Ipomoea reptans* la cual presento el máximo valor en ocho de los doce muestreos (Figura 20), le siguió en importancia *Pontederia sp.* que presento valores relativamente altos en cuatro muestreos, estas son seguidas por *Eichhornia azurea*, las demás especies presentaron valor de importancia relativamente bajos en los meses en que aparecen.

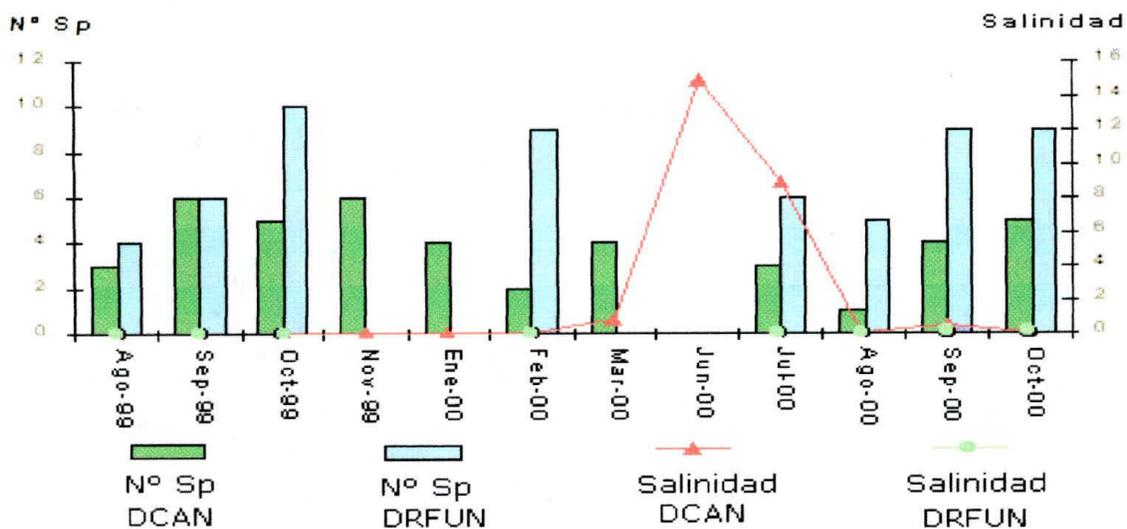


Figura 19: Número de especies y salinidad en la DCAN-CP Y DRFUN-CJ. Durante el periodo de muestreo

De las especies observadas, en orden de aparición *Ipomoea reptans* es la especie que más se presentó once de los doce muestreos a excepción de junio en el que no se presentó ninguna especie. Le sigue en importancia *Eichhornia crassipes* siete muestreos, *Pontederia sp1*, con seis, *Paspalum sp1* cinco veces, *Eichhornia azurea* y *Pistia stratiotes* cuatro, *Brachiaria* dos veces y en menor proporción *Neptunia postrata*, *Spirodela sp1*, *Salvinia auriculata*. Las cuales solo se encontraron una vez. En el gradiente algunas especies tienen tolerancias más amplias o preferenciales del nicho que otras y por lo tanto persisten por períodos muy largos. Odum y Odum, (1978)

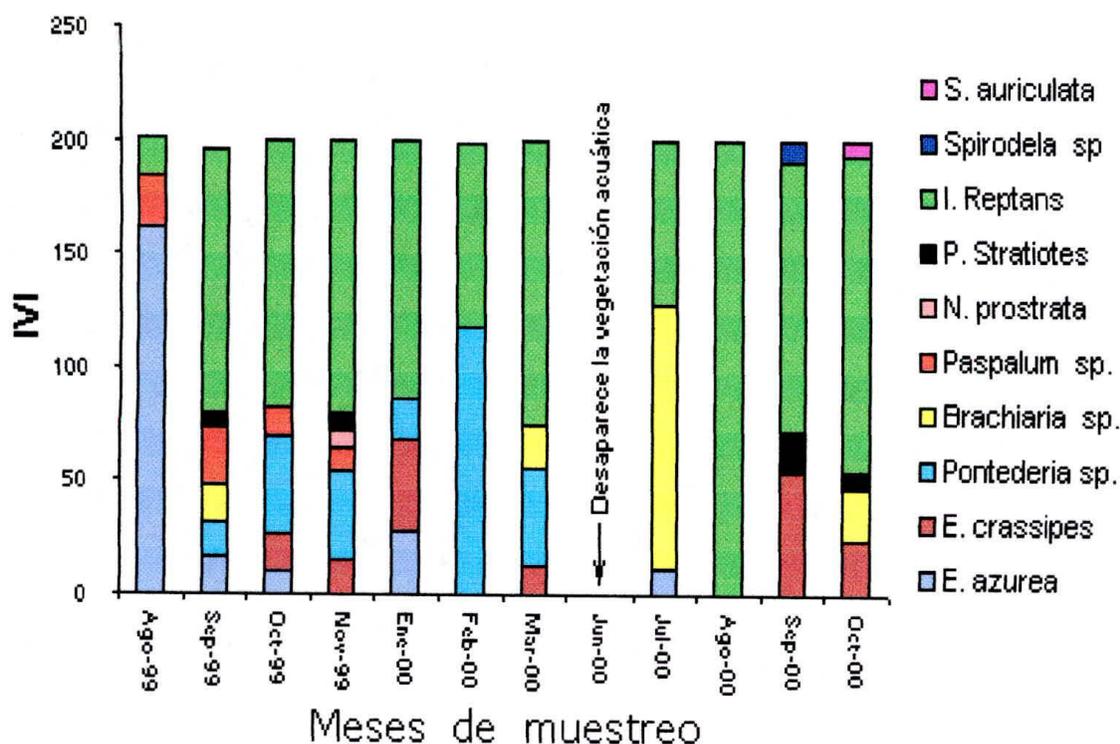


Figura 20. Índice de valor de importancia de cada una de las especies durante el período de muestreo en la desembocadura del Caño Aguas Negras en la Ciénaga de Pajarales.

El INVEMAR, 2000 en un estudio realizado en el Caño Clarín igualmente encontraron que la especie más frecuente estacionalmente son *paspalum repesn Ipomoea reptans* y *Eichhornia crassipes* y concluyen que estas especies bajo condiciones fisicoquímicas favorables solo las afecta el nivel del agua. Viña-Ramírez, 1998 en la ciénaga de Zapatosá encontro que las especies con mayor abundancia y distribución son *paspalum repesn, lemna sp* entre otras, siendo la primera de estas la más sobresaliente.

El número de especies para la estación oscilo entre 0,00 (Junio –2000) y 6 (Sep-Nov-1999), se nota la ausencia total de las especies en Junio de 2000 cuando la salinidad alcanza su máximo valor (Figura 19), en julio la vegetación comienza a retornar paulatinamente cuando la salinidad comienza a disminuir, el descenso que se observa en Agosto posiblemente se deba a un aumento de la salinidad días antes del muestreo la cual solo afecto a las especies menos tolerantes, se conoce que en los ecosistemas después de un disturbio el número de especies aumenta rápidamente seguido por un

descenso y posteriormente se presenta cierta estabilidad, en algunos muestreo se nota la presencia de salinidad sin embargo el número de especies no se ve afectado esto es por que el cambio no tuvo la intensidad para desorganizar la comunidad.

En la DRFUN Se encuentran catorce especies de las cuales *Pistia stratiotes* aparece en todos los muestreos ocho seguida por *Eichhornia azurea*, *Eichhornia crassipes* siete veces, *Bracharia* y *Salvinia auriculata* seis veces, *Spirodela poliriza* e *Hydrolea sp.* en cinco, *Ipomoea reptans* en cuatro, *Pontederia sp.*, *Paspallum sp.* y *lemna sp* en tres, *Hydrocottile umbellata* en dos, *Neptunia prostrata* es la especie con menor número de aparición uno.

El número de especies para la estación oscilo entre 4 y 10 se nota la presencia y abundancia a lo largo de todo el periodo de muestreo, relacionado con la ausencia de cambios en la salinidad (Figura 19), en los cuerpos de agua la gran mayoría de las especies se encuentran presentes durante todo el ciclo anual sin denotar cambios importantes en sus composición específica (Viña y Ramírez, 1998), según y Odum y Odum (1978) las etapas maduras de la sucesión serán más resistentes pero de ninguna manera inmune a las apariciones periódicas de fuerzas físicas, pues, el clímax no necesariamente permanece por siempre sin alteraciones el clímax cíclico puede ser un fenómeno común la especie más importante durante el período de muestreo es *Eichhornia azurea* la cual presenta un valor de importancia por encima de las demás especies en 4 de los 8 muestreos, le sigue *Eichhornia crassipes*, las demás también son importantes solo que en menor proporción (Figura 21).

En general el número de especies es mayor en la DRFUN que en la DCAN-CP, en el 2000 el INVEMAR, reporto 18 especies a lo largo del ciclo anual en el caño Clarín, Viña Ramírez, (1998) reporta para la ciénaga de Zapatosa 79 especies, Giuseppe, (1996) reporto 41 especies flotantes en el delta del río Orinoco en Venezuela, Arteaga, (1995) encontró 9 especies en pequeños lagos artificiales en la región norte del altiplano cudiboyasence.

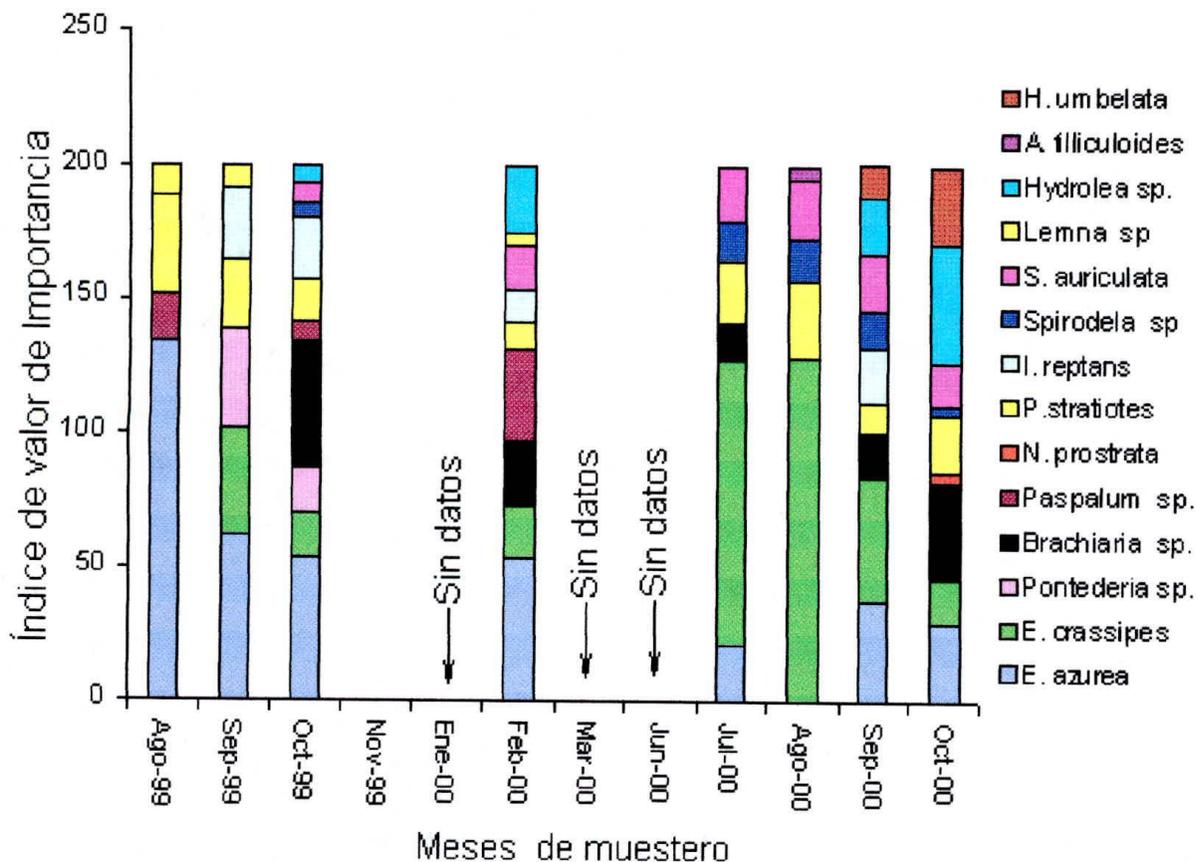


Figura 21. Índice de valor de importancia (IVI) de cada una de las especies durante el periodo de muestreo en la desembocadura del caño Jobo en el río Fundación.

El análisis de regresión (tabla 25) de la conductividad del cuerpo de agua con el número de especies muestra una correlación inversa entre ellas ($r = -0,57$) esto apoya la hipótesis que el aumento del contenido de sales ejerce una acción condicionante, aún cuando estos sean pequeños.

Los cambios en la composición específica o número de especies refleja diferencias físico químicas del agua relacionado con la disponibilidad de nutrientes o estados tróficos del sistema; las comunidades de plantas acuáticas como tal pueden ser un indicador más valiosos que las especies aisladas. Arocena y Mazzeo, (1994).

Según Guiral y Etien, (1991); Mainar y Loosli, (1962); Holm et. al, (1997); Correa y Hernández, (2000) la proliferación y distribución de la vegetación acuática flotante se puede controlar o disminuir con aumentos en la salinidad, igualmente Khedr, 1997, encontró que en el lago Manzala Egipto la distribución de estas se describe en relación a la salinidad, igualmente esta variable afecta la composición de especies; Amon et al. (1991); Wu, et al, (1990), encontraron que el jacinto de agua *Eichhornia crassipes* se ve favorecido por el decrecimiento de la salinidad, pues esta variable afecta el poder de proliferación de la especie, disminuye su capacidad de filtración y también su crecimiento; Khedr y Serag, 1998 encontro que *Pistia stratiotes* en el lago Egipto se ve afectada por la salinidad aunque puede tolerar pequeños rangos ambientales.

La actual regeneración y cobertura vegetal de agua dulce en áreas donde había desaparecido se relaciona directamente con los cambios de salinidad, esta ha propiciado la colonización y desarrollo de este tipo de vegetación. El excesivo crecimiento de estas plantas tiene repercusiones económicas y ecológicas directas como la contribución a la sedimentación de los caños y ciénagas, problemas de navegación generados por la alta densidad, albergan una gran cantidad de micro y macroorganismo generando nuevos hábitats para toda esta fauna asociada por lo tanto deben evaluarse planes de manejo para su control.

3.2.4. INDICES ECOLÓGICOS

El índice de diversidad de Shannom-Weaner (figura 22) en DCAN-CP presento pulsos de variación notorio entre los meses muestreados, este presento el valor más bajo en el mes de Junio de 2000 donde no se encontró ninguna especie al igual que en agosto de 2000 donde se da el mismo valor ya que solo se presenta una sola especie y el mayor valor en Septiembre de 1999 (0.00 y 1.90 bits) respectivamente.

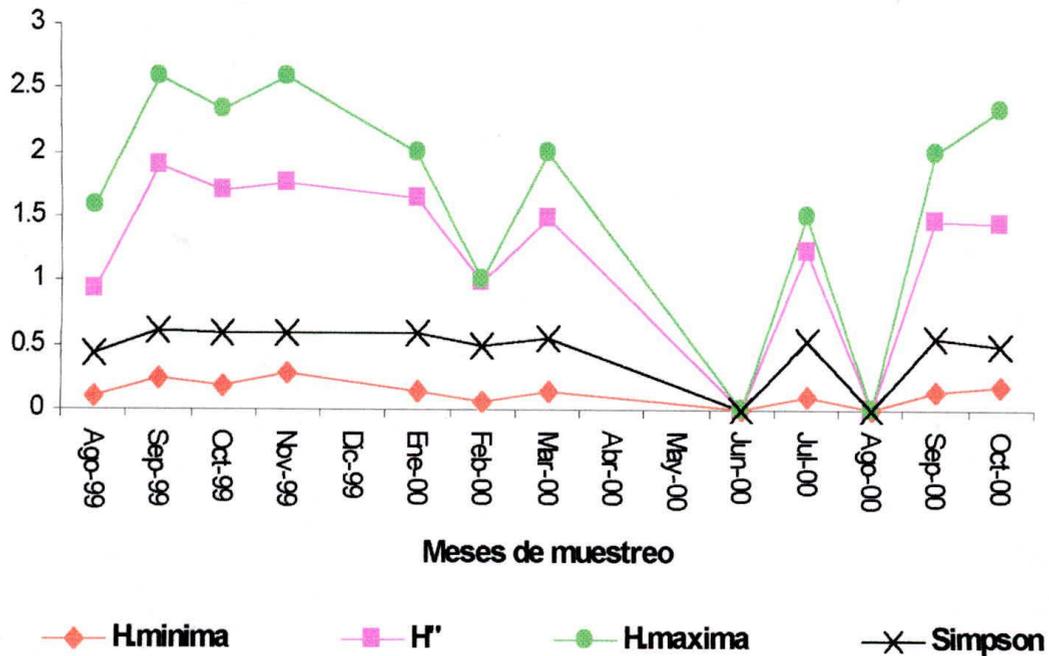


Figura 22. Variación temporal de la diversidad Sshannon-Wiener, Simpsons, durante el período de estudio en DCAN-CP

Los pulsos más notorios de disminución de la diversidad en general se observaron en los meses en los cuales se presentan valores altos de salinidad (Figura 3) igualmente esta tendencia se observó en el índice de Simpson el cual presenta el valor más bajo en Junio y Agosto de 2000 y el más alto en Septiembre de 1999. La riqueza de especies más alta se presentó en los meses de septiembre y noviembre de 1999 (Tabla 3) meses en los cuales se presentan las lluvias más altas y el aporte de los ríos es mayor los cuales traen consigo grandes tapones de vegetación formados por muchas especies.

Tabla 3: Valores de los índices de diversidad Shannon-Wiener, Simpson, H. Mínima, H. Máxima, porcentaje de H, Predominio y riqueza de la estación CDAN-CP

Meses	H.mínima	H''	H.máxima	Simpson	Predominio	Riqueza	%H
Ago-99	0,09	0,93	1,58	0,43	0,57	0,87	62,2
Sep-99	0,23	1,9	2,58	0,62	0,38	2,17	80,7
Oct-99	0,18	1,69	2,32	0,59	0,41	1,74	78,9
Nov-99	0,28	1,76	2,58	0,59	0,41	2,17	74,7
Ene-00	0,14	1,63	2,00	0,6	0,40	1,3	87,6
Feb-00	0,05	0,98	1,00	0,49	0,51	0,93	103
Mar-00	0,14	1,48	2,00	0,55	0,45	1,3	79,6
Jun-00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jul-00	0,09	1,23	1,50	0,53	0,47	0,87	82,8
Ago-00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sep-00	0,13	1,46	2,00	0,56	0,44	1,3	78,1
Oct-00	0,18	1,45	2,32	0,49	0,51	1,74	67,7

Los valores de diversidad de Shannon-Wiener encontrados en la estación son relativamente bajos puesto que este suele estar entre 0,0 y 5,0 bits, este valor para la estación en ninguno de los casos se Presento por encima de 2, esto debido a que las especies no están representadas en proporciones iguales, no cumpliendo con lo expuesto por Pielou (1975) en la cual en una comunidad el índice de diversidad será máximo cuando todas las especies estén igualmente representadas. Los bajos valores del índice indican bajo número de especies pero un alto número de individuos (Arias, 1975) con un alto predominio como se observo en el estudio (Tabla 3)

Según Margalef (1991) la contaminación del agua determina un descenso en la diversidad por tanto establecer condiciones rigurosas que pocas especies puedan resistir como por estimular el fuerte desarrollo de unas pocas especies en ambientes altamente fluctuantes e inestables. La diversidad y sus variaciones son por tanto un excelente indicador de polución.

Khedr, (1997), establece que la diversidad de estas comunidades incrementa cuando decrece la salinidad, según Cole 1983 cuando se transforma el equilibrio de un ecosistema la sucesión puede ser interrumpida y la estructura de una comunidad diversificada que evoluciono durante un período de tiempo puede ser destruida.

En ecosistemas la diversidad inicialmente se incrementa después llega a estabilizarse y puede declinara en las etapas tardías a medida que aumenta el tamaño de los individuos, las etapas serales con crecimiento rápido tenderán a tener una diversidad baja por el aumento de la talla de los organismos (Odum, 1978; Margalef, 1983).

En la DRFUN-CJ el índice de Shannom-Wiener registro valores comprendidos entre 1,38 y 3,01 bits, en Agosto de 1999 y Septiembre de 1999 respectivamente se nota que en la época de lluvia (Septiembre, Octubre, Noviembre) la diversidad es mayor que los demás meses muestreado, igualmente en ellos el valor de la diversidad esta muy cerca del valor de la diversidad máxima alcanzada por la comunidad en esta estación (Figura 23).

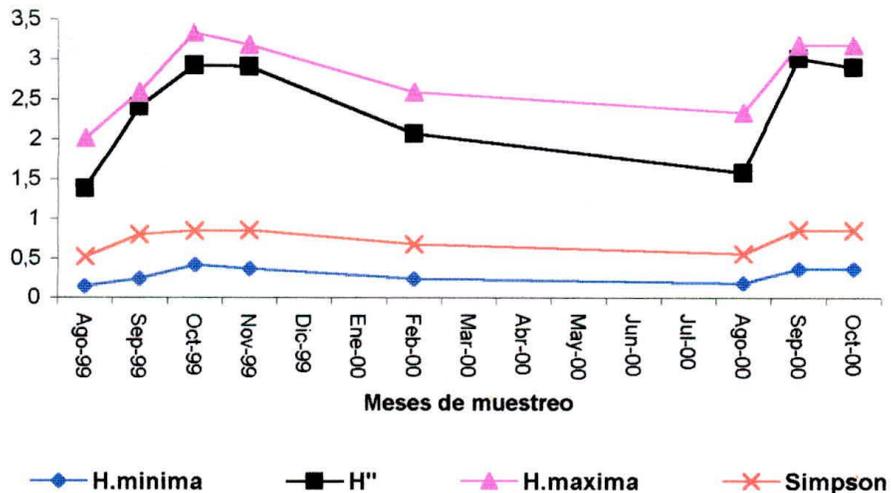


Figura 23: Variación temporal de la diversidad Sshannom-Wiener, Simpsons, durante el período de estudio en DRFUN-CJ.

En general la estructura de las comunidades de plantas acuáticas es muy heterogénea observándose extensos tapones que varían su distribución según la época climática de acuerdo con las expansiones y contracciones periódicas del ambiente acuático, las

comunidades vegetales cambian su composición y distribución espacial y las especies flotantes son transportadas por las aguas según los flujos o reflujos ciénaga-río. (Viña y Ramírez, 1998) tal como se observo en el presente trabajo.

El índice de Simpson en todos los casos es mayor de 0,5 (Tabla 4), el predominio es bajo, y el porcentaje de H esta por encima del 73%.

En todos los casos la diversidad es mayor y más estable que la DCAN-CJ y el predominio es mucho menor que en esta.

En dos comunidades igualmente representadas la comunidad con mayor número de especies será la que obtenga mayor índice de diversidad. Un índice de diversidad más alto que otro significa una mayor riqueza y abundancia. Pielou (1975).

Tabla 4. Valores de los índices de diversidad Shannon-Wiener, Simpson, H. Mínima, H. Máxima, 5 de H, Predominio y riqueza de la estación DRFUN-CJ

Meses	H.minima	H"	H.maxima	Simpson	Predominio	Riqueza	H
Ago-99	0,14	1,38	2	0,51	0,49	1,3	74,19
Sep-99	0,23	2,4	2,58	0,79	0,21	2,17	101,91
Oct-99	0,41	2,92	3,32	0,84	0,16	3,98	100,28
Nov-99	0,36	2,91	3,17	0,85	0,15	3,49	103,56
Jun-00	0,23	2,07	2,58	0,67	0,33	2,17	87,9
Ago-00	0,18	1,58	2,32	0,55	0,45	1,74	73,77
Sep-00	0,36	3,01	3,17	0,86	0,14	3,48	107,12
Oct-00	0,36	2,9	3,17	0,85	0,15	3,48	103,21

3.2.5. FORMAS DE VIDA

Las especies encontradas se caracterizan según su forma de vida. Se presenta a continuación una lista de cada una de ellas y la categoría a la cual pertenece (tabla 5).

Tabla 5: categorización de las formas de vida de cada una de las especies encontradas en el estudio. (ver tabla 1)

Especie	Forma de vida	Símbolo
<i>Ipomoea reptans</i>	Rhizophyta – Ephydata – Helophyta-Trepadora	EETR
<i>Eichhornia crassipes</i>	Planophyta- Emergente del agua con pecíolo transformado en flotador	PEPT
<i>Eichhornia azurea</i>	Planophyta- Emergente del agua con pecíolo sencillo	PEPS
<i>Salvinia auriculata</i>	Planophyta- Flotante en forma de roseta de hojas sobre cortos tallos estaloníferos de hojas pecioladas.	PFRS
<i>Pontederia sp.</i>	Rhizophyta – Ephydata - Solo emergen sus hojas y pecíolos	EECT
<i>Paspallun repens</i>	Rhizophyta - Helophyta-emergen las hojas y pecíolos y son gramínoideas	EEGR
<i>Brachiaria sp.</i>	Rhizophyta - Helophyta-emergen las hojas y pecíolos y son gramínoideas	EEGR
<i>Pistia stratiotes</i>	Planophytas-Flotante en forma de roseta de hojas sobre cortos tallos estaloníferos de hojas sentadas	PFRS
<i>Lemna sp.</i>	Planophyta-flotante de estructuras muy reducidas	PFER
<i>Neptunia postrata</i>	Rhizophyta-Helophyta-de transición entre helophyto y pleuston.	EEHP
<i>Hydrocotyle humbellata</i>	Rhizophyta-Helophyta solo emergen sus hojas y pecíolos	EECT
<i>Spirodela poliriza</i>	Planophyta-flotante de estructuras muy reducidas	PFER
<i>Azolla filliculoides</i>	Planophyta-flotante de estructuras muy reducidas	PFER
<i>Hidrolea sp.</i>	Planophyta-Flotante en forma de roseta de hojas sobre cortos tallos estaloníferos de hojas pecioladas.	PFHP

Se encontraron 10 categorías de formas de vida durante el período de estudio de las cuales nueve se presentan en la DCAN-CP y nueve en DRFUN-CJ. En la DRFUN-CJ se reportan las cinco (5) clases de formas de vida de pleuston o Planophyto (Tabla 6) y cuatro (4) clases de Rhizophytos o enraizadas estas en menor proporción que las anteriores. La presencia de una u otra forma de vida en cierto lugar se encuentra

relacionado con las condiciones del medio, pues las especies adaptan su forma de acuerdo a esto. Mateucci y Colma (1982).

Tabla 6: Formas de vida presentes durante el período de estudio en la DRFUN-CJ

Forma de vida	Agos-99	Sep-99	Oct-99	Feb-00	Jul-00	Agos-00	Sep-00	Oct-00
Pleuston								
PFER	X	X	XX	X	X	X	X	X
PFRS	X	X	X	XX	XX	XX	XX	XX
PFHP			X	X		X	XX	X
PEPS	X	X	X	X	X		X	X
PEPT		X	X	X	X	X	X	X
Subtotal	3	4	5	5	4	4	5	5
Enraizada								
EECT		X	X					X
EEGR	X		XX	XX	X		X	X
EFTR		X	X	X			X	
EFHP								X
Subtotal	1	2	3	2	1		2	3
Total	4	6	8	7	5	4	7	8

En la DCAN-CP presentaron 9 formas de vida pero estas en su mayoría pertenecen a la clase de las enraizadas (Tabla 7), a lo largo del estudio en algunos muestreos se presentan muy pocas formas de vida en algunos meses incluso en algunos casos se nota una sola como en agosto y septiembre.

Tabla 7. Formas de vida presentes durante el período de estudio en la DRFUN-CJ

Forma de vida	Ago99	Sep99	Oct99	Nov99	Ene00	Feb00	Mar00	Jun00	Jul00	Ago00	Sep00	Oct00
Pleuston												
PFER											X	
PFRS		X		X							X	XX
PEPS	X	X	X		X							
PEPT			X	X	X		X		X		X	X
Subtotal	1	2	2	2	2		1		1		3	3
EFHL												
EFHP				X								
EFCT												
EECT		X	X	X	X	X	X					
EEGR	X	XX	X	X			X		X			X
EFTR	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Subtotal	2	3	3	4	2	2	3		2	1	1	2
Total	3	5	5	6	4	2	4	0	3	1	4	5

El análisis de similitud realizado con las formas de vida para la DRFUN-CJ no muestra diferencia entre los muestreos. Este muestreo la formación de una observación aislada (Agosto de 2000) y la de un gran grupo (Figura 24) formado por los demás meses.

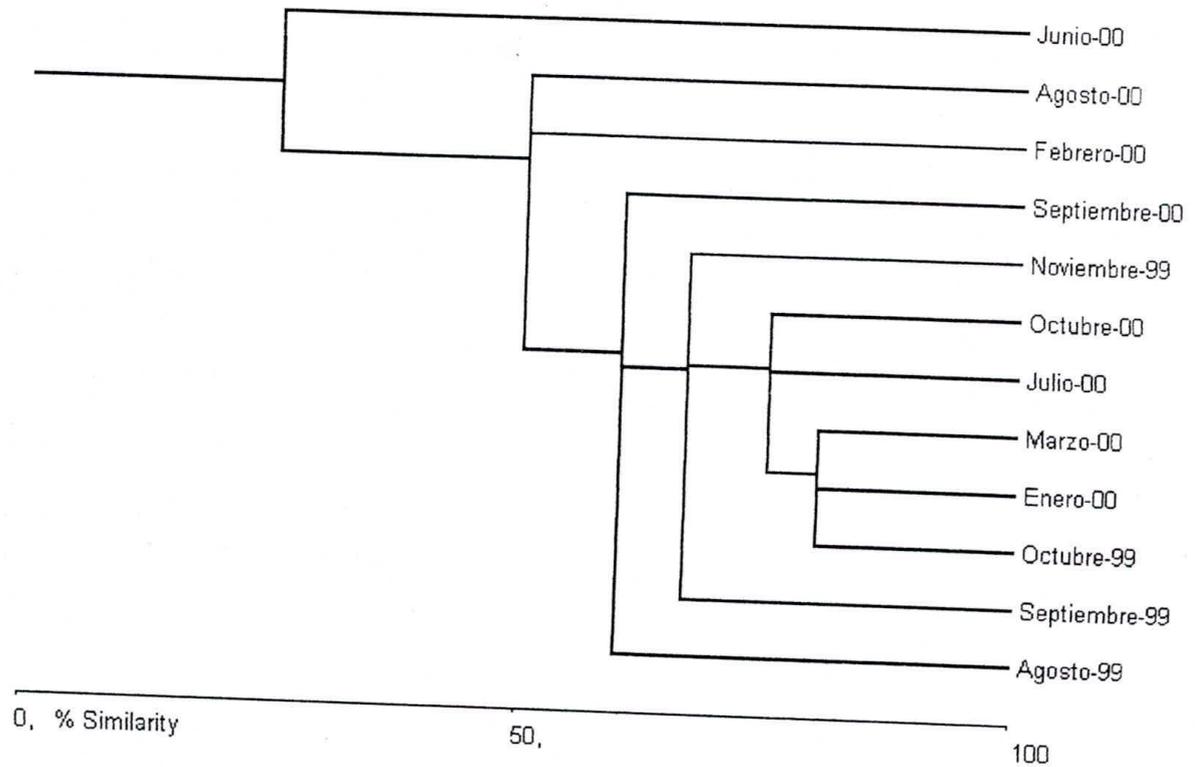


Figura 24: Análisis de similaridad por Jaccard con ligamiento sencillo, de las formas de vida encontradas en la DRFUN-CJ

En la DCAN CP el análisis de similaridad (Figura 25) se presentan varias observaciones aisladas formadas por los grupos de Junio de 2000 (no hay especies), Agosto de 2000 y Febrero de 2000 (se presenta una forma de vida) y la formación de un grupo formado por los demás meses del muestreo.

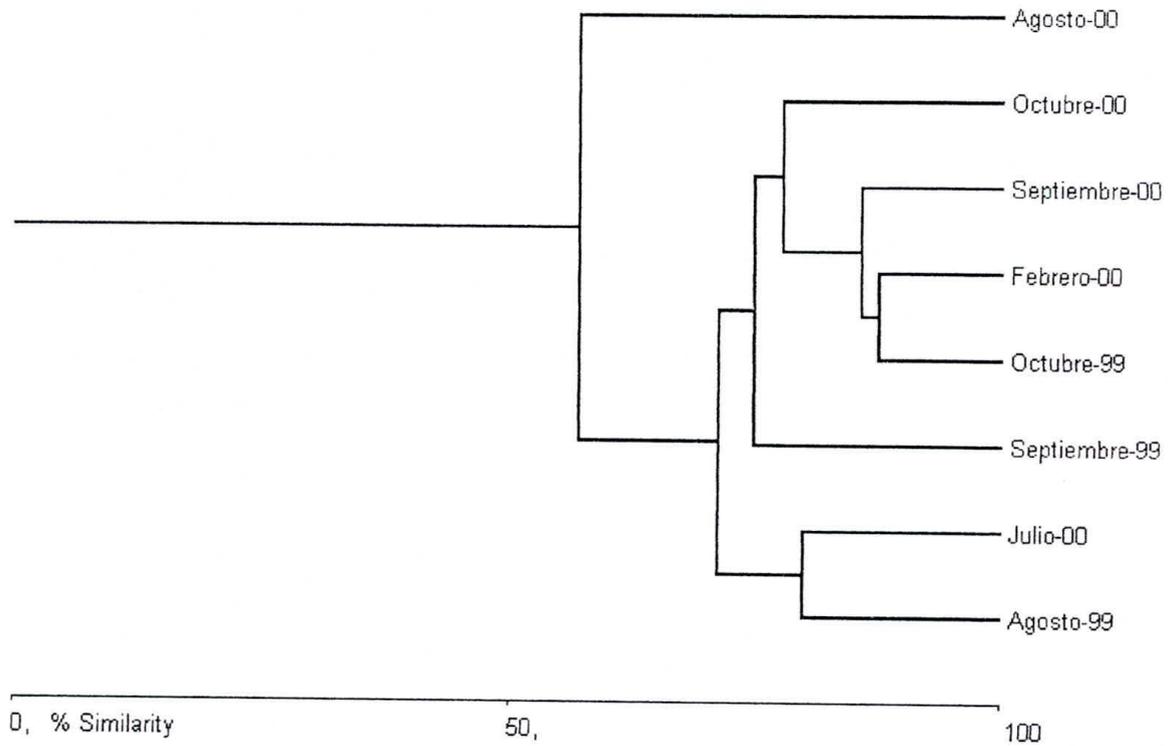


Figura 25: Análisis de similitud por Jaccard con ligamiento sencillo, de las mas de vida de la DCAN-CP.

El hecho de que en la DRFUN CJ se presente una mayor proporción de formas de vida del pleuston parece estar relacionado con la tranquilidad que esta agua presentan lo cual hace que estas especies permanezcan en ellas, por el contrario en DCAN-CP que las corriente son más fuertes (Observación directa) por el aporte del caudal del río Magdalena más directamente que obliga a que las especies que allí se presentan tengan capacidades de fijarse para poder mantenerse en el sistema.

4. CONCLUSIONES

Con fundamento en el análisis y síntesis de los resultados obtenidos en el estudio se concluye lo siguiente:

La variable ambiental salinidad presento valores bajos al compararlo con lo reportado por diferentes autores en años anteriores al estudio, sin embargo; se observaron los pulsos característicos que se presentan a lo largo del ciclo anual en la región.

Los valores bajos de salinidad que se informan, muestran de manera categórica la influencia de la entrada de agua dulce a través de los caños Aguas Negras, Renegado y Clarín, a demás de las condiciones macro climáticas especiales en la región (fenómeno frío Pacífico – La Niña) durante el período de estudio lo cual provoco el ingreso de un volumen de agua importante al complejo de humedales existentes en el delta del río Magdalena.

En la zona de la desembocadura del caño Aguas Negras en la ciénaga de Pajara la comunidad de macrofitas acuáticas había desaparecido como consecuencia de la desconexión del delta con el río Magdalena. Durante el monitoreo se observo la colonización (sucesión) y rápido crecimiento de esta comunidad. Los eventos observados estuvieron relacionados con la reapertura de los caños Aguas Negras, lo cual provoco la disminución de la salinidad del agua favoreciendo el establecimiento de las especies. El mismo efecto causo la reapertura de caño Clarín en la zona norte y el caño Renegado en el sector del río Fundación.

La comunidad de macrófitas acuática de la zona de estudio durante el período de observaciones estuvo constituida por 9 familias representadas por diez géneros distribuidos en catorce especies de las cuales doce son plantas superiores (ocho monocotiledóneas cuatro monocotiledóneas) y dos helechos acuáticos.

En la desembocadura del río Fundación a la altura de caño Jobo los valores de biomasa mostraron muy pocas diferencias entre los muestreos realizados. Las diferencias observadas no fueron estadísticamente significativas. Esta condición se puede explicar por la relativa estabilidad que presentó la estación en cuanto a la salinidad y flujos de agua dulce durante todo el período de estudio. Con base en lo anterior se puede asumir que la comunidad presente se encuentre en una etapa madura dentro de la sucesión.

En la desembocadura del caño Aguas Negras en la ciénaga de Pajara se presentan diferencias estadísticamente significativas entre las muestras debido a los cambios de salinidad del agua que se producen en la estación a lo largo del ciclo anual lo que hace que las comunidades se encuentren posiblemente en una fase temprana de sucesión.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de la biomasa de las dos estaciones durante el periodo de muestreo, esto indica que estas comunidades alcanzan rápidamente el límite de máxima biomasa.

La biomasa es afectada por variaciones en la salinidad, estas variables están correlacionadas de manera inversa. Esto no entra en contradicción con el punto anterior ya que dadas las altas tasas de crecimiento y reproducción que estas comunidades se recuperan relativamente rápido a los efectos de la salinidad.

Los valores de biomasa se relacionan con el tipo de vida de las especies presentes en la comunidad, es así, como las gramíneas aportan mas biomasa pues tienen muy poco contenido de agua en sus tejidos, mientras especies carnosas (Eichhornia y Pistia) con altos contenidos de agua y tejidos esponjosos aportan menos biomasa por unidad de área.

En la sucesión Hay un aumento de la biomasa principalmente de las partes menos activas, en el estudio La biomasa activa fotosintéticamente fue mayor o igual en las observaciones de las dos estaciones durante el período de estudio esto parece indicar que la tasa de pastoreo ejercida sobre las partes menos activas es mayor que la ejercida

sobre las partes activas (Hojas, frutos, flores) debido a que la fauna que se alimenta de ella ha desaparecido del sistema.

Se evidencia un mayor número y persistencia de especies en la desembocadura del río Fundación a la altura de caño Jobo debido a que la estación no sufre alteraciones en cuanto a la salinidad y pocos en el flujo de agua dulce a lo largo del ciclo anual lo que favorece el desarrollo de estas.

El número de especies y la conductividad eléctrica están inversamente correlacionadas lo cual apoya la hipótesis de que el contenido de sales ejerce una acción condicionante aun cuando estos son bajos.

En la desembocadura del caño Aguas Negras en la ciénaga de Pajaral la macrofitas más importante y frecuente es *Ipomoea reptans* y las de menor frecuencia son *Neptunia prostrata*, *Spirodela polirhiza* y *Salvinia auriculata*,

En la desembocadura del río Fundación a la altura de caño Jobo la especie de mayor frecuencia es *Pistia stratiotes* y la de menor frecuencias es *Neptunia prostrata*.

La desembocadura del río Fundación a la altura de Caño jobo presenta una mayor diversidad y poca variabilidad en el número de especies con un bajo predominio.

En desembocadura del caño Aguas Negras en la ciénaga de Pajaral que presenta una mayor variabilidad en las características químicas del agua, mantiene una baja riqueza de especies y un alto predominio de unas pocas especies dado el efecto tensor de la salinidad.

La composición de especies de las dos zonas de estudio es muy diferente aún cuando tienen muchas especies en común.

La forma de vida predominante de la desembocadura del caño Aguas Negras en ciénaga de Pajaral es la rhizophyta o enraizadas por el contrario en la desembocadura del río

Fundación a la altura de caño Jobo predominan las planophytas o flotantes. Las especies flotantes son menos tolerantes a cambios en la salinidad, mientras que las especies enraizadas en sustratos presenta una mayor tolerancia a las sales. Por otra parte las especies flotantes son arrastradas muy fácilmente por las corrientes de agua y el viento.

La variación anual e interanual en el ciclo hidrológico de la ecoregión ciénaga Grande de Santa Marta tiene influencia determinante en la presencia y distribución de las macrofitas acuáticas, estas dependen de la entrada constante de agua al ecosistema tanto la variación en la precipitación como la de las descargas del río Magdalena.

Debido a la reconexión del río y el complejo de ciénagas se espera que este tipo de vegetación antes desaparecida de algunas zonas del sistema se expanda y se mantenga contribuyendo con la creación de hábitats y fuente de alimento y refugio para la fauna acuática como aves, peces e invertebrados.

El rápido crecimiento (acumulación de biomasa) que estas comunidades tienen puede traer problemas para las actividades económicas de la región como es la obstrucción de canales dificultando la navegación, contribuir al proceso de colmatación de los cuerpos de agua, problemas de anoxia, por otra parte actúa como filtro biológico que retira grandes cantidades de nutrientes disminuyendo el grado de eutrofización de las aguas,

RECOMENDACIONES

La presente investigación es un aporte para continuar los estudios conducentes a evaluar la importancia ecológica de las macrófitas acuáticas y su utilidad en el monitoreo ambiental. Esta comunidad es un bioindicador útil en para los monitoreos de calidad de aguas y de las variaciones que ocurren en los ambientes acuáticos pues estas comunidades acumulan información que los análisis físico-químicos no detectan.

En general la vegetación es un buen indicador de los cambios que se presentan en el sistema, por lo que es necesario realizar estudios particulares para cada especie, que permita conocer la sensibilidad de cada una a cambios en la salinidad, su capacidad de recuperación, el aporte de biomasa al medio como fuente de alimento para la fauna silvestre entre otros posibles temas.

La gestión de las macrofitas acuáticas dada su capacidad de cubrir grandes áreas por su alta dispersión y rápido crecimiento generan graves problemas a los cuerpos de agua como la dificultad en la navegación, problemas de anoxia en el agua entre otros estas se deben limpiar constantemente por lo costoso que son los mecanismos de limpieza de las aguas se plantea la posibilidad de explorar alternativas de manejo para controlar su crecimiento. Una posibilidad es el manejo de los flujos de agua dulce se produzcan pequeñas variaciones en la salinidad en los cuerpos de agua lo que permite controlar el crecimiento de la comunidad.

Estudios a largo plazo del comportamiento de las poblaciones vegetales son de interés científico y necesarios para la gestión de humedales de manera que se minimicen los perjuicios y se maximice las ventajas de un crecimiento controlado de la vegetación acuática ya que debemos desempeñar el papel que realizaban algunas especies en el medio natural como manatíes, chigiros.

BIBLIOGRAFIA

AMON-KOTHIAS., J.B; D.,GUIRRAL; Y. SANKARE; N. KABA; N. ETIEN, 1991, remote mapping of the expansión of the macrophytes invading the ebrie lagoon system centro de recherches oceanologiques en: Journal ivoirien then oceanologie et the limnologie Abitd, Vol. 1 N° 2 pp 11-24.

ARIAS, P., 1975. Contribución al conocimiento Limnológico de la ciénaga de Guarinocito y su relación con el río Magdalena. Trabajo de grado en Biol.. Mar. Univ. Jorge Tadeo Lozano. Bogotá Colombia. 50p.

AROCENA .R., N. MAZZEO., 1994. Macrófitas acuáticas de un arroyo urbano en Uruguay: Su relación con la calidad del agua. Rev. Biol. Trop. 42(3):723-728.

ARTEAGA, M., 1995. Estructura y biotipología de las comunidades de macrófitas de pequeños lagos artificiales en la región norte del altiplano cundiboyacense. Memorias de investigaciones limnológicas en ecosistemas acuáticos tropicales. 125-137p.

ALPHA, 1981, Estándar methods for the examination of water and wstewater, 17th Edition. American públic Heath Asociación Washington D.C.

BADILLA, V, L. SCHREE Y C. BENITEZ, 1985. Clave de las Familias de Plantas Superiores de Venezuela. Séptima Edición. Espasande, S.R.L. Editores.

BERMÚDEZ., 1997. Malezas más comunes en Colombia (Taxonomía) editorial produmedios. Santa fe de Bogotá D.C. Colombia. 149p.

BOTERO J. E y L. BOTERO.1987. La Ciénaga Grande de Santa Marta una laguna costera en peligro de muerte. Memorias III congreso de ornitología Neotropical. Cali- Colombia 157-159p.

BOTERO, L. (Ed), 1988. Estudio Ecológico de la ciénaga grande de Santa Marta. Informe final I parte. INVEMAR, Santa Marta Colombia 46P.

- BOTERO. Y L. BOTERO, 1989.** Problemática ambiental del sistema Ciénaga Grande de Santa Marta Delta Exterior del Río Magdalena. 9-28p en: Anibal J y G. García. FESCOL, Bogota-Colombia 78p.
- BOTERO-ARBOLEDA, L. y J. C. MANCERA-PINEDA. 1996.** Síntesis de los cambios de origen antrópico ocurridos en los últimos cuarenta años en la Ciénaga Grande de Santa Marta (Colombia) Rev. Acad. Colombia. Ciencias 20(78) 465-474.
- BOTERO-ARBOLEDA, L. B. GIRALDO, P. CARDONA Y L. SERRANO, 1996.** Contribución al conocimiento de la estructura y funcionamiento del manglar del Delta Exterior Derecho del Río Magdalena. Licania Arbórea (Neotropicos, Ecología y Cultura) 1(1) :10-17p.
- BLANCO, J. A. 1989.** Las variaciones ambientales estacionales en las aguas costeras y su importancia para la pesca en la región de Santa Marta Caribe Colombiano. Tesis M.sc. Biol.. Mar., Univ. Nacional de Colombia. Bogotá.
- BRISTOW, J. M., J. CÁRDENAS T. M., FULLENTON, J. SIERRA, 1972.** Malezas acuáticas. Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá. 115 p.
- BUSK. T.A; F. DIERBERG, 1989.** Efects, of nutrient availability on water hyacinth standing crop and detritus deposition en: Hydrobiologia Vol. 174, N° 2, pp151-159
- CARDENAS, J., C. E. REYES Y J. D. DOLL. 1972.** Tropical Weeds, Malezas Tropicales, Vol. 1. ICA, Bogotá. 341 p.
- CASTILLO, A. y F. FORERO, 1991.** Estudio ecológico comparativo de los macrofitos acuáticos en dos sistemas de lagunas del municipio de Puerto López (Meta) Tesis Universidad Nacional de Colombia. 86p.
- CASTAÑO, J. D. 1990.** Estudio de la composición y abundancia del zooplancton en el complejo de ciénagas y caños de Pajaral. Delta Exterior Derecho del Río Magdalena. Fundación Univ. Jorge Tadeo Lozano. Tesis Biol.. Mar.

- CARDONA. P. P. 1991. Características de los suelos de manglar del costado noroccidental de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Complejo de Pajárales, Isla de Salamanca y su relación con algunos atributos de la vegetación. Tesis de Maestría. Univ. de Antioquia. Medellín 110p..
- C. E. A. CENTRO DE ESTUDIOS AMBIENTALES, 1996. Plan de manejo ambiental embalse del Guájaro. Consultoría para la Corporación Autónoma Regional del Magdalena, CEA Universidad Del Magdalena.
- CETIH, 1978. Diagnóstico sobre el comportamiento hídrico de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Univ. De los Andes Centro de estudios técnicos e investigaciones. HIRA/INDERENA. Informe final. 120p.
- COLE. G. A., 1975, Texbook of limnology, the C.V. Mosby company London, 283p.
- COLE. G. A. 1983. Manual de limnología Primera edición . Editorial Hemisferio Sur S.A. República oriental de Uruguay. 405p.
- COOPER., C.P., J. DEPETNS; R. EHLENGER., R. FISHER., S. SCHNEIDER Y J. ZIEMAN, 1974. Impac of regional change on climate and aquatic systems en: Farworth E y F Gplley (E.d) fragile acosystems. Springer-vertag. Newyork. pp183-240.
- CORREA. M. Y C. HERNÁNDEZ., 2001. Evaluación estructural de las comunidades de vegetación acuática en el caño Aguas Negras y plano inundable del río Fundación Caribe Colombiano. Mem. IX congreso latinoamericano sobre ciencias del mar. San Andrés islas. Colombia. Pag. 484.
- CORPAMAG, 1983. Complejo lagunar, Ciénaga Grande de Santa Marta : Campaña de mediciones. UNINORTE. Prociénaga N° 1 Barranquilla.
- CORPAMAG, GTZ. 1999. Desarrollo sostenible de la Ciénaga Grande de Santa Marta, un compromiso de todos, Santa Marta.
- COSEL, R., Von, 1986, Lista preliminar de los moluscos de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Mitt. Int. Colombo-Aleman. Invest. Cient. 7. 47-56.

- COOK C. D., B. J. GUT, E.M. RIX, J. SHNELLER, Y M. SEITZ, 1974.** Water plants of the word. Junk bv. Publishers, the hayge.
- CRUZ G. y R. DELGADO, 1986.,** Distribución de las macrófitas en el lago Yohoa Honduras. Rev. De Biología tropical, 34(1),141-149p
- DANIELS. 1972.** Investigaciones florísticas del Parque Nacional Isla de Salamanca INDERENA-Barranquilla-Colombia. 60p.
- DÍAZ, G., 1995.** Características estructurales y funcionales de las macrófitas de la laguna de Suesca (Cundinamarca-Colombia), en dos períodos climáticos diferentes. Tesis Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozan 86.p.
- ESCOBAR, A. 1990** Clorofila "A", materia en suspensión ; DBO, Nutrientes e hidrología del complejo de Ciénagas de Pajara, Caribe Colombiano. Memorias VII Seminario Nacional Ciencias Y Tecnología Del Mar. Comisión Colombiana de Oceanografía- Cali-Colombia 67-83p.
- ERFFA, A. F. VON, 1973.** Sedimentation, Transport and erosion an der rodkuste Kolumbiens zwischen Barranquilla under Sierra Nevada de Santa Marta. Mitt Inst. Colombo Aleman Invest. Cienc. 7: 155-209.
- FASSETT, N. 1940.** A manual of aquatic plant. McGraw-Hill. Book. Company. New York. 382p.
- FRANKY Y SIMONS .P. 1976.** Flora y fauna Parque Nacional Isla de Salamanca INDERENA, 230p.
- FONTIER, S. 1976.** Utilisation des diagrames rang-frequence dans l' analyse des esosystemes. J. Rech. Oceanogr. 1(3): 35-47
- GONZALEZ. A. E. 1989.** Cambios ocurridos en la cobertura de manglar en la Ciénaga Grande de Santa Marta durante los años 1956-1987, informe interno INVERMAR. Santa Marta Colombia.

- GONZALEZ. A. E., Y C. HERNÁNDEZ. 1992** La región de ciénaga grande de Santa Marta ecosistema y medio ambiente, en desarrollo sostenible de la zona costera del Caribe Colombiano aproximaciones al tema OEA-COLCIENCIAS-IDEA. Universidad nacional. Bogotá Colombia. P161-182.
- GONZALEZ. A. E., G. MARQUEZ, C. MARTINEZ, C. HERNÁNDEZ. M. PEREZ, L. PANNIZO. M. PACHECO, C. VALDERRAMA, A. RODRIGUEZ, J. RAMIREZ, 1992.** Desarrollo sostenible de la zona costera del Caribe Colombiano: Aproximaciones al tema. O.E.A.-COLCIENCIAS-IDEA. Universidad Nal. Bogota-Colombia. 204p.
- GONZALEZ. A. E. 1996.** El manglar de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Ecosistema en peligro de extinción. Colombia sus gentes y sus regiones, N° 21, 2-21. IGAC. Bogota.
- GRASMUCK , N. J. HAURY, .L. LEGLIZE, .S. MULLER. 1995.** Assessment of the bio-indicator capacity of aquatic macrophytes using multivariate analysis. Rev. Hidrobiología 300/301: 115-122.p
- GUIRRAL, D.; N. D, ETIEN, 1991.** Aquatic macrophytes of lagoonal banks en. Journal ivoirien the Oceanology et the limnology. Abidjan. Vol. 1 N° 2. PP25-40.
- GIUSEPPE, C. 1995.**.,La vegetación acuática del Delta del río Orinoco (Venezuela) composición florística y efectos ecológicos I. Memoria Sociedad de Ciencias Naturales La Salle Tomo LV, Número 144 pp 3-34.
- GIUSEPPE, C. 1996.**., Aquatic vegetation of the Orinoco River Delta (Venezuela). An overview. Museo de historia natural. J.M. Carfrey, P.R. F. Barren, K. Murphy & P.M. Wade (eds)., Management and Ecology of Freshwater plants flower academic publishers, printed in pelgium. 109-113.
- GLENN-LEWIN. D. Y E. VAN DER MAAREAL, 1992.** Patternes and processes of vegetations dynamics 11-59 en. Glenn-lewin, D.R.. Peet y T. Veblan (Ed) Plant succession. Chapman y Hall. Londres, 352p.

- HERNÁNDEZ, C; VON FILDEBRAND; P. Y R. ALVAREZ LEON, 1980 Problemática del manejo de manglar con especial referencia al sector occidental de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Magdalena Colombia. Memorias del seminario sobre el estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglares. UNESCO. Cali Colombia. P. 364-386.
- HERNÁNDEZ, C . 1988. Producción primaria del fitoplacton de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Colombia. Informe técnico final INVEMAR/COLCIENCIAS Parte II Santa Marta 16p
- HERNÁNDEZ, C Y K. GOCKE, 1990. Producción primaria en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Colombia. AN. Inst. Invest. Mar. Punta Betin. 19-20: 23: 103-117.
- HOLLAND. G., y A. RAMIREZ; 1996. Wetlands and enviromental gradient 19-43 en. Muramootti G.B. Warner y E.McBeen (Eds) Wetlands enviromental gradients. Boundaries and buffers, Lewis publishers Florida. 298p
- HONKING, P. J. 1981. Response of *typha domingensis* to salinity and high level manganese in the roting medium. Aust. J. Mar. freshwater, Res.(32): 907-919p.
- HOLM, L. G., PLUCKENETT, D. L., PANCHO J. V. and J. P. HERBERGER, 1977. The word's worst weeds: Distribución and biology. East-west Center/University press of hawaii. 72-77p.
- HOUH. A. y D. FONWALLE, 1988. Interaction of inorganic carbon and light availabilily as controlling factors in aquatic macrophyte distribution and productivity. Limnology and oceanography, 22(5). 1202-1208p.
- IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 1973. Monografía del departamento del Magdalena
- IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), 1975. Estudio hidroclimatico de la región Caribe. División investigativa, subdirección investigativa y divulgativa geográfica. Bogotá.

IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), 1993, Características geográficas. Magdalena, Santa fe de Bogotá. D.C. 146P

IDEAM, Instituto de Hidrología y Metereología y Estudios Ambientales 1999. Condiciones ambientales en Colombia informe # 59. 44P.

IDEAM, Instituto de Hidrología y Metereología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2000. Condiciones ambientales en Colombia. Informe N° 71. 49P

INVEMAR, 2000. Informe técnico "Monitoreo de las condiciones ambientales de las condiconas ambientales y de los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros en la Ciénaga Grande de Santa Marta: Un enfoque de manejo adaptativo fase II, 264P.

INDERENA - SODEIC Lta. 1987. Estudio y diseños complementarios para la construcción de las obras de recuperación de la región deltaico-estuarina del Río Magdalena, en especial el área del parque nacional isla de salamanca. Bogota, 1987.

JUNK, W. C. HOWAR-WILLIAMS, 1984. Ecology of aquatic macrophytas in Amazoniani . Acta Amazoniani 10 . 269-293p.

KAUFMANN. R Y F. HEVERT, 1973. El régimen fluviométrico del Río Magdalena y su importancia para la Ciénaga Grande de Santa Marta. Mitt. Inst. Colombo-Aleman. Invest. Cient. 7:121-138.

KHEDR, A. 1997. Aquatic macrophyte distribution in lake manzala, Egipt. En: Int. J. Salt lake Res. VOI. 5 N° 3. Pp 221.239.

KHEDR, A. y, A. M. SERAG, 1998. Enviromental influences on the distribution and abundance of waterlettuce *Pistia stratiotes* I. In Egipt. Mesoura University Botany Departament. Faculty of acience New Damietta. En. Limnologica Vol. 28 N° 4. Pp 387-393.

- LENSSENT. J. F. MENTING, W. VAN DER PUTTEN Y C. BLOOM, 1999. Efecto of sediment type and water level on biomass production of wetland species aquatic botany. 64:151-165
- LIRA, R. 1994. Fisiología vegetal, editorial trilla, México primera edición 237p..
- LÓPEZ J. G. 1977. Nombres Científicos y vulgares de las Plantas más comunes. Temas de Orientación Agropecuaria, Número 126. Bogotá. 136 p.
- MAINARD, L. A. and J. K. LOOSLI, 1962. Animal nutrition. Mcgraw Hill: Neuyork. 120p.
- MARGALEF, R. 1983. Limnología, Ediciones Omega, Barcelona, 1010p.
- MARGALEF, R, 1989. Ecología, Ediciones Omega, Barcelona, 951 p.
- MARGALEF, R. 1991. Ecología ediciones OMEGA S.A Barcelona 951p.
- MATEUCCI, S. D. Y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría general de la Organización de los Estados Americanos Programa. Regional. de Des.. Científico y Tecnológico. Washington, D. C. Serie Biología, Monografía. N°22. OEA Washington, D.C., 168 p.
- MERLAUX. J. L. 1982. L'utilisation de macrophytes et des phytocénoses aquatiques comme indicateurs de la qualité des eaux. Nat. Belg. 63:12-28.
- MOGOLLON, M. 1996 Estructura de las comunidades fitoplanctónicas del complejo de Pajárales y Salamanca occidental. Costa Caribe Colombia. Tesis Biol.. Mar. Univ. Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 67P.
- MURAMOTO, S, 1988,. Efectos of surface active agents on the salinity tolerance of water hyacinth (E.C. En: J. Enviromen SCI. Health, part A: Vol: A23, N° 6(603-611). Imst. Agric. And Biol. Sci; Okayama Univ. 710. Kuradhiki, Japan.

- MURAMOTO, S Y OKI, 1989.** Influence of anionic surface active agent on the uptake of heavy metals by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) Bull. Environ. Contam. Toxicol. 33: 444-450p.
- NEWBOLD. C. Y N.T.H. HOLMES, 1987.** Nature conservation: water quality criteria and plants as water quality monitors. J. Institut. wat. Pollut. Control. 86: 345-364p.
- ODUM y ODUM. H.T. 1978.** Ambiente energía y sociedad. Blume ecología, Número 10, 409p.
- ODUM, 1984,** Ecología, tercera edición, Interamericana México, 63p.
- ORTH, R. y K. MOORE, 1984.** Distribution and abundance of submerged aquatic vegetation in Chesapeake bay: A historical perspective historical estuaries. Vol. VII. N° 4B. 531-540P.
- PETT. 1992.** Community structure and ecosystem function. 103-151 en: GLEN-LEWIN. D.R. PEET Y T. VEBLEN (Ed) plant succession. Chapman y hall. Londres 352p.
- PIELOU. E. C, 1975.** Ecological diversity-Wiley-Interscience publication. USA, 165p.
- PROCIENAGA, 1994.** Estudio de impacto ambiental. Informe final proyecto reapertura de canales en el Delta Exterior Derecho del Río Magdalena – Santa Marta, 382p.
- PROCIENAGA, CORPAMAG, INVEMAR, GTZ, CORPES, C. A, 1995.** Proyecto de rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Plan de manejo ambiental de la subregión CGSM. 1995-1998.
- PINILLA. G. A. 1998.** Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia, Compilación bibliográfica. Centro de investigaciones científicas Uni. Jorge Tadeo Lozano. Bogotá - Colombia. 67p.
- RACEDO. L. F, 1991.** Ciénaga Grande de Santa Marta. Aspectos de su recuperación INDERENA, subregión de bosques y aguas, División de aguas. 18 pp.

- RANGEL. O, O. 1995. Colombia diversidad biótica I INDERENA, ICN- Universidad Nacional de Colombia, Santa fe de Bogotá. 350p.
- RANGEL. O. P. LOWY Y M. AGUILAR, 1997 Colombia Diversidad Biótica II. Tipos de Vegetación en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales. Min. del Medio Ambiente, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 436 p.
- REDDY. K.R, R. M. AGAMI; J. TUCKER, 1990. Influence of phosphorus on growth and nutrient storage by water hyacinth (E.C) (Mart) Solms) Plants. En Aquat. Bot. Vol. 37, N° 4(355-365)
- RESH, H. 1987. Cultivos hidropónicos. Ediciones Mundi prensa, G., segunda edición 318p.
- REYES, P. 2000, Dinámica poblacional de *Thypha domingensis* en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Tesis de pregrado. Ponte. Univ. Jorge Tadeo Lozano. 131p.
- ROJAS, P. 2000, Caracterización fisicoquímica de la ciénaga de Pajarales, Caribe Colombiano por medio de la aplicación de técnica geoestadística; tesis . Biol.. Mar. Univ. Jorge Tadeo Lozano. Bogotá 132P.
- ROMERO - CASTAÑEDA R. 1971. Plantas del Magdalena (Flora de la Isla de Salamanca) Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Instituto de Ciencias Naturales. Primera Edición.
- ROCHA, C. T Y C. COSTA, 1988. Ordenation and distribution of vascular macrophytes in shallow fresh water pond in río Grade en: Cienc-Cult. Sao Paulo. Vol. 40 M° 2(164-172P)
- RONDON, E, 1991, Estimación de la productividad fitoplanctonica en ciénagas del complejo de Pajaraal Caribe Colombiano. Tesis Biol.. Pontífice Universidad Javeriana. Bogotá 80p.

RONDON, D. G. Y E. L., RODRÍGUEZ, 1996. Ecología de dos Sistemas Acuáticos de Páramo Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Colección Jorge Álvarez Lleras N°9, Santa Fe de Bogotá-Colombia, I Edición. Editora Guadalupe Ltda., 146p.

ROLDAN, G., 1992. Fundamentos de Limnología Neotropical. Editorial Universidad de Antioquia. Primera Edición. 529pp.

RUIZ-RODRIGUEZ, D. 1999. Variación cualitativa y cuantitativa del fitoplancton en ciénagas del delta exterior oriental del río Magdalena y su relación con la reapertura del canal Clarín. Tesis Biol.. Mar. Univ. Jorge Tadeo Lozano. 183P.

SCHMID-MUM, 1988a. Notas Sobre la Vegetación Acuática de Colombia II: Fisonomía, Rev. Fac. de Cien. . Universidad Javeriana Vol. (3) 85-119p..

SCHMID-MUM., 1988b. Notas Sobre la Vegetación Acuática de Colombia I: Estructura. Rev. Fac. de Cien. . Universidad Javeriana Vol. 1(2) 106-121p..

SÁNCHEZ, L. Y VÁSQUES, E. 1986., Notas sobre las macrófitos acuáticos de la sección baja del Río Orinoco. Venezuela. La Salle N°. 46. 107-126P.

SÁNCHEZ-PAEZ, H. G, ULLOA-DELGADO Y R. ALVARES-LEON, 2000. Hacia la recuperación del manglar del caribe Colombiano. Min. Ambiente / ACOTORE / GIMT/. Impresos panamericanos. Santa fe de Bogota. 295p.

SÁNCHEZ, R. Y S. ZEA, 2000 Metabolismo de nitrógeno y fósforo inorgánicos disueltos en la columna de agua en la laguna costera tropical (Caribe Colombiano) Caribbean journal of science, Vol. 36 #1-2. P.127-140.

SENA, MIN. AMBIENTE, 1997. Manual para el manejo y recuperación de Ciénagas, Santa Marta. 169p.

SPINAL, L. S. Y E. MONTENEGRO, 1963. Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. IGAC. Bogotá. 201p.

SOTTON-B., DAVID; N. PAUL HARMN., 1980 Fundamentos de ecología editorial
Limusa México. 293P.

STEBE. M. I, 2001. Respuesta de la especie *eichhornia crassipes* (Mart) Solms a
los cambios de salinidad en condiciones de laboratorio. Tesis Biol.. Facultad de
ciencias básicas. Universidad del Magdalena. 70p

STEVES. F.1988. Fundamentos De Limnología, Ed. Interamericana/FINEP. Brasil.
574p.w

VELÁSQUEZ, J. 1994, Plantas acuáticas vasculares de Venezuela. Universidad
central de Venezuela. Anuco ediciones. C.A. 992p.

VIDAL, L. A. 1995. Estudio del fitoplancton en el sistema lagunar estuarino tropical
ciénaga grande de Santa Marta Colombia durante el año 1987. Tesis de grado.
Magister Scientiae. Univ. Nacional de Colombia Bogotá. 208P.

VIÑA, G. Y A. RAMÍREZ. 1998. Limnología Colombiana aporte a su conocimiento y
estadísticas de análisis. Primera edición. Printed in Colombia.293p.

WIEDEMANN, N. 1973. Reconnaissance of the Ciénaga Grande de Santa Marta.
Physical parameters and geological history. Mitt. Inst. Colombo-Aleman Invest. Cient.,
7:85-119.

ZHENBIN, WU, QUI CHANGQUIANG, XIA YICHENG; WANG DEMING. 1990. Effects of
the salinity in petrochemical waste water on the growth and purification efficiency of
water. acta biológica Vol. 14. # 3 pp 239-246.

ANEXOS

Tabla 8: Valores de las variables físico-químicas en la desembocadura del Caño Aguas Negras en la Ciénaga de Pajara, entre Agosto del 1999 y Octubre de 2000. Salinidad, Conductividad (us/cm), Alcalinidad Total (m.eq/L) pH, Oxígeno disuelto (mg/L), Porcentaje de saturación de oxígeno (%)

Meses	Salinidad	Conductividad	Alcalinidad Total	pH	Oxígeno. Disuelto	%Sat. Oxi.
Agosto-99	0,00	885	0,84	6,91	5,7	76,95
Septiembre-99	0,00	156	0,39	6,69	5,6	73,5
Octubre-99	0,00	1646	1,85	7,65	4,8	62,5
Noviembre-99	0,00	162	1,29	6,72	1,9	37,7
Diciembre-99	*	*	*	*	*	*
Enero-00	0,00	191	1,18	6,99	4,8	61,35
Febrero-00	0,00	620	1,73	7,44	4,2	54,5
Marzo-00	0,80	4653	2,64	8,65	3,8	48,45
Abril-00	*	*	*	*	*	*
May-00	*	*	*	*	*	*
Junio-00	14,90	25067	2,66	7,98	3,3	46,85
Julio-00	8,87	15223	4,29	7,71	3	41,15
Ago-00	0,00	977	1,37	7,44	4,7	62,9
Sep-00	0,47	3687	1,46	7,74	4	53,1
Oct-00	0,00	146	1,49	7,05	4	52,65
Promedio	2,09	4451,08	1,77	7,41	4,15	56,65
Máximo	14,90	25067,00	4,29	8,65	5,70	76,95
Mínimo	0,00	146,00	0,39	6,69	1,90	37,70
Des. Estándar	4,76	7760,81	1,03	0,58	1,08	12,33
Varianza	22,66	60230248,08	1,05	0,33	1,18	152,00
Coef. de variación	228.14	174.36	58.13	7.79	26.12	21.76

*, No hay dato

Tabla 9. Valores de las variables físico- químicas en la desembocadura del Caño Jobo en el Río Fundación, entre Agosto del 1999 y Octubre de 2000. Salinidad, Conductividad (us/cm), Alcalinidad Total (m.eq/L) Ph, Oxígeno disuelto (mg/L), Porcentaje de saturación de oxígeno (%)

Meses	Salinidad	Conductividad	Alc.Total	Ph	O. Disuelto	%Sat. Oxi.
Agosto-99	0,00	529	1,25	7,03	0,95	18,4
Septiembre-99	0,00	571	0,68	6,31	0,001	1
Octubre-99	0,00	318	1,45	6,28	0,98	7,6
Noviembre-99	*	*	*	*	*	*
Diciembre-99	*	*	*	*	*	*
Enero-00	*	*	*	*	*	*
Febrero-00	0,00	639	1,64	6,72	1	9,95
Marzo-00	*	*	*	*	*	*
Abril-00	*	*	*	*	*	*
May-00	*	*	*	*	*	*
Junio-00	*	*	*	*	*	*
Julio-00	0,00	212	0,68	5,99	0,9	11,15
Ago-00	0,00	1300	1,57	6,55	0,4	4,7
Sep-00	0,00	197	1,45	6,22	0,7	7,9
Oct-00	0,00	192	1,57	6,25	0,7	11,3
Promedio	0,00	494,75	1,29	6,42	0,70	9,00
Máximo	0,00	1300,00	1,64	7,03	1,00	18,40
Mínimo	0,00	192,00	0,68	5,99	0,00	1,00
Des. Estándar	0,00	371,81	0,39	0,33	0,35	5,14
coe de var.	0,00	75,15	30,48	5,15	49,54	57,10
Varianza	0,00	138246,21	0,15	0,11	0,12	26,41

*: No hay dato

Los valores de Oxígeno no detectados por el método de Winkler utilizado se le asigno valor de 0.01,m el porcentaje de saturación de este, se le asigno valor de 1.0.

Tabla 10. Valores de las variables físico-químicas en la desembocadura del Caño Aguas Negras en la Ciénaga de Pajara. Temperatura (°C), Visibilidad del disco secchi (m), Nivel de la columna de agua (m) Sólidos totales (mg/L) Sólidos sedimentables (ml/L), Sólidos Del cestón (mg/L).

Meses	Temperatura	Secchi	Nivel columna	Solidos totales	Solidos sedimentables	Solidos del seston
Agosto-99	30,50	0,19	0,85			
Septiembre-99	29,00	0,15	0,89	2582	3	158,37
Octubre-99	28,00	0,26	0,87	2811	0,5	117,78
Noviembre-99	28,50	0,33	1,00	1153	0,1	369
Diciembre-99	*	*	*0	421	0,5	213,75
Enero-00	27,00	0,28	0,87	*	*	*
Febrero-00	27,50	0,22	0,92	182	<0,1	66,52
Marzo-00	27,70	0,19	0,78	502	5	121,43
Abril-00	*	*	*	3092	0,7	274,00
May-00	*	*	*	*	*	*
Junio-00	29,50	0,24	0,67	*	*	*
Julio-00	29,50	0,23	0,87	2147	1,2	226
Ago-00	29,9	0,31	0,74	1197	0,5	166
Sep-00	29,30	0,1	0,9	1131	1	147,14
Oct-00	29,80	0,28	0,67	1156	0,2	251,25
Promedio	28,85	0,23	0,84	361	1,1	100,5
Máximo	30,50	0,33	1,00	4752,5	1,25	176,16
Mínimo	27,00	0,10	0,67	21479,0	5,00	369,00
Des. Estándar	1,10	0,07	0,10	182,0	0,10	66,52
Coef. De variacion	3,80	28,80	12,08	6668,4	1,47	84,93
Varianza	1,20	0,00	0,01	140,3	117,22	48,21
				44468,142	2,16	7213,36

*: No hay dato.

Tabla 11. Valores de las variables físico-químicas en la desembocadura del Caño Jobo en el Río Fundación. Temperatura (°C), Visibilidad del disco secchi (m), Nivel de la columna de agua (m) Sólidos totales (mg/L) Sólidos sedimentables (ml/L), Sólidos Del cestón

Meses	Temperatura	Secchi	Nivel columna	Sólidos totales	Sólidos sedimentables	Sólidos del cestón
Agosto-99	27,70	0,4	1,09	0,082	0,1	0,0064
Septiembre-99	27,20	0,53	1,52	0,406	<0,1	0,004
Octubre-99	28,00	0,55	1,15	0,218	0,1	0,001
Noviembre-99	*	*	*	*	*	*
Diciembre-99	*	*	*	*	*	*
Enero-00	*	*	*	*	*	*
Febrero-00	28,00	0,99	1,22	0,375	1	0,0028
Marzo-00	*	*	*	*	*	*
Abril-00	*	*	*	*	*	*
May-00	*	*	*	*	*	*
Junio-00	*	*	*	*	*	*
Julio-00	28,50	1,04	2,5	0,271	0	0,0027
Ago-00	28,50	0,9	0,9	0,305	0	0,018
Sep-00	28,00	0,93	1,2	0,566	<0,1	0,0267
Oct-00	29,00	0,8	0,84	0,078	<0,1	0,0175
Promedio	28,11	0,77	1,30	0,29	0,24	0,0099
Máximo	29,00	1,04	2,50	0,57	1,00	0,0267
Mínimo	27,20	0,40	0,84	0,08	0,00	0,0010
Des. Estándar	0,55	0,24	0,53	0,17	0,43	0,0095
Varianza	0,30	0,06	0,28	0,03	0,18	0,0001
Coef. De variación	1.96	31.44	40.45	57.40	178.24	96.26

*: No hay dato

Tabla 12. Valores de las variables físico-químicas de la desembocadura del Caño Aguas Negras en la Ciénaga de Pajalal entre Agosto de 1999 y Octubre de 2000. Amonio (mg/L), Nitrato (mg/L), Nitritos (mg/L) Sulfatos (mg/L), Ortofosfatos (mg/L), Cloruros (mg/L).

Meses	Amonio	Nitrato	Nitrito	Sulfatos	Ortofosfato	Cloruros
Agosto-99	0,26	0,08	0,37	100	0,36	3
Septiembre-99	0,55	0,20	0,3	20	0,05	17
Octubre-99	0,17	0,33	0,16	21	1,5	4,9
Noviembre-99	0,18	2,20	0,11	81	0,25	4
Diciembre-99	*	*	*	*	*	*
Enero-00	0,47	0,6	0,16	25	0,8	16
Febrero-00	0,23	0,01	0,39	1	0,01	117
Marzo-00	0,20	0,5	0,54	215	0,34	795
Abril-00	*	*	*	*	*	*
May-00	*	*	*	*	*	*
Junio-00	0,33	2,3	0,8	503	1,4	284
Julio-00	0,32	0,06	0,38	425	0,01	955
Ago-00	0,14	0,05	0,55	113	7,2	202
Sep-00	0,38	0,07	0,35	108	13,1	122
Oct-00	0,22	0,06	0,16	45	5,6	6
Promedio	0,29	0,54	0,36	138,08	2,55	203,81
Máximo	0,55	2,30	0,80	503,00	13,10	955,00
Mínimo	0,14	0,01	0,11	1,00	0,01	3,00
Des. Estándar	0,13	0,82	0,20	163,91	4,07	340,17
Coef. De variacion	44,12	152,69	56,81	118,71	159,34	166,90
Varianza	0,02	0,68	0,04	26867,36	16,53	115713,7
						4

*: No hay dato.

Tabla 13. Valores de las variables físico-químicas de la desembocadura del Caño Jobo en el Río Fundación entre Agosto de 1999 y Octubre de 2000. Amonio (mg/L), Nitrato (mg/L), Nitritos (mg/L) Sulfatos (mg/L), Ortofosfatos (mg/L), Cloruros (mg/L).

Meses	Amonio	Nitrato	Nitrito	Sulfatos	Ortofosfato	Cloruros
Agosto-99	0,01	0,05	0,22	120	0,09	3,00
Septiembre-99	0,01	0,04	0,22	120	0,28	3,00
Octubre-99	0,01	2,2	0,14	13	0,80	58,00
Noviembre-99	*	*	*	*	*	*
Diciembre-99	*	*	*	*	*	*
Enero-00	*	*	*	*	*	*
Febrero-00	0,03	0,65	0,17	67	0,4	1,98
Marzo-00	*	*	*	*	*	*
Abril-00	*	*	*	*	*	*
May-00	*	*	*	*	*	*
Junio-00	*	*	*	*	*	*
Julio-00	0,00	0,48	0,14	16	0,6	30,00
Ago-00	0,03	0,04	0,04	104	3,7	21,00
Sep-00	0,02	0,3	0,36	0,01	2,1	20,00
Oct-00	0,03	0,01	0,03	45	2,3	48,00
Promedio	0,02	0,47	0,17	60,63	32,76	23,12
Máximo	0,03	2,20	0,36	120,00	120,00	58,00
Mínimo	0,00	0,01	0,03	0,01	0,40	1,98
Des. Estándar	0,01	0,74	0,11	49,50	53,99	21,23
Coef. De variación	66,57	156,60	64,47	81,65	164,80	91,80
Varianza	0,00	0,54	0,01	2450,09	2915,12	450,53

Tabla 14. ANOVA de un factor para la biomasa total (gps/m²) en la estación desembocadura del río Fundación a la altura de caño Jobo. Entre agosto de 1999 y octubre de 2000.

Análisis de varianza					
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Suma de cuadrados	F. Cociente	Nivel de significancia
Entre grupos	112.927	7	16.1325	0.40	0.8974
Dentro del grupo	1618.18	40	40.4545		
Total (Corr)	1731.18	47			

Tabla 15. Prueba de rango múltiple por el método LSD con un 95% de confianza de la biomasa total con el tiempo en la Desembocadura del río Fundación a la altura de caño Jobo. Entre agosto de 1999 y octubre de 2000.

MESES	COTEO	PROMEDIO	GRUPOS
Agosto-99	6	9.27	X
Agosto-00	6	10.5783	X
Julio-00	6	10.7767	X
Octubre-00	6	12.0533	X
Febrero-00	6	12.1167	X
Septiembre-99	6	12.825	X
Septiembre-00	6	13.48	X
Octubre-99	6	14.24	X

Tabla 16. ANOVA a una vía para la biomasa total (gps/m²) en la estación desembocadura del caño Aguas negras-ciénaga de Pajáales. Entre agosto de 1999 y octubre de 2000.

Análisis de varianza					
FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	Grados de libertad	CUADRADOS MEDIOS	F. Cociente	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
Entre grupos	2652.3	11	241.118	6.91	0.0000
Dentro del grupo	2094.51	60	34.9086		
Total (Corr)	4746.81	71			

Tabla 17. Prueba de rango múltiple por el método LSD con un 95% de confianza de la biomasa total con el tiempo en la desembocadura del caño Aguas Negras en la ciénaga de Pajalal entre agosto de 1999 y octubre de 2000.

MESES	CONTEO	PROMEDIO	GRUPOS
Junio-00	6	0.0	X
Septiembre-00	6	7.14667	X
Noviembre-99	6	7.81333	XX
Agosto-00	6	8.38167	XX
Febrero-00	6	12.045	XXX
Octubre-00	6	13.35	XXXX
Julio-00	6	14.6267	XXX
Marzo-00	6	15.525	XX
Septiembre-99	6	15.925	XX
Octubre-99	6	16.7	XX
Agosto-99	6	18.99	XX
Enero-00	6	24.07	X

Tabla 18. Análisis de correlación entre la conductividad $\mu\text{sm/cm}$ y la biomasa total gps/m^2 .

PARAMETRO	ESTIMATE	ERROR	ESTADISTICO	P-VALUE
INTERCEPT0	594.903	74.8718	7.94563	0.0000
PENDIENTE	-0.0179001	0.00864411	-207078	0.0652

Análisis de varianza

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	G.L	CUADRADOS MEDIOS	F. Ratio	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
MODELO	212284.0	1	212284.0	4.29	0.0652
RESIDUO	495049.0	10	49504.9		

Total (Corr)

Coefficiente de correlación: -0.547831

R-Cuadrado: 30.0119

Error estandar: 222.497.

Variable independiente: La conductividad eléctrica

Variable dependiente: Número de especies.

Tabla. 19 ANOVA a una vía para la biomasa activa (gps/m²) en la estación desembocadura del caño Aguas negras-ciénaga de Pajalar. Entre agosto de 1999 y octubre de 2000.

Análisis de varianza					
SOURCE	SUMA DE CUADRADOS	Df	CUADRADOS MEDIOS	F. Ratio	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
Entre grupos	194.728	11	17.7026	2.74	0.0061
Dentro de l grupos	386,954	60	6.44924		
Total (Corr)	581.682	71			

Tabla 20. Prueba de rango múltiple por el método LSD con un 95% de confianza de la biomasa activa gps/m² con el tiempo en la desembocadura del caño Aguas Negras en la ciénaga de Pajalar entre agosto de 1999 y octubre de 2000.

MESES	CONTEO	PROMEDIO	GRUPOS HOMOGÉNEOS
Junio-00	6	0.0	X
Agosto-00	6	1.75	XX
Septiembre-00	6	2.06167	XX
Octubre-00	6	2.82333	XXX
Noviembre-99	6	2.94333	XX
Marzo-00	6	4.09167	XXX
Octubre-99	6	4.12333	XXX
Enero-00	6	4.14167	XXX
Septiembre-99	6	4.20333	XXX
Febrero-00	6	4.55667	XXX
Julio-00	6	5.62667	XX
Agosto-99	6	6.15333	X

Tabla 21 ANOVA a una vía para la biomasa no activa (gps/m²) en la estación desembocadura del caño Aguas negras-ciénaga de Pajáales. Entre agosto de 1999 y octubre de 2000.

Análisis de varianza					
FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	Df	CUADRADOS MEDIOS	F. Ratio	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
Entre grupos groups	1678.92	11	152.629	5.95	0.0000
Dentro del grupo	1540.25	60	25.6709		
Total (Corr)	3219.17	71			

Tabla 22. Prueba de rango múltiple por el método LSD con un 95% de confianza de la biomasa no activa gps/m² con el tiempo en la desembocadura del caño Aguas Negras en la ciénaga de Pajaral entre agosto de 1999 y octubre de 2000.

MESES	CONTEO	PROMEDIO	GRUPOS HOMOGÉNEOS
Junio-00	6	0.0	X
Noviembre-99	6	4.86833	XX
Septiembre-00	6	5.41333	XX
Agosto-00	6	6.63333	XX
Febrero-00	6	7.48833	XXX
Julio-00	6	9.0	XXX
Octubre-00	6	10.5	XXX
Marzo-00	6	11.433	XX
Septiembre-99	6	11.7217	XX
Octubre-99	6	12.5783	X
Agosto-99	6	12.8383	X
Enero-00	6	19.9317	X

Tabla 23. ANOVA a una vía para la biomasa activa (gps/m²) en la estación desembocadura del río Fundación a la altura de caño Jobo. Entre Agosto de 1999 y octubre de 2000.

Análisis de varianza

FUENTE	Suma de cuadrados	Df	Cuadrados medios	F. Ratio	Nivel de significancia
Entre grupos	91.4121	7	13.0589	0.97	0.4692
Dentro del grupo	541.041	40	13.526		
Total (Corr)	632.453	47			

Tabla 24. ANOVA a una vía para la biomasa no activa (gps/m²) en la estación Desembocadura del Río Fundación a la altura de Caño Jobo. Entre Agosto de 1999 y Octubre de 2000.

Análisis de varianza

FUENTE	Suma de cuadrados	Df	Cuadrados medios	F. Ratio	Nivel de significancia
Entre grupos	62.0427	7	8.86324	0.73	0.6595
Dentro del grupo	487.2	40	12.18		
Total (Corr)	549.242	47			

Tabla 25. Análisis de correlación entre la conductividad $\mu\text{sm/cm}$ y el número de especies.

Variable dependiente: Número de especies

Variable independiente: La conductividad eléctrica.

PARAMETRO	ESTIMACIÓN	ERROR	ESTADÍSTICO	P-VALUE
INTERCEPTO	4.227	0,5325	7,9379	0.000
PENDIENTE	-0,000144	0,000061	-2,3533	

Análisis de varianza

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	Df	CUADRADOS MEDIOS	F. Ratio	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
MODELO	13,8708	1	13,8708	5,54	0,0404
RESIDUO	25,0459	10	2,5045		
Total (Corr)	38,9167	11			

Coefficiente de correlación: -0,5970

R-Cuadrado: 35,64

Error estandar: 1,5825

