

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

**(CATIE)**

**PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA**

**CONSERVACIÓN (EDECO)**

**ESCUELA DE POSTGRADO**

***EFEECTO DE ALGUNOS FACTORES EDÁFICOS Y TOPOGRÁFICOS SOBRE LA  
ESTRUCTURA DEL MANGLAR DE LAS PEÑITAS, LEÓN, NICARAGUA***

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico Académico de Postgrado y Capacitación del Programa de Enseñanza en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

**MAGISTER SCIENTIAE**

por

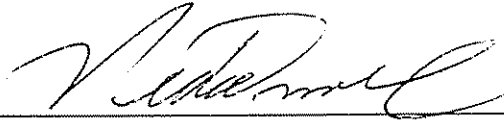
**JOSÉ RENÉ AYERDIS BERRIOS**

Turrialba, Costa Rica  
1996

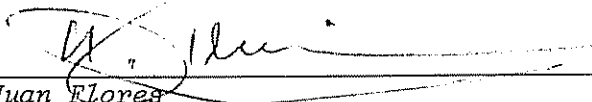
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

*MAGISTER SCIENTIAE*

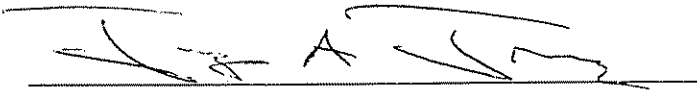
FIRMANTES:



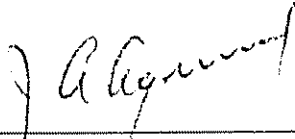
*Pedro Oñoro*  
Profesor Consejero



*Juan Flores*  
Miembro Comité Asesor



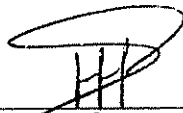
*Jorge Jiménez*  
Miembro Comité Asesor



*Juan A. Aguirre*  
Jefe, Área de Postgrado



*Pedro Ferreira*  
Director, Programa de Enseñanza



*René Ayerdis Berrios*  
Candidato

## DEDICATORIA

A Elsita:  
Mi madre y tutora

A mis Padres:  
Pablo  
y  
Celina

A Carmelita

A Magdalena:  
Mi esposa

A mis suegros:  
Roberto y  
Thelma

A mis hermanos:  
Sergio  
Guillermo  
Oscar  
Raúl  
Carolina  
Ligia y  
Roberto

A mi tia:  
Guillermina

A mis primos/hermanos:  
Gladis  
Daisy y  
Victor

A mi estimada cuñada:  
Luz Marina

A Oscar y María,  
Mis sinceros amigos

A mi Nicaragua, mi patria

## AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su mas sincero agradecimiento a las siguientes personas, países e instituciones:

A Dios nuestro señor, a quien todo le debemos, por permitirme estudiar con éxito esta maestría.

Al Pueblo y Gobierno de Holanda, por el apoyo financiero para realizar estos estudios y por la ayuda desinteresada a los esfuerzos latinoamericanos para el desarrollo, a través de la capacitación técnicas de sus ciudadanos.

Al Proyecto OLAFO, por haberme facilitado gentilmente los datos para la realización de este trabajo. También agradezco de manera muy especial a la coordinadora del proyecto en Nicaragua, María Mirtha Gutiérrez Salgado, por su gran apoyo moral y por facilitarme los medios del proyecto para el levantamiento de los datos de campo.

A mi Profesor Consejero, Dr. Pedro Oñoro, por darme la mano en los momentos que más lo necesité, por su vocación de enseñanza para aclarar pacientemente todas mis dudas, las muchas veces que lo consulté, por atenderme repetidas veces sin horario establecido, porque además de mi profesor, lo llegué a considerar mi amigo.

Al Dr. Jorge Arturo Jiménez, por su valiosa orientación para lograr entender este muy interesante ecosistema.

A Juan Flores, M.sc., por participar con entusiasmo en este trabajo, por su disposición permanente a atenderme y por sus acertadas orientaciones.

A Oscar Vallejos y a Magdalena Delgadillo por haberme apoyado con los gráficos.

A Eveling Sediles, Reyna Centeno, Carlos León y Oscar Moreno por su valioso apoyo durante los trabajos de campo de la presente tesis.

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
TABLA DE CONTENIDO.....	v
RESUMEN.....	viii
SUMMARY.....	x
ÍNDICE DE CUADROS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ANEXO.....	xv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo General.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
3. HIPÓTESIS.....	4
4. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1 Referencias al aspecto ecológico.....	5
4.1.1 Límites de la distribución de los manglares.....	5
4.1.2 Clasificación de los géneros del manglar.....	5
4.1.3 Parámetros estructurales.....	6
4.1.3.1 El índice de valor de importancia (IVI) y el índice de complejidad (IC).....	6
4.1.4 La estructura y los factores que la afectan.....	7
4.1.5 Zonación de los géneros del manglar.....	12
4.1.6 Proporción de mezclas florísticas y tipos de cobertura boscosa.....	14
4.1.7 Mortalidad en el manglar.....	14
4.1.8 Importancia de los factores ambientales en el manejo forestal.....	15
4.2 Referencias al análisis estadístico de los datos.....	16
4.2.1 Algunos análisis de datos de la estructura de la vegetación.....	16
4.2.2 El Análisis de Correspondencia Canónico.....	17
4.2.3 El Análisis de Conglomerados.....	18

5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
5.1 Localización y descripción del área de estudio .....	19
5.1.1 Localización del manglar .....	19
5.1.2 Ubicación del área de estudio .....	19
5.1.3 Suelos .....	21
5.1.4 Clima .....	21
5.1.5 Vegetación.....	21
5.1.6 Geomorfología e hidrología .....	22
5.2 Descripción de la metodología de muestreo.....	23
5.2.1 Inventario forestal .....	23
5.2.1.1 Diseño del muestreo.....	23
5.2.1.2 Variables medidas en cada punto de muestreo .....	25
5.2.2 Levantamiento de datos de la salinidad intersticial por parcela .....	25
5.3 Descripción del procedimiento para el análisis de la vegetación.....	26
5.3.1 Procedimiento para la identificación y trazado de mapa de grupos de vegetación .....	26
5.3.2 Determinación del índice de valor de importancia (IVI) por zona, grupo y géneros .....	28
5.3.3 Determinación del índice de complejidad (IC) por grupo de vegetación .....	29
5.3.4 Descripción de las variables ambientales por zona y grupo.....	29
5.3.5 Descripción de las características de la altura y el diámetro .....	30
5.3.6 Descripción del comportamiento de los parámetros estructurales a medida se aleja del canal .....	30
5.3.7 Análisis de la relación entre las variables ambientales y la estructura de la vegetación.....	30
5.3.7.1 Utilizando la regresión múltiple .....	30
5.3.7.2 Utilizando el análisis de correspondencia canónico (ACC) .....	31
5.3.8 Análisis de la relación entre las variables ambientales y la estructura de la vegetación enferma y/o dañada .....	33
5.3.9 Descripción de las causas de daño en el manglar y la mortalidad .....	33
5.3.10 Comparación de la estructura de los grupos de vegetación identificados .....	33
6. RESULTADOS.....	34
6.1 Características generales del bosque.....	34

6.1.1 Resultados generales del muestreo de la vegetación en toda el área .....	34
6.1.2 Estructura y composición .....	34
6.1.3 Variables ambientales .....	36
6.1.3.1 Relación entre las variables estructurales y ambientales en el bosque .....	36
6.1.4 Causas de daño y mortalidad .....	37
6.2 Caracterización del bosque por zona .....	38
6.2.1 Estructura .....	38
6.2.2 Variables ambientales .....	39
6.2.3 Relación entre la salinidad y las variables estructurales .....	41
6.2.4 Mortalidad .....	41
6.3 Caracterización por zona y grupo .....	46
6.3.1 Identificación y mapeo de grupos de vegetación por análisis de conglomerados .....	46
6.3.2 Características generales de los conglomerados .....	47
6.3.2.1 Densidad .....	47
6.3.2.2 Área basal .....	51
6.3.2.3 Alturas y diámetros .....	54
6.3.2.4 IVI e IC por grupo .....	57
6.3.2.5 Variables ambientales por grupo .....	62
6.3.2.6 Efecto de las variables ambientales sobre las estructurales .....	65
6.3.2.7 Comparación de las variables estructurales de la vegetación por grupo y zona .....	75
6.3.2.8 Comparación del IVI por género para cada una de las zonas, grupos y zona×grupo .....	76
6.3.2.9 Comparación del IVI de cada uno de los géneros por grupo y zona .....	77
7 DISCUSIÓN .....	80
7.1 Composición florística .....	80
7.2 Estructura .....	80
7.3 Relación variables ambientales-manglar .....	83
8 CONCLUSIONES .....	85
9 BIBLIOGRAFÍA .....	87
10 ANEXOS .....	95

**AYERDIS, J. R. 1996.** Análisis del efecto de algunos factores edáficos y topográficos sobre la estructura del manglar de Las Peñitas, León, Nicaragua. Tesis M.Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. P.

**Palabras claves:** Manglar, estructura, composición florística, efecto ambiental, salinidad, grupos o conglomerados

## RESUMEN

Actualmente se hacen los primeros esfuerzos por manejar de manera sostenible el manglar de las Peñitas. Los estudios de la estructura del bosque son prioridad en las investigaciones silviculturales. Son la base que permiten inferir acerca de las características ecológicas y las tendencias del futuro desarrollo de las comunidades boscosas para la toma de decisiones relacionadas con manejos posteriores. Al respecto FAO (1994) señala que, para la ordenación del manglar se requiere el desarrollo de un sistema de clasificación que divida el terreno y las características de la vegetación en clases homogéneas basadas en características físicas y ambientales.

El objetivo del presente estudio fue determinar la estructura y establecer su relación con algunos factores edáficos y topográficos tales como la salinidad del agua intersticial, compactación del sedimento y distancia de los géneros al estero y boca. Estos factores son reportados en la literatura como los más importantes en el manglar (Jiménez y Soto, 1985; Mainardi, 1995).

La información se levantó a través de un inventario forestal sistemático diseñado con transectos perpendiculares al estero y parcelas de 100 m<sup>2</sup> ubicadas cada 20 m. sobre el transecto.

Se encontraron 13 géneros arbóreos de los que tres son de la vegetación nuclear (*Rhizophora*, *Avicennia*, *Laguncularia*), uno de la vegetación marginal (*Conocarpus*) y nueve de la vegetación marginal facultativa (géneros del bosque seco). Para el estudio se dividió el área en cuatro zonas (1, 2, 3 y 5), que son las mismas que utiliza el proyecto MARENA-OLAFO para la ejecución del plan de manejo.

### Análisis para el bosque total

Presenta una densidad media de 1417 arb/ha, donde *Avicennia* es el género mas abundante con 655 arb/ha (46.2%), seguido de *Laguncularia* con 462 arb/ha (32.5%) y *Rhizophora* con 290 arb/ha (20.4%). El área basal media es de 9.34 m<sup>2</sup>/ha, donde *Avicennia* es el genero de mayor cobertura con 5.22 m<sup>2</sup>/ha (54.6%), seguido por *Laguncularia* con 2.66 m<sup>2</sup>/ha (27.8%) y *Rhizophora* con 1.54 m<sup>2</sup>/ha (16.1%). La densidad decrece abruptamente en la marca de clase de 12.5 cm. de dap. La salinidad media en el bosque es de 55.5 ppm variando de 0.8 a 130 ppm, los suelos son en general firmes en el 65% del área encontrándose desde fangosos inundados permanentes hasta firmes. El análisis estadístico revela que las variables ambientales que mas afectan la estructura son la salinidad, la distancia a la boca y la



interacción salinidad-suelo. De los árboles muertos en toda el área el 62.3% pertenecen a *Laguncularia*, el 21.4% a *Avicennia* y 15.6% a *Rhizophora*. Parece ser que *Laguncularia* es más sensible a los cambios ambientales. En general la mortalidad en el bosque es del 8% de la vegetación total.

El bosque se presenta sano en un 85.2% sin embargo las causas de daños más comunes son los insectos (8.5%), las tormentas (1.1%) y los ocasionados por los insectos y leñadores simultáneamente (1.4%).

### Análisis por zona

Las zonas 1 y 5 están dominadas por *Laguncularia* y *Avicennia* respectivamente, la zona 5 y 2 tienen marcada predominancia casi en iguales proporciones de *Rhizophora*. La densidad de *Avicennia* tiende a disminuir a medida que aumenta la distancia a la boca, *Laguncularia* por el contrario aumenta. *Conocarpus* y los géneros del bosque seco tienen muy poca presencia.

La zona 3 presenta en promedio los valores menores de salinidad (25.7-75.5) y en promedio la mayor distancia al estero, esta es la zona donde existe más presencia de las especies del bosque seco, debido a la baja salinidad intersticial. La zona 1 tiene los mayores valores de salinidad (60.3-85.3) y en promedio las menores distancias al estero y es la zona donde *Laguncularia* tiene mayor presencia, esto puede estar ligado con su gran mortalidad en esta zona.

Se observa una estrecha relación entre las variables ambientales y estructurales en las cuatro zonas (1, 2, 3 y 5). En la zona 5 la salinidad incrementa rápidamente al aumentar la distancia al estero, la altura y el diámetro tienden a disminuir rápidamente y la densidad a aumentar. En cambio en la zona 1 la salinidad es alta pero constante y la vegetación presenta una estructura constante con algunas fluctuaciones. La zona 1 y 2 presentan alta mortalidad de *Laguncularia* y la zona 3 alta mortalidad de *Avicennia*. Las causas de daños muestran que la zona 1, 3 y 5 tienen árboles sanos en más del 87%, sólo la zona 2 tiene un 78% de sanos ya que los daños de insectos son más frecuentes. En general en la zona 1 los daños más frecuentes son de insectos (5%) y por el viento (2%), en la zona 2 los daños de insectos son los más frecuentes (16.2%) y el viento (1.1%), en la zona 3 los daños por insectos (5.5%) y leñadores (3.5%), son los más frecuentes, en la zona 5 los daños son de insectos (3.7%), de insectos y leñadores simultáneamente (3.6%) y sólo de leñadores (4.1%).

### Análisis por grupo

Se determinaron cinco grupos o mezclas florísticas a través del índice de valor de importancia de los géneros, tres masas puras y dos mezclas. La agrupación revela que el grupo 1 dominado por *Avicennia* fue el más importante en el bosque con el 39% de las parcelas (de 1230) con esta clasificación, el segundo grupo más dominante fue el grupo 2 con el 20.4%. Estructuralmente el grupo 1 y 2 presentan las mayores densidades. La mayor área basal la presenta el grupo 1 y la mayor altura el grupo 3 dominado por *Rhizophora*. Se determinó que el grupo 1 dominado por *Avicennia* se ubica en los sitios con más altas salinidades, arriba de 75 ppm, el grupo 2 dominado por *Laguncularia* en promedio se ubica en los sitios con menor salinidad, seguida por *Rhizophora*. En general el grupo 2 se muestra más sensible a la salinidad, suelo y distancia a la boca en todas las variables estructurales menos en la densidad.

El análisis de varianza de la estructura por grupo en cada zona diferencias significativas en todas las variables estructurales menos en el área basal.

AYERDIS, J.R. 1996. Analysis of the effects of some soil and topographic factors on the structural effects of mangrove forests in las Peñitas, León, Nicaragua. tesis M.Sc. CATIE, Turrialba. Costa Rica.

Keywords: Mangrove, structure and composition of the vegetation, environment effect, salinity and cluster

## SUMMARY

Attempts toward sustainable management of mangrove forests were first investigated in the Las Penitas, Nicaragua. Studies of the structural formation of the mangrove forests have been regarded as priority silvicultural endeavors and served as the basis for making inferences on the ecological characteristics and possible tendencies toward the development of local forest communities and helped in decision making for future management proposals. In conjunction with this, FAO (1994) showed that current land use of mangrove forests require a vegetation classification system that divides land areas on the basis of vegetation characteristics in homogeneous physical and environmental characteristics.

The objective of the study was to determine the structure of a typical Mangrove forest and identify a relationship between edaphic (soil) and topographic factors such as: salinity of interstitial water, sediment compaction and distance of principle genera from the source areas. The literature sites these factors as being the most important (Jimenez y Soto,1985; Mainardi,1995).

Baseline information was collected through by conducting a systematic forest inventory using perpendicular transects near the source areas in 100m<sup>2</sup> sectors located at 20 meter intervals.

Surveys found 13 different tree genera, three of which where regarded as nucleus species (*Rhizophora*, *Avicennia*, *Laguncularia*), one species was regarded as marginal (*Conocarpus*) and nine species were facultative marginal species (dry forest genera). To facilitate the collection of important information, the entire areas was divided into four zones (1,2,3 and 5), previously identified through the MARENA/OLAFO Project in the implementation of the projects management plan.

### Analysis of total tree area

Average density figures showed 1417 trees/ha, and *Avicenna*, the more prominent genera showing 655 tress/ha (46.2%); secondly *Laguncularia* with 462 trees/ha (32.5%); *Rhizophora* with 290 trees/ha (20.4%). The mean basal area was found to be 9.34m<sup>2</sup>/ha, showing the genera *Avicennia* to cover the most area with a mean basal area of 5.22 m<sup>2</sup>/ha (54.6%), followed by *Laguncularia* with 2.66 m<sup>2</sup>/ha (27.8%) and *Rhizophora* showing 1.54 m<sup>2</sup>/ha(16.1%). The density decreases abruptly at the 12.5 DBH class. The mean salinity in the mangrove was found to be 55.5 ppm, varying only 0.8 to 130ppm. The soils are generally firm in 65% of the area but there are areas regarded as march-land to permanently

flooded to firm though the whole study site. Statistical studies revealed that the environmental variables that mostly affected the structure of the forests was salinity, as well as distance from the source and the interaction between the two ( salinity-soil). Dead trees throughout the area totaled 62.3% mostly pertaining to the genera *Laguncularia*, 21.4% *Avicennia* and 15.6% *Rhizophora*. It is believed that *Laguncularia* is more sensible to environmental changes and that the mortality rates in these forests is around 8% of the total vegetation. Healthy trees represented 85.2%, however some problems are caused by insects and brush fellers (1.4%).

#### Analysis by zone

Zones 1 and 5 were dominated by *Laguncularia* and *Avicennia*; zone 5 and 2 are predominated by equal proportions of *Rhizophora*. The density of *Avicennia* diminishes as the distance from the source augments; *Laguncularia* in contrast, augments. *Conocarpus* and other dry forest genera are poorly represented. Zone three presented lower average salinity values ranging from 25.7-75.5 and the average distance was greater to the mangrove channels, precisely where most of the dry forest species were present causing lower interstitial salinity. Zone 1 maintained higher salinity values (60.3-85.3) and lower average distances to the channels. It was in this zone that *Laguncularia* was more prevalent. High mortality rates were also found. There was a direct relationship between environmental and structural variables in the four zones (1,2,3 and 5). In zone 5, salinity rapidly increased as distance from the channels increased. Height and diameter values rapidly decreased as density increased. However salinity in zone 1 was high, but remained constant as well as the vegetation, with some minor fluctuations. Zones 1 and 2 showed high mortality in *Laguncularia* and in zone 3, high mortality in *Avicennia*. Damage caused in zone 1, 3 and 5 were recorded in healthy trees as 87% and in zone 2, 78%, because the insect damage was more prevalent. The damage in zone 1 was caused more by insects (5%) and wind (2%), and in zone 2, damage by insects and brush fellers was more common (3.5%); in zone 3, frequent damage was caused by insects (5.5%) and brush fellers (3.5%); damage by insects in Zone 5 was 3.7% and brush fellers together (3.6%). Just fellers amounted to 4.1%.

#### Analysis by group

Five groups of floristic associations were discovered using a value index identifying the most important genera, three pure masses and two mixtures. These associations revealed that group 1, dominated by *Avicennia* was the most important in the mangrove forests within 39% of the areas under study (of the 1230) in this classification. The second group that was shown to be dominant was shown to be group 2 with 20.4%. Structurally group 1 and 2 showed highest densities. Basal area figures were highest in group 1 and height was shown to be highest in group 3 dominated by *Rhizophora*. It was determined that group 1 (dominated by *Avicennia*) was found in areas with highest salinity (>75 ppm); group 2 (dominated by *Laguncularia*) on the average, were found in areas showing lower salinity values followed by *Rhizophora*. In general, group 2 had higher sensitivity to salinity, soils and distance to the source, than all other structural variables, less density. The variance analysis of structure by group in each zone, showed significant differences compared to other structural variables less basal area.

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Características estructurales de sitios secos y húmedos en Puerto Rico y Costa Rica ...	8
Cuadro 2: Características estructurales del manglar del delta del canal del Dique (Colombia).....	9
Cuadro 3: Parámetros estructurales de tres rodales en Térraba-Sierpe.....	9
Cuadro 4: Correlación entre las variables estructurales y ambientales para las 1230 parcelas con árboles vivos.....	37
Cuadro 5: Mortalidad por género y por hectárea en el bosque.....	37
Cuadro 6: Causa de daños mas frecuente en el manglar para el bosque total.....	38
Cuadro 7: Características de las variables ambientales por zona en el manglar de Las Peñitas ...	41
Cuadro 8: Número de parcelas dentro de cada conglomerado y porcentajes.....	46
Cuadro 9: Vectores propios o raíces características (eigenvalues) resultantes del análisis de conglomerados por género utilizando el método de la varianza mínima.....	47
Cuadro 10: Resumen de las características del diámetro y la altura por zona y por grupo.....	55
Cuadro 11: Cuadro comparativo mediante el IVI de las características estructurales de la vegetación con $dap \geq 2.5$ cm. referido a 0.1 hectáreas en el manglar de las Peñitas.....	58
Cuadro 12: Número de especies, densidad, área basal, altura e índice de complejidad por zona y grupo en el manglar de Las Peñitas para árboles con $dap \geq 2.5$ cm. referido a 0.1 ha.....	60
Cuadro 13: Características de las variables ambientales por zona y por grupo de vegetación.....	62
Cuadro 14: Análisis de correspondencia canónico para la densidad en el bosque.....	66
Cuadro 15: Análisis de correspondencia canónico para el área basal en todo el bosque.....	67
Cuadro 16: Análisis de correspondencia canónico para el IVI en todo el bosque.....	68
Cuadro 17: Resumen de las correlaciones entre las variables estructurales de la vegetación y las variables ambientales por zona y para cada grupo.....	72
Cuadro 18: Significancia de las diferencias entre zonas de las las variables estructurales para los grupos de vegetación en el bosque a través de análisis de varianza multivariado (ANDEVAM).....	76

Cuadro 19: Comparación, mediante análisis de varianza, de los IVI de los género por zona, grupo y zona×grupo..... 77

Cuadro 20: Resumen de la comparación a través del análisis de varianza (ANDEVA) de los IVI de todos los géneros presentes en cada grupo por zona..... 79

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribución del manglar de Las Peñitas-Salinas Grandes.....	20
Figura 2: Distribución de las parcelas de muestreo del inventario forestal y su correspondiente grupo en el manglar de Las Peñitas, León, Nicaragua.....	24
Figura 3: Densidad y área basal por hectárea por clase diamétrica y género para el bosque.....	35
Figura 4: Densidad y área basal por hectárea de los géneros por zona.....	40
Figura 5: Comportamiento de la altura media y diámetro medio en cada zona a medida se aleja del canal.....	42
Figura 6: Comportamiento del área basal media y densidad media en cada zona a medida se aleja del canal.....	43
Figura 7: Comportamiento de la salinidad en cada zona a medida se aleja del canal.....	44
Figura 8: Mortalidad total y por zona de los géneros en el manglar de Las Peñitas.....	45
Figura 9: Densidad por hectárea por clase diamétrica para la zona 1 y 2.....	49
Figura 10: Densidad por hectárea por clase diamétrica para la zona 3 y 5.....	50
Figura 11: Área basal por hectárea por clase diamétrica para la zona 1 y 2.....	52
Figura 12: Área basal por hectárea por clase diamétrica para la zona 3 y 5.....	53

## ANEXO

Anexo 1: Resumen de la cantidad de parcelas por línea de inventario y por zona del inventario forestal .....	96
Anexo 2: Análisis de correspondencia canónico para el grupo 1 tanto para el IVI, área basal y densidad.....	98
Anexo 3: Análisis de correspondencia canónico para el grupo 2 tanto para el IVI, área basal y densidad .....	104
Anexo 4: Análisis de correspondencia canónico para el grupo 3 tanto para el IVI, área basal y densidad .....	110
Anexo 5: Análisis de correspondencia canónico para el grupo 4 tanto para el IVI, área basal y densidad.....	116
Anexo 6: Análisis de correspondencia canónico para el grupo 5 tanto para el IVI, área basal y densidad.....	122
Anexo 7: Densidad y área basal por hectárea para cada zona, línea y clase diamétrica.....	125

## **1. INTRODUCCIÓN**

Los estudios sobre la estructura de los bosques naturales ocupan un puesto de preferencia en el campo de las investigaciones silviculturales. Son la base que permite inferir acerca de las características ecológicas y sinecológicas, el dinamismo y las tendencias del futuro desarrollo de las comunidades boscosas para la adopción de decisiones relacionadas con manejos posteriores.

La descripción de la 'estructura' de los bosques puede incluir medidas de la composición de especies, diversidad, altura de los árboles, diámetros, área basal, densidad, distribución de las clases de edad y los patrones de distribución espacial de las especies componentes del bosque, (Smith, 1992). Las características estructurales de la vegetación son usadas para entender de que manera los factores ambientales tales como el régimen de mareas, la precipitación, etc. afectan el desarrollo de los ecosistemas de manglar, (Silva, *et al* 1991). Los géneros del manglar en general tienden a formar franjas con cierta homogeneidad, según Snedaker (1982) este es el rasgo más notado de la estructura de los bosques de manglar; la zonación de las especies componentes del bosque ocurre con cierto arreglo dentro de bandas monoespecíficas paralelas a la línea costera; sin embargo, como la literatura lo señala, se presentan también en forma de mezclas con predominancia de algún género.

En cuanto a lo que se refiere a la zonación de especies existe mucha discrepancia sobre cómo opera la dinámica de ésta y qué factores ambientales están actuando fuertemente en ella; sin embargo, los estudios relacionados con la geomorfología y el ambiente fisiológico aparecen como los más relevantes para la explicación de estos fenómenos naturales (Snedaker, 1982).

Entender las variaciones estructurales de los ecosistemas es una premisa importante para desarrollar posteriores estrategias de sostenibilidad y de conservación del recurso. Para la conservación de un ecosistema forestalmente productivo se requiere del conocimiento de la estructura y del ambiente para guiar su dinámica a una producción sostenible. Como primer paso para la ordenación integrada de los manglares se debe emprender un estudio de las áreas de manglar hasta disponer de una base de datos completa. El objetivo final de la ordenación forestal, aparte de las consideraciones económicas, es maximizar la producción de bienes, por lo que el realizar un cuidadoso análisis de su estructura será una inversión bien justificada en tiempo y esfuerzo al poder obtener la producción potencial de la masa en condiciones ideales.



Los manglares poseen gran valor ecológico y económico para la población costera, Windevoxhel (1992) determina los bienes y servicios que proveen los manglares del Pacífico Occidental a la población costera de Nicaragua tal como captura de sedimentos, mantenimiento de la calidad del agua, mantenimiento de peces y fauna marina, protección contra inundaciones y tormentas, mantenimiento de la carga y recarga de aguas, dentro de los bienes se puede nombrar el mantenimiento de las pesquerías, extracción de leña, madera para construcción, carbón, corteza, fauna asociada, etc.

En Nicaragua el área ocupada por los manglares es de aproximadamente 150,000 ha de los cuales 71,300 ha (46%) se encuentran en la vertiente del Pacífico y 83,700 ha (54%) en la vertiente del Atlántico (INETER, citado por Polania y Mainardi, 1993). A pesar de la gran extensión cubierta por bosques de manglar en la costa Atlántica hay poca información disponible (Roth y Grijalba, citados por Polania y Mainardi, 1993).

Pese a que el área cubierta por los manglares es relativamente extensa la falta de manejo y el aprovechamiento desproporcionado son un peligro latente que atenta contra su conservación, según Cáceres et al (1995) en una investigación sobre el aprovechamiento del manglar de las Peñitas reporta que una familia trabajando 12 días aprovechó 7,060 rajás equivalente a  $20.2 \text{ m}^3$ , si tomamos en cuenta que existen en esta comunidad en particular 23 familias de leñadores es verdaderamente urgente el ordenamiento del manglar y la creación de estrategias de aprovechamiento fundamentadas con una base sólida en el conocimiento de la estructura y de los factores que la afectan

En la actualidad el Ministerio de Recursos Naturales y del Ambiente (MARENA) y el Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central (OLAFO) están uniendo esfuerzos para el manejo de los ecosistemas manglárnicos en el occidente de Nicaragua en particular en León y Chinandega a través del llamado Proyecto MARENA-OLAFO. Los datos analizados en esta tesis son producto de un inventario forestal realizado por este proyecto para la formulación de un plan de manejo para los leñadores de las Peñitas los cuales fueron facilitados por el proyecto.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

⇒ Determinar la influencia de algunos factores ambientales (edáficos y topográficos) sobre la estructura del manglar de Las Peñitas.

### 2.2 Objetivos específicos

⇒ Identificar y describir las diferentes comunidades boscosas que se presentan en el manglar a partir del índice de valor de importancia (IVI) de los géneros e índice de complejidad (IC) de los rodales.

⇒ Analizar las relaciones entre la salinidad del suelo, compactación del sedimento y distancia de los géneros a la boca y estero, con las características estructurales de la vegetación (alturas, diámetros, densidad, área basal, e IVI).

⇒ Analizar las relaciones entre la mortalidad de individuos en pie, los factores ambientales medidos y la presencia de plagas y daños.

### **3. HIPÓTESIS**

Existen relaciones fundamentales entre la vegetación y los factores ambientales, edáficos y topográficos, como la salinidad, la compactación del sedimento, elevación del sedimento y distancia a los cuerpos de agua (boca y estero) que están afectando directa o indirectamente el patrón de zonación de las especies y la estructura de éstas.

## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 Referencias al aspecto ecológico

#### 4.1.1 Límites de la distribución de los manglares

Los manglares son una formación tropical y su mayor desarrollo ocurre entre los trópicos de Cáncer y Capricornio entre los 23°30' N y los 23°30' S. Ocasionalmente se extienden hacia latitudes superiores pero con poco desarrollo debido al clima, alcanzando los 30°N y 30°S. A nivel global la región del Océano Indico y el Pacífico Occidental cuentan con el mayor número de especies, 44 en total. En cambio las costas orientales y occidentales de las Américas cuentan con escasamente diez especies contenidas en cinco familias (Rhizophoraceae, Avicenniaceae, Combretaceae, Pellicieraceae y Pteridaceae) y cinco géneros (*Rhizophora*, *Avicennia*, *Laguncularia*, *Conocarpus* y *Pelliciera*), este último es frecuente en sitios lluviosos, (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1984)

#### 4.1.2 Clasificación de los géneros del manglar

Saenger, Hegerl y Davie citados por Sánchez (1986) dividieron las especies del manglar en exclusivas: que se limitan al hábitat del manglar, y las no exclusivas o asociadas: que pueden ser importantes en el hábitat del manglar pero que no se limitan a él. Por su parte Jiménez y Soto (1985) agruparon la vegetación de los manglares de Costa Rica en tres tipos, de acuerdo a la dependencia entre sus distribuciones, características biológicas, salinidad del suelo e intensidad de inundación en: vegetación nuclear, marginal y marginal facultativa. La vegetación nuclear corresponde a especies reconocidas como manglares ligadas a la influencia del agua de mar (ej. *Rhizophora*); la vegetación marginal comprende especies adyacentes a la vegetación nuclear, en suelos elevados, irrigados por aguas salobres o en los bordes de los salitrales, su distribución está ligada a la vegetación nuclear, aunque algunas veces fuera de este ambiente, la vegetación marginal facultativa ocasionalmente está asociada al manglar, pero mayormente fuera de este ambiente, se encuentra bajo condiciones constantes de bajas salinidades, o cuando el área ha sido alterada (ej. géneros del bosque seco).

En cuanto a la asociación de los géneros del manglar con especies de otros ecosistemas, Lacerda et al (1993) afirman que podría deberse a las condiciones climáticas y a la proximidad a otros ecosistemas prístinos.

#### 4.1.3 Parámetros estructurales

Lamprecht (1990) afirma que los muestreos permiten el cálculo de una serie de parámetros característicos entre ellos la abundancia, las frecuencias y la dominancia. Estos parámetros ayudan a la caracterización de un bosque o rodal. La frecuencia da una primera idea aproximada de la homogeneidad del bosque. La dominancia es el grado de cobertura de las especies, como expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles de una determinada especie sobre el suelo y se expresa en metros cuadrados; sin embargo, por lo complicado, difícil y a veces imposible de medir se utilizan las áreas basales como sustitutos de los valores verdaderos de dominancia; esto se justifica debido a que existe una correlación lineal entre el diámetro de copa y el del fuste. Por otra parte las frecuencias por clases diamétricas permiten evaluar las tendencias del desarrollo de rodales, especies, grupo de especies o mezclas y se pueden expresar en forma de curvas.

##### 4.1.3.1 El índice de valor de importancia (IVI) y el índice de complejidad (IC)

Algunos índices más conocidos y utilizados para comparar rodales y resultados de estudios individuales son el IVI propuesto por Curtis y McIntosh (1951) y el índice de complejidad de Holdridge (1978). El primero se calcula para cada especie, a partir de la suma de abundancia, frecuencia y dominancia relativa respectivamente y el segundo a partir de la altura media, área basal, densidad y número de especies. Lamprecht (1990) afirma que con el IVI es posible comparar el *peso ecológico* de cada especie dentro del tipo de bosque correspondiente. La obtención de IVI similares para las especies indicadoras, sugieren la semejanza del rodal en su composición, estructuras, sitio y la dinámica. Al darse estas condiciones, puede esperarse que el comportamiento de los rodales al manejo presente también cierta regularidad. Holdridge (1978) propone el IC para comparar la diversidad estructural de los bosque en una o diferentes zonas de vida.

#### 4.1.4 La estructura y los factores que la afectan

A sido documentado que los bosques de manglar muestran una gran heterogeneidad en desarrollo estructural. Esta heterogeneidad es el resultado de la respuesta de la vegetación a los múltiples factores físicos que operan e interaccionan a distintas intensidades en el ambiente y que determinan el grado de desarrollo del manglar, por esta razón Margalef (1962) afirma que en estudios estructurales de comunidades la primera labor es determinar la probable existencia de una distribución heterogénea.

Como se dijo la causa más obvia de heterogeneidad estructural es la desigual intensidad de los diversos factores ecológicos que crean una amplia distribución de microclimas, de tal manera que en un mismo manglar se pueden presentar diferentes estructuras y tipos de bosques, dependiendo de las condiciones locales. Cintrón y Schaeffer-Novelli (1984) describen algunos de los más importantes factores ecológicos tales como las concentraciones de nutrientes, cantidad y periodicidad de la escorrentía, la cantidad de precipitación e intensidad de la evaporación y la operación de tensores como las bajas temperaturas, heladas, sequías, altas salinidades, etc.

De lo dicho anteriormente se desprende que los manglares con desarrollo estructural semejante crecen en sitios con influencia ambiental semejante. Para explicar esto Odum et al (1977) crearon el concepto de la “huella energética” tratando de explicar las interacciones entre los factores que pueden contribuir positiva o negativamente en el desarrollo estructural del manglar. En lugares donde la “huella energética” es similar, la respuesta estructural de los géneros debe ser similar y los rodales debieran alcanzar grados similares de desarrollo y de composición de géneros, (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1984). Lugo y Snedaker (1974) desarrollaron una clasificación basada en las características fisiográficas de los manglares de Florida suponiendo que en cada una de estas categorías existen condiciones similares en cuanto a los factores participantes y que por tal motivo la vegetación dentro de esos cinco tipos fisiográficos muestran rasgos estructurales similares. Los tipos identificados son bosque de borde, ribereño, sobrelavado (islote), de cuenca y enano, Cintrón et al (1980) los simplificó en tres tipos: ribereño, de borde e islote y de cuenca considerando que los de borde e islote son un mismo tipo y el enano lo considera un tipo especial.

El gradiente de salinidad es uno de los factores que se menciona en la literatura relacionado con la estructura de los manglares, a estos gradientes se les vincula estrechamente con condiciones climáticas, edáficas, geomorfológicas e hidrológicas (Soto y Jiménez, 1982; Jiménez, 1981; Chansang, 1980; Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1988; Pool et al, 1977; Clarke y Hannon, 1967,1969,1970,1971; Thom, 1967; Saifullah et al, 1994; Robertson et al, 1991 y otros)

La influencia del clima en la estructura y composición florística de los manglares a sido señalada y discutida inicialmente por Pool et al (1977) quienes reportan la existencia de una estrecha relación entre la intensidad de la precipitación y el desarrollo estructural de los manglares en la costa norte y sur (húmeda y seca) de Puerto Rico, iguales resultados reporta Jiménez y Soto (1985) en los manglares del Atlántico y del Pacífico de Costa Rica los cuales presentan zonas húmedas y secas respectivamente. A continuación se presentan (Cuadro 1) estas diferencias:

Cuadro 1: Características estructurales de sitios secos y húmedos en Puerto Rico y Costa Rica

PAÍS	CATEGORÍA DEL SITIO	LLUVIA (mm/año)	Nº ESP	ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)	ALTURA (m)	DENSIDAD (ind/ha)	ÍNDICE DE COMPLEJIDAD (IC)
Puerto Rico *	húmedo	1631	3	17.8	13.6	-	16.7
(costa norte)							
Puerto Rico *	seco	860	1	6.9	7.0	1780.0	0.9
(costa sur)							
Costa Rica **	húmedo	3827	5	29.0	24.0	1850.0	65.3
(Quepos)							
Costa Rica **	seco	1554	5	7.0	9.6	1773.0	6.23
(Jicaral)							
Colombia ***	seco	900	3	6.3	9.6	2585.7	4.76
(Tesca)							

Tomado de Pool et al (1977) \* Jiménez y Soto (1985) \*\* Calderón et al (1984) \*\*\*

Sin embargo diferencias estructurales marcadas se observan no sólo entre sitios secos y lluviosos sino también en un mismo bosque, en una misma zona de vida. Araujo y Polanía (1985) reportan marcadas diferencias en un bosque muy seco de Colombia (Cuadro 2), relacionadas con la cercanía de ríos (distributarios).

Cuadro 2: Características estructurales del manglar del delta del canal del Dique (Colombia)

ESTACIÓN	LOCALIDAD	ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)	ALTURA (m)	DENSIDAD (ind/ha)	Nº ESPEC	ÍNDICE DE COMPLEJIDAD
1	C. Lequerica	3.89	10.0	640	2	0.5
2	Leq - Mat	12.45	15.0	1933	2	7.2
3	C. Matunilla	9.64	16.0	1367	3	6.3
4	Pta. Barbacoas	10.07	11.5	1200	2	2.8
5	Boca Flamenq.	10.65	16.0	1171	3	6.0
6	Bocacerrada	14.22	18.0	1817	3	14.0
7	Norte de Pablo	8.87	19.5	1825	3	9.4
8	Boca de Pablo	27.95	16.0	1560	4	28.1
9	B D L - B. De P.	20.45	20.5	2550	3	32.1
10	Boca Dña. Luisa	8.30	12.0	4040	2	8.0
11	Sur de B. Matuna	25.47	24.0	1700	3	31.2
12	Pta. Comisario	17.45	18.0	2650	3	24.9
13	Caño Rico	24.27	12.0	1560	3	13.6
14	Ciénaga Honda	34.36	24.0	700	2	11.5

De la misma manera Espinosa (1992) encontró diferencias marcadas en la estructura de tres rodales en el manglar de Térraba-Sierpe que es una zona de vida de bosque húmedo tropical en Costa Rica, como se muestra (Cuadro 3) a continuación:

Cuadro 3: Parámetros estructurales de tres rodales en Térraba-Sierpe

Rodal	Altura (m)	Área basal media (m <sup>2</sup> /ha)	Densidad (ind/ha)
I	33,7	18,2	1,369
II	24,2	26,3	1,410
III	23,5	6,8	201

Esta notable diversidad de desarrollo estructural es una respuesta a la gama de intensidades de los factores componentes de la huella energética y de la influencia del hombre, según Araujo y Polanía (1985) la vegetación que se desarrolla sobre los distintos substratos manifiesta, según el ambiente, sus diferentes potencialidades. Se observa (Cuadro 2) que el IC es bastante de alto a pesar de ser una zona seca debido a que es una cuenca interdistributaria con disponibilidad de agua dulce y nutrientes. Además del mayor o menor grado de desarrollo estructural de los manglares de zonas húmedas y secas respectivamente, Jiménez (1981) y Jiménez y Soto (1985) señalan que estos sitios también presentan diferente fisonomía. En sitios secos aumenta la salinidad, la altura de los árboles disminuye, siguiendo el marcado gradiente que se presenta



entre las orillas de los canales y tierra adentro, hasta llegar a los salitrales o albinas donde la vegetación desaparece y la salinidad alcanza valores de 163 ppm (Soto y Jiménez, 1982). Con relación al comportamiento de la altura y el nivel de salinidad Cintrón y Schaeffer-Novelli (1984) estudiando los manglares de islote de zona árida de Puerto Rico afirman encontrar este mismo fenómeno y además, al aumentar la distancia al canal la salinidad intersticial aumenta y *Rhizophora* es reemplazada por *Avicennia*; sin embargo agregan, que si las salinidades son altas pero estables se desarrollan árboles de bastante porte en el centro de la isla; en cambio, donde el aumento en salinidad ocurre con rapidez, el desarrollo del bosque interior de *Avicennia* se reduce, estableciéndose un bosque achaparrado que disminuye en altura hacia el centro.

Jiménez y Soto (1985) señalan además que en sitios húmedos la altura de la vegetación no muestra un patrón definido; sin embargo, en el borde del canal la vegetación es más baja que en el borde interno donde la salinidad es cercana a cero, contrario al comportamiento de la altura de sitios áridos

Jiménez (1994) ha resumido las diferencias existentes entre y dentro de los manglares de zonas secas y lluviosas haciendo una descripción de las características ambientales y estructurales en base a su localización en el manglar de la siguiente manera:

#### 1. Manglares que crecen en condiciones de clima tropical seco

- ⇒ La zona interna bajo clima seco estacional sin escorrentía: en esta zona durante la estación seca, el agua de las mareas es rápidamente evapotranspirada. Como consecuencia, las sales se van acumulando en el suelo y la estructura de la vegetación es menor.
- ⇒ La zona interna bajo clima seco con escorrentía: Debido a la presencia de agua dulce las salinidades son un poco menores observándose mayores diámetros y alturas.
- ⇒ La zona externa del manglar: recibe influencia solo de la marea, observándose mayores diámetros y alturas debido quizás al constante lavado de las mareas, que evita que se acumulen altas concentraciones de sal.

## 2. Manglares que crecen bajo clima tropical húmedo

⇒ La zona interna del manglar vs. zona externa del manglar: Al contrario de lo que ocurre bajo clima seco, la zona interna alcanza diámetros y alturas superiores a la zona externa, debido quizás a que las salinidades en la zona interna son mas bajas por las lluvias y la escorrentía mientras que en la zona externa recibe la influencia directa de la marea.

La explicación del bajo desarrollo de los manglares que crecen en lugares secos, de alta evaporación y poco flujo de agua dulce es debido a que la alta salinidad altera los procesos físicos y fisiológicos que controlan su entrada a través de las raíces o su evacuación por glándulas especializadas de las hojas. Según von Prah (1990) cuando esto sucede la planta empieza a gastar energías para tratar de restablecer el equilibrio, energía que deja de estar disponible para otros usos, como el crecimiento. Esto provoca que los manglares localizados en zonas de alta salinidad sean de talla baja pese a su edad. Von Prah (1990) también señala que uno de los mecanismos de las plantas para eliminar el exceso de salinidad es botar sus hojas. De esta manera reducen su área foliar y, si la intensidad de este tensor aumenta, la defoliación es crónica. La reducción del área foliar en estos casos es ventajosa dado que las hojas grandes generan altas tasas de transpiración, en lugares donde es difícil obtener agua dulce.

Otro factor que se ha relacionado con la estructura de los manglares son las condiciones del substrato y su composición físico-química. Mall, et al (1987) estudiando la estructura, composición y el patrón de zonación de los manglares de cuatro islas del archipiélago de Ritchie en las costas de la India en relación con tres tipos de substratos: arcillosos, arenosos y rocosos determinaron que el índice de máxima complejidad se obtuvo en substratos arcillosos (306.4) y el mínimo en substrato arenosos (59.2) y que según los resultados del IVI para cada tipo de substrato existe una especie que predomina. En general reportan 15 especies y siete tipos de comunidades de manglar, en base a la estructura y la composición, que son mezclas de diferentes especies con predominancia de algunas de ellas. Algo similar descubre López-Portillo y Ezcurra (1989) quienes estudiando la respuesta de tres géneros del manglar en dos geoformas (fangoso y cuenca interdistributaria) encontraron que la cobertura de *Avicennia* es mayor en substratos fangosos y en altas salinidades.

Por su parte McKee (1993) evaluando los patrones fisico-químicos del sustrato y la distribución de los géneros del manglar en Florida, encuentra variación espacial en el potencial redox del suelo y en las concentraciones de sulfuros en el agua intersticial en relación con dos especies *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*. Ella concluye que los suelos dominados por *Rhizophora* eran moderadamente reducibles con bajas concentraciones de sulfuros mientras que los suelos dominados por *Avicennia* eran fuertemente reducibles con altas concentraciones de sulfuro. También reporta que cerca de las raíces aéreas de ambas especies se encontraron condiciones del suelo menos reducidas, lo que indica que las relaciones entre los patrones fisico-químicos del suelo y la zonación del manglar refleja no solo efectos de los factores del suelo sobre la vegetación sino también efectos del sistema radical de las plantas adultas sobre el potencial redox y las concentraciones de sulfuros del sustrato. McKee (1993) también observó que la altura del dosel fue aproximadamente 10 m y en bosques de cuenca bajo mezclas de *Rhizophora-Avicennia*; en cambio, en bosques de cuenca con la presencia de solo el género *Avicennia* la altura del dosel era de 5 a 6 m. Esta diferencia de alturas del dosel la atribuyó a gradientes en el potencial redox del sustrato, la concentración de sulfuros, la salinidad y el pH

#### 4.1.5 Zonación de los géneros del manglar

Las especies del manglar presentan en general una zonación espacial que ha sido relacionada con un complejo de factores ambientales. Snedaker (1982) en una exhaustiva revisión de literatura reporta que existen varias teorías para explicar la zonación de las especies del manglar como:

- ◇ una expresión de la sucesión de las plantas
- ◇ una respuesta a cambios geomorfológicos
- ◇ una respuesta fisiológica a gradientes de marea.
- ◇ una consecuencia de la dispersión diferencial de propágulos.

Smith (1992) además de las ya mencionadas por Snedaker (1982) agrega dos teorías más para explicar este mismo fenómeno:

- ◇ una consecuencia de la competencia entre las especies.
- ◇ una consecuencia de la depredación de las semillas.

McKee (1993) agrega otra nueva teoría:

◇ como una consecuencia del efecto recíproco planta-suelo.

Snedaker (1982) agrega que pese a la riqueza de información y descripción sobre la zonación de los manglares, no es posible explicar por qué estas especies aparecen en zonas discretas.

De estos siete grupos de opinión encontrados en la literatura, los relacionados con la geomorfología y estudios del ambiente fisiológico aparecen como los más relevantes para ampliar nuestro entendimiento de la zonación y sucesión de plantas en el medio intermareal.

FAO (1994), afirma que en América Central, *Rhizophora* puede considerarse como el principal género colonizador de los manglares, en sentido estricto. Como es relativamente intolerante a la sombra, se encuentra normalmente en suelos inmaduros y blandos, junto a las márgenes soleadas de los ríos, donde se regenera con facilidad. Cuando el suelo es firme y está más elevado, es sustituida por otras especies. *Laguncularia racemosa* es a veces la especie pionera.

En general, Rabinowitz (1978) afirma que existen tres hipótesis del porqué ocurre la zonación:

- La primera sugiere que cada especie tiene márgenes muy estrechos de tolerancia a las condiciones ambientales restringiendo su desarrollo al lugar en que se encuentra. Si estas zonas de tolerancia se superponen muy poco, entonces la zonación será bien definida.
- La segunda sugiere que cada especie tiene una posición preferida en el manglar, pero su ámbito de tolerancia es lo suficientemente amplio como para seguir desarrollándose en áreas más amplias, si otra especie no está presente.
- La tercera determina que hay un único sitio para todas las especies, y que la competencia define la zonación. Esto representa una capacidad de todas las especies a vivir en el mismo sitio, dividido por la competencia.

#### 4.1.6 Proporción de mezclas florísticas y tipos de cobertura boscosa

Lamprecht (1990) afirma que en un bosque las especies más abundantes poseen por lo general también altos valores de frecuencia, lo que equivale a decir que pertenecen al grupo con distribución horizontal continua. Por lo tanto, a pesar de la abundancia de las especies, son relativamente pocas de ellas las que caracterizan florísticamente el dosel, las restantes son más bien acompañantes o poco importantes, esto indica que en cada mezcla hay una especie que puede ser dominante; de esta manera se pueden reducir un número grande de géneros a unas pocas comunidades. Ukpong (1992) estudiando los manglares del sudeste de Nigeria dividió el área en tres estratos y en cada uno logró diferenciar seis tipos de comunidades a través del análisis de ordenación agrupando los sitios o parcelas, por su cercanía en relación al grado de mezcla de los géneros presente en cada sitio. Mainardi (1995) encontró 9 clases de mezcla florística encontrando que las variables ambientales más relacionadas a estas fueron la distancia a la boca y la salinidad intersticial.

#### 4.1.7 Mortalidad en el manglar

Otro fenómeno que se observa con cierta regularidad en el manglar es la *mortalidad masiva* de áreas del manglar. Jiménez, Martínez y Encarnación (1985) en estudios sobre mortalidad en bosque de manglar de Puerto Rico reportan que drásticos incrementos en la salinidad del suelo o en la intensidad o frecuencia de inundación pueden producir amplia mortalidad de árboles. Los bosques de cuenca aparecen como los más sensitivos. El estancamiento del agua, altas salinidades del suelo, reducción del pH y del contenido de oxígeno parecen provocar el fenómeno; sin embargo, la causa parece ser cambios en las condiciones edáficas. En cuanto al estancamiento del agua, von Prahll (1990) afirma que este está relacionado con las inundaciones crónicas, ya sea las causadas por obras del hombre como diques o terraplenes, o por efectos naturales de sedimentación. Al acumularse el agua y cubrir las raíces, los manglares se ven afectados en los procesos de intercambio de gases y comúnmente mueren, según el tiempo que dure la inundación.

La mortalidad masiva en manglares está caracterizada por involucrar gran número de individuos y afecta todas las clases de tamaños en un relativo corto período de tiempo, Jiménez y Cintrón, (1985). Ha sido asociada a la extensiva destrucción causada por huracanes y tifones. Ese fenómeno causa la muerte por acción mecánica directa como ruptura del tronco y severa defoliación, Wadsworth y

Englerth, citados por Jiménez y Cintrón (1985). No hay evidencia que factores bióticos hayan causado frecuente mortalidad masiva de árboles en manglares, con excepción del caso de Gambia, Teas y McEwan, citados por Jiménez y Cintrón (1985), reportan una epidemia de muerte regresiva de *Rhizophora* por la enfermedad de la bilis o hiel (gall) similar a la causada por el hongo *Cylindrocarpum didymum* (Hortig) Wallenw, en Florida, por la cual el 95% de los árboles con alturas mayores de 7 m. murieron.

#### 4.1.8 Importancia de los factores ambientales en el manejo forestal

Existe un margen de salinidad óptima para el crecimiento máximo. En niveles extremos las especies, sufren daños e incluso mortalidad. El aumento de plagas, enfermedades y la mortalidad de los géneros del manglar se le atribuye a un aumento perjudicial en la salinidad del suelo (Christensen y Snedaker; Chaffey, et al citados por FAO, 1994). Sin embargo, diferentes autores han descrito distintos márgenes para los valores de salinidad de los géneros del manglar (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1984; Jiménez y Soto, 1985). En general existe una correlación negativa significativa entre el contenido de sal y las características estructurales de la vegetación.

Ukpong (1992) afirma que si se supone que la altura, la densidad y el área basal son indicadores de productividad, entonces la productividad de la vegetación es baja en sitios con niveles altos de salinidad y viceversa. Saifullah et al, (1994) afirma que para ganar un buen entendimiento de los procesos que determinan o controlan la distribución y regeneración de los géneros del manglar, se debe examinar la estructura y los patrones de la población los cuales son prerequisites esenciales para la formulación de políticas de conservación y manejo en las áreas de manglar.

En plantaciones es preciso que los géneros se ubiquen en sitios apropiados para lo cual es útil el conocer el margen de salinidad necesario para el desarrollo óptimo de las plantas. Cuando se realizan programas de restauración de áreas ecológicamente degradadas que pueden ser hipersalinas, es prudente utilizar propágulos recogidos de individuos que se desarrollan en sitios similares, porque pueden ser ecotipos o híbridos que están mejor adaptados a tales ambientes difíciles (FAO, 1994).

## 4.2 Referencias al análisis estadístico de los datos

### 4.2.1 Algunos análisis de datos de la estructura de la vegetación

Para analizar la estructura y los patrones de zonación de las especies de plantas se han hecho muchos esfuerzos probando diferentes procedimientos matemáticos y estadísticos.

Dawson (1951), investigando las relaciones en la distribución de individuos de diferentes especies en una comunidad de plantas, utilizó lo que llamó el *coeficiente de correlación interespecífica*, el que puede estimar la tendencia de los individuos de una especie a presentar individuos de una segunda especie a través del cálculo de los coeficientes de correlación parcial entre pares de especies. Sin embargo, agrega que la significancia ecológica de este coeficiente es complicada cuando una planta individual ocupa un área finita.

A algunas conclusiones semejantes llegó Greig-Smith (1961) analizando los patrones de zonación de comunidades de plantas donde afirma que éstas deben estar ligadas a factores ambientales y de competencia. Para averiguar en qué sentido responden, ha empleado la tabla de contingencia y el coeficiente de correlación, pues según él es mucho más sensitivo a la presencia o ausencia de efectos recíprocos de competencia entre especies. Al respecto, Legendre (1993) reporta que encontró problemas al utilizar el coeficiente de correlación de Pearson sobre todo cuando las variables están positivamente correlacionadas. Pielou (1969,1977) afirma que el coeficiente de asociación y la tabla de contingencia están afectados por el área que ocupa la parcela de muestreo y por el número de parcelas vacías.

Otro aporte para el estudio de los patrones de zonación de las especies es a través del mapeo de rasgos tanto del suelo como de la vegetación. Pielou (1969,1977), afirma que esto es posible si el objeto a ser mapeado es visible para ser extraído de fotos aéreas y si es invisible como la textura del suelo, la humedad se puede proceder a un muestreo de suelos y marcar los resultados observados en los puntos correspondientes en el mapa hasta formar un mosaico.

Las técnicas multivariadas son los métodos estadísticos más utilizados en la actualidad para analizar comunidades boscosas tales como los métodos de conglomerados y los métodos de ordenación como el análisis de componentes principales, promedios recíprocos y el análisis de correspondencia.

Peinado *et al* (1994) utilizó un método de conglomerados (Average Linkage) empleando la distancia euclidiana para definir la zonación de la vegetación de una zona costera en California. En la literatura hay abundantes reportes del uso de métodos de ordenación como el análisis de correspondencia (ACC) para estudiar las respuestas de la vegetación a factores ambientales como Johnston (1992), Brewer y Grace (1990), Allen y Peet (1990), Swaine y Hall (1976). Otros han utilizado exitosamente para el análisis una combinación de técnicas de clasificación (formando grupos jerárquicos) y de ordenación, (Machena, 1987; Fängstöröm y Willén, 1987; Tonteri, Hotanen y Kuusipalo, (1990) entre otros.

#### 4.2.2 El Análisis de Correspondencia Canónico

El Análisis de Correspondencia Canónico (ACC) está rápidamente llegando a ser la técnica de análisis de gradientes más ampliamente usada en ecología. Es una variante del Análisis de Correspondencia (AC) también conocido como “reciprocal averaging”. El ACC es una técnica de análisis directo de gradientes y representa un caso especial de regresión multivariada. El análisis directo de gradientes difiere de los análisis indirectos en que en el primero la composición de especies está directa e inmediatamente relacionada a variables ambientales medidas, en el segundo los gradientes ambientales no son estudiados directamente sino que son inferidos de los datos de la composición de especies, Palmer (1993).

La importancia del ACC para estudios ecológicos radica en que muy a menudo se requiere ordenar el efecto de factores ambientales sobre la vegetación y conocer como responde la vegetación a ellos. El ACC es un método práctico para ordenar la información ya que toma en consideración en el análisis, de manera simultánea, todas las variables. Los típicos datos para tales problemas consisten generalmente en dos conjuntos de datos: uno que contiene la ocurrencia o abundancia de un número de especies en una serie de parcelas ubicadas en determinados sitios del bosque y otro que contiene datos sobre una serie de variables ambientales cuantitativas o nominales registradas en los mismos sitios de ubicación de las parcelas, Ter Braak (1986,1987). Típicamente los datos sobre la vegetación están organizados en una matriz con las especies como filas y las parcelas como columnas, la abundancia (o solamente presencia/ausencia) como los datos de entrada, Pielou (1984) y Palmer (1993). El ACC es robusto cuando se violan las suposiciones para la validez del análisis, trabaja



bastante bien con distribuciones de especies altamente sesgadas y con muchos datos, con alta correlación entre las variables ambientales y con matrices de datos multidimensionales. El ACC es inmune a muchos de los problemas de otras técnicas de análisis, según Palmer (1993) que hizo un riguroso análisis de la distribución de especies con datos simulados de abundancia con distribuciones sesgadas a lo largo de gradientes ambientales.

#### 4.2.3 El Análisis de Conglomerados

Una técnica de clasificación para analizar datos de distribuciones de especies por parcelas es el Análisis de Conglomerados. Con este método multivariado las parcelas son agrupadas dentro de conglomerados homogéneos o tipos de comunidades (a menudo de manera jerárquica). Según las técnicas de conglomerados se clasifican en general en: jerárquicas y métodos divisivos o separativos. El método utilizado en este trabajo es el aglomerativo y pertenece a las técnicas jerárquicas y consiste en ir uniendo las parcelas más similares entre si e ir formando grupos, luego los pares de grupos mas similares se unen y el proceso continua así sucesivamente hasta que todas las parcelas están contenidas dentro de un único gran grupo, (Pielou, 1984). Para formar los grupos se necesita conocer como debe ser medida la similaridad (o distancia) entre dos parcelas o grupos individuales y posteriormente seleccionar un tipo particular de algoritmo computacional. En general existen muchas técnicas para medir las distancias, siendo la distancia Euclidiana una de ellas.

Para llevar a cabo el análisis existen muchas técnicas, el análisis de conglomerado de la Varianza Mínima es uno de ellos y consiste en formar una serie de matrices que muestran la dispersión dentro de las parcelas o grupos que se van formando, esta dispersión esta definida por la suma de cuadrados de la distancia entre todos los puntos y el centroide del conglomerado, que en este caso es la media. Los grupos que se van formando sucesivamente en cada matriz, son aquellos que en la matriz presentan una variación mínima. El programa SAS, (SAS Institute, 1989), puede realizar análisis de conglomerados por el método de la Varianza Mínima entre otros, además puede incluir en este una reclasificación de los grupos por el procedimiento Discriminante Canónico (CANDIS) del SAS.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Localización y descripción del área de estudio

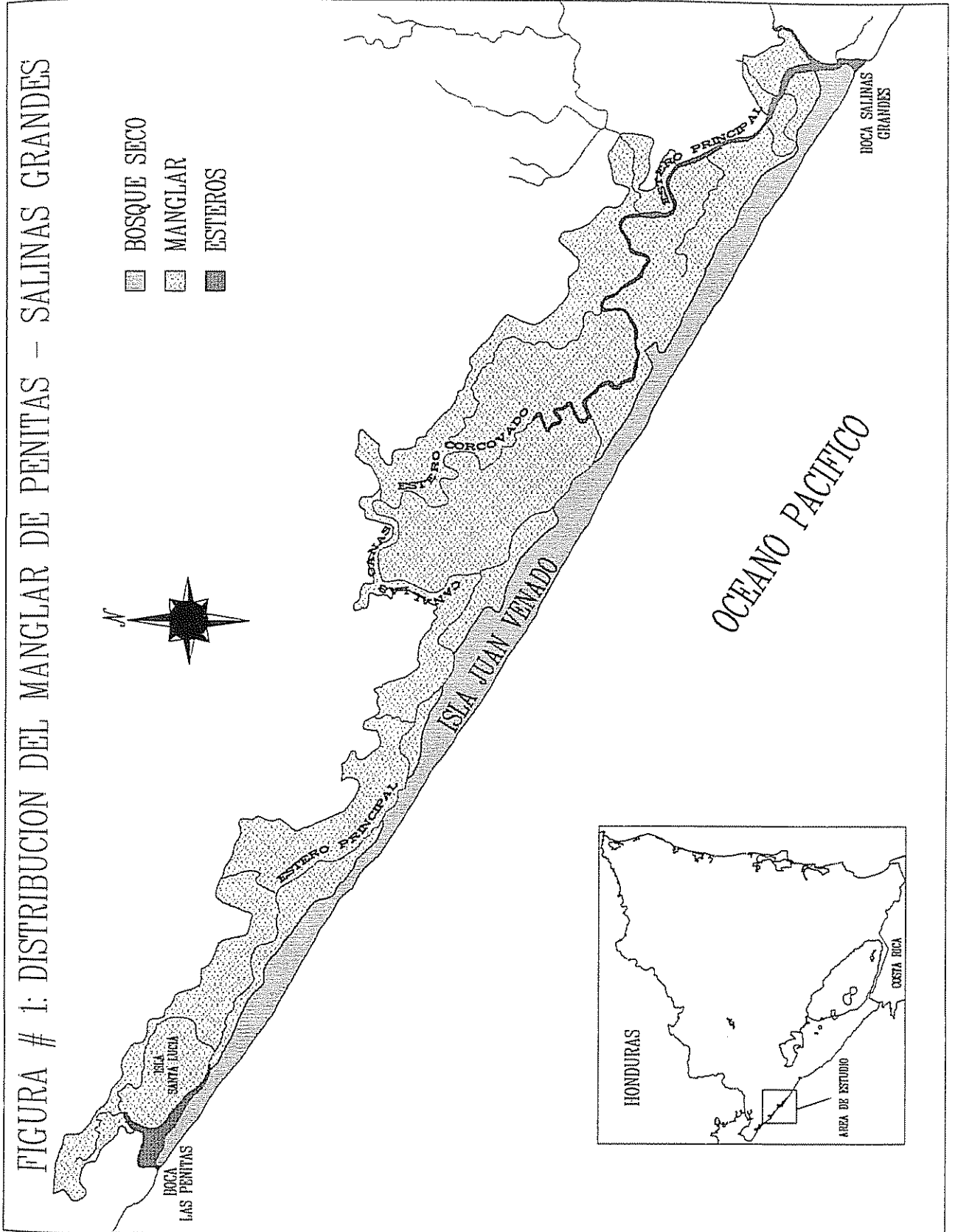
#### 5.1.1 Localización del manglar

El manglar de Las Peñitas se encuentra ubicado en el occidente de Nicaragua (figura 1) a 22 km. de la ciudad de León, en la costa del Pacífico. Se extiende desde la boca de Las Peñitas hasta la boca de Salinas Grandes ubicándose entre los 12° 21' 24" latitud Norte y los 87° 01' 06" longitud Oeste en la boca de Las Peñitas y entre los 12° 16' 12" latitud Norte y los 86° 52' 42" longitud Oeste en la boca de Salinas Grandes, según coordenadas de los mapas del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, INETER (1986a, 1986b, 1986c). El área de manglar limita al Norte con las partes altas que comprenden las Fincas de San Gabriel, Los Planes, Candelaria, San Silvestre, El Carmen, La Sancoya y el Cerro El Infiernito, al Sur con el Océano Pacífico, al Oeste con Las Peñitas y al Este con Salinas Grandes. El manglar tiene una longitud total de 18 km. desde la boca de Las Peñitas hasta Salinas Grandes y un ancho máximo aproximado de 2 km. en la zona de Las Cañas-Corcovado.

#### 5.1.2 Ubicación del área de estudio

Está ubicada al Norte de la Isla Juan Venado, cruzando el estero Principal, se extiende del canal El Rosario, al Este de la Isla Santa Lucía, hasta la intersección entre el estero El Corcovado y el estero Principal, tiene una longitud de 11 km. y un ancho máximo aproximado de 2 km. en la zona entre Las Cañas-Corcovado (figura 1). Localizada geográficamente entre los 12° 21' 00" latitud Norte y los 87° 00' 00" longitud Oeste en el canal El Rosario y en los 12° 18' 12" latitud Norte y los 86° 55' 24" longitud Oeste en la intersección entre los esteros Principal y Corcovado, según coordenadas de mapas del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, INETER (1986a, 1986b, 1986c).

FIGURA # 1: DISTRIBUCION DEL MANGLAR DE PENITAS - SALINAS GRANDES



### 5.1.3 Suelos

La textura del substrato del manglar es arcillosa y limosa formando áreas pantanosas que son inundadas por las pleamares (Corrales, citado por Arauz y Argüello, 1984).

Los suelos de la Isla Juan Venado son de origen aluvial cuaternario y pertenecen al orden de los suelos azonales. Presentan variaciones en su textura que va desde suelos de playa marina (arenosos y franco-arenosos) hasta substratos pantanosos de manglares los cuales son hidromórficos y presentan diferentes grados de gleificación en los horizontes mas profundos, con acumulación de materia orgánica en la superficie (Polania y Mainardi, 1993).

### 5.1.4 Clima

Este sitio se ubica, según el sistema de clasificación de Holdridge (1978), en una zona de vida de bosque tropical seco, con estaciones lluviosa y seca bien marcadas

El clima es cálido, con temperaturas poco variables, con un promedio anual de 27°C y la humedad relativa de 74%. Los meses más calurosos y secos son marzo y abril y los menos calurosos, noviembre y diciembre. La precipitación media anual oscila entre los 1500 y 1700 mm, con valores extremos de 840 y 2400 mm registrados en una serie de 20 años.

La estación lluviosa inicia en mayo, se ve interrumpida por un período de veranillo o canícula que se extiende aproximadamente de mediados julio a mediados de agosto, continuando luego la época lluviosa hasta el mes de Octubre. La estación seca se extiende de noviembre a abril, en esta prácticamente no se registran precipitaciones. La evapotranspiración potencial supera los 2000 mm anuales .

### 5.1.5 Vegetación

La vegetación arbórea del manglar está constituida básicamente por los géneros *Avicennia* ("palo de sal"), *Laguncularia* ("ajeli"), *Rhizophora* ("mangle rojo") y *Conocarpus* ("botoncillo"). En algunos sitios se presenta vegetación de tierra dulce, algunas veces formando islotes de bosque seco en zonas cercanas al canal El Rosario, en el sitio conocido como Melenco, con árboles, arbustos y hierbas características de este ecosistema y con suelos arenosos también típicos, otras

veces se presenta este tipo de vegetación en algunas zonas al norte del manglar (zonas traseras) en sitios que presentan bajo nivel de salinidad formando mezclas. En determinados sitios se encuentra el helecho *Acrostichum* ("pacaya") sp mezclado con rodales puros de *Laguncularia* y a veces mezclado con *Laguncularia*, *Rhizophora* y especies del bosque seco como *Annona* sp, *Coccoloba* sp y otras.

#### 5.1.6 Geomorfología e hidrología

Este manglar está limitado por dos bocas, la de Las Peñitas y la de Salinas Grandes, unidas por un Estero de aproximadamente 18 km. de longitud (figura 1). Este manglar está protegido del golpe directo de las olas del mar por la Isla Juan Venado frente a las cuales se desarrolla una vegetación de bosque tropical seco. Esta Isla tiene un área total de 910 hectáreas de las cuales 500 ha. son de bosque seco y playas arenosas y 400 ha son de manglar el cual se desarrolla en su parte norte (zona trasera del bosque seco). Dada la estructura geomorfológica el aporte de agua para este manglar es principalmente salada procedente de las dos bocas, la de Las Peñitas y la de Salinas Grandes a través de los esteros los cuales abastecen de agua a una serie de canales internos. Específicamente en el área de estudio ubicada al norte de la Isla Juan Venado cruzando el Estero principal existen varios canales y entre los mas importantes están: El Rosario, El Toro, El Nacascolo, Las Cañas, La Castilla, El Sajino, El Posol, La Calderoneña, El Ron Ron, El Aladino, La Camaronera, La Parguería, La Iglesia, La Ciega, El Comején, El Mico y otros mas pequeños pero no menos importantes que influyen en la zonación de las especies de este manglar. El agua dulce que recibe este manglar procede principalmente de tres fuentes: por escorrentía del agua de lluvia que baja de las partes altas (cuenca de desagüe) en la zona norte del manglar, otra es por un pequeño canal procedente del Río Chiquito que llega de la ciudad de León y desemboca en la parte norte del canal Las Cañas, por el Río Viejo que desemboca en el estero principal cerca de Salinas Grandes y por agua de riego procedente de represas de pequeños ríos en las fincas ganaderas que se extienden en el área norte del manglar.

## 5.2 Descripción de la metodología de muestreo

### 5.2.1 Inventario forestal

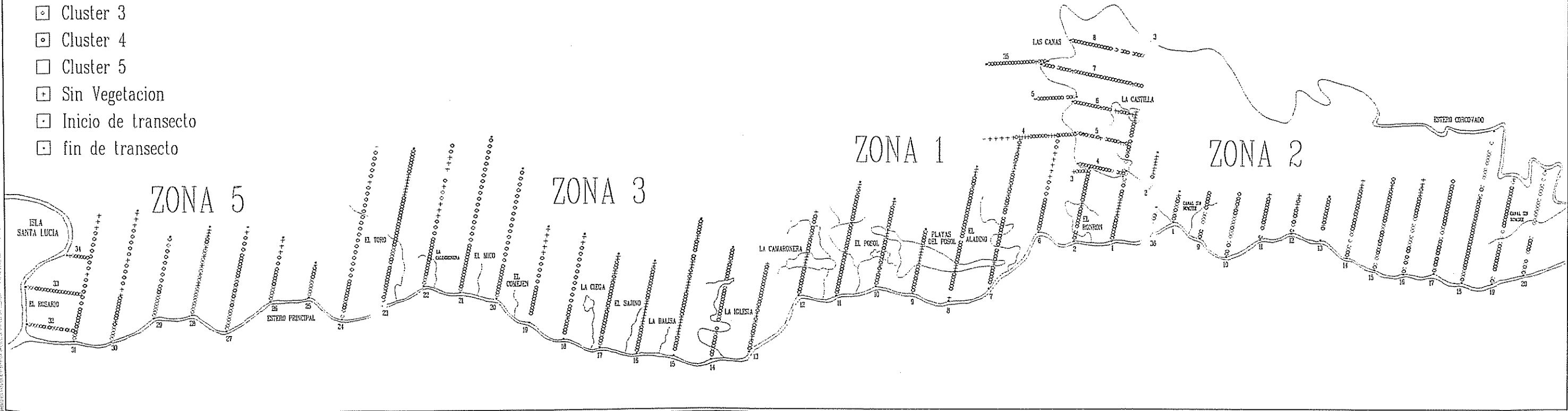
Fue realizado por el proyecto MARENA-OLAFO de Abril a Junio de 1994, con el objetivo de formular un plan de manejo para los leñadores de la comunidad de las Peñitas. El área total inventariada fue de aproximadamente 720 hectáreas según mapas de INETER (1986a, 1986b y 1986c). El proyecto dividió el área en cuatro zonas (1, 2, 3 y 5) con fines de manejo, para tener en el momento del aprovechamiento una zona cercana a la boca y una zona lejana. Estas zonas están debidamente delimitadas por canales de regular caudal que parten del estero principal en dirección casi perpendicular a este y se internan en el manglar, estos canales son en orden: El Rosario, El Toro, La Iglesia, Las Cañas y el estero Corcovado, (figura 2). La zona 5, que es la mas cercana a la boca de Las Peñitas se ubica entre el canal el Rosario al canal el Toro, le sigue la zona 3 que se ubica entre el canal el Toro y la Iglesia, le sigue la zona 1 ubicada entre el canal la Iglesia y las Cañas y la zona 2 ubicada entre el canal las Cañas y el estero Corcovado.

#### 5.2.1.1 Diseño del muestreo

El inventario fue sistemático en transectos perpendiculares al estero principal y a los canales externos, Las Cañas y El Rosario. Se extendió del canal El Rosario a la intersección entre el estero Corcovado y el estero principal. Del canal El Rosario a las Cañas los transectos fueron ubicados cada 250 m. y de las Cañas al Corcovado cada 200 m., la mayoría con un azimut de 45°. En total se trazaron 56 transectos, en ellos se establecieron 1441 puntos de muestreo. En los sitios con vegetación se delimitaron parcelas circulares de 100 m<sup>2</sup>, para la medición de la vegetación. Las parcelas fueron ubicadas en general cada veinte (20) metros sobre los transectos, solo en algunos transectos mas allá de 200 m se ubicaron cada cuarenta metros. El inventario tuvo como punto de inicio la confluencia entre el canal Las Cañas y el estero principal (figura 2). La ubicación de cada transecto se realizó por 'amarre' de dos transectos consecutivos por distancias y ángulos, (anotado en la 'boleta de amarre'), hasta el punto de arranque del siguiente. Los instrumentos empleados para esta labor fueron brújula azimutal SUUNTO y cintas métricas, el transecto fue abierto con machete.

FIGURA # 2: DISTRIBUCION DE LAS PARCELAS DE MUESTREO DEL INVENTARIO FORESTAL Y SU CORRESPONDIENTE GRUPO EN EL MANGLAR DE LAS PENITAS, LEON -NICARAGUA-

- ⊠ Cluster 1
- ⊠ Cluster 2
- ⊠ Cluster 3
- ⊠ Cluster 4
- Cluster 5
- ⊠ Sin Vegetacion
- ⊠ Inicio de transecto
- ⊠ fin de transecto



### 5.2.1.2 Variables medidas en cada punto de muestreo

En cada parcela o punto de muestreo se midieron todos los árboles vivos y muertos en pie. Las anotaciones consistieron de mediciones dasométricas y de caracterización del sitio, ambas en la parcela de 100 m<sup>2</sup>. Las anotaciones del inventario se realizaron en dos boletas, una para datos de árboles y otra para la descripción cualitativa del transecto. Las mediciones dasométricas para los árboles con dap  $\geq$  2.5 cm fueron anotadas en las *boletas para datos de árboles*, en esta boleta se anotó para cada árbol el dap en milímetros, altura total en decímetros, altura comercial en decímetros, la iluminación de copa según Dawkins (1958), forma de la copa según Synnott (1989), estado sanitario del árbol, (sano, enfermo y muerto), lugar del daño y la causa. Estos tres últimos fueron creados por una serie de criterios de evaluación.

En las *boletas de transectos* se anotó el descriptor del sitio, el grado de compactación del sedimento, presencia de obstáculos en el terreno, dificultad del acarreo (con criterios previamente desarrollados), altura media del rodal y distancia de la parcela al Estero principal o canales. Los códigos utilizados para evaluar el grado de compactación del sedimento fueron: 1: substrato fangoso inundado de forma permanente, 2: substrato fangoso no inundado todo el tiempo, 3: substrato muy suave con o sin agua 4: substrato suave transitable a veces inundado por mareas, 5: substrato firme compacto sólo en verano, durante el invierno es generalmente fangoso con o sin inundación, 6: substrato firme compacto todo el tiempo. Para complementar la información se levantó un croquis de todos los detalles encontrados a lo largo del transecto, como salitrales (húmedos y secos), canales, zacatales, helechos presentes (*Achrostichum* sp) y otros. Los instrumentos utilizados en esta actividad fueron la cinta diamétrica y la vara telescópica, esta última para medir las alturas.

### 5.2.2 Levantamiento de datos de la salinidad intersticial por parcela

Se midió la salinidad del agua intersticial en 1244 parcelas con vegetación viva y muerta en pie de los 1441 puntos de muestreo del inventario forestal. En general la profundidad de la muestra fue de 0.4 m sin embargo en algunos sitios secos del manglar o en islas de bosque seco fue necesario tomarla a mayor profundidad (0.8 a 1.8 m).



Para abrir los agujeros se utilizó un palín en los sitios secos y un tubo de aluminio en los sitios muy húmedos o inundados, este último con el fin de evitar que el agua superficial se mezclara con el agua intersticial. La muestra fue sacada con un cucharón de cuello largo en los sitios secos y con una bombeta de hule manual en los sitios muy húmedos o inundados; en los cuales se utilizó el tubo. La manguera de hule se introducía a través del orificio del tubo y con ayuda de la bombeta se extraía la muestra de agua intersticial que era depositada en una botella de vidrio de 190 ml. con la etiqueta con el código del lugar de extracción y posteriormente llevada al laboratorio para el análisis de 'conductividad en agua'. Tanto el cucharón como la bombeta eran lavadas después de cada toma de muestra con agua, antes de proceder a sacar la muestra definitiva en cada sitio se enjuagaba el cucharón, el tubo y la botella con agua intersticial del sitio.

La salinidad se expresó en partes por mil (ppm) y se pueden considerar valores máximos para cada sitio ya que las mediciones fueron tomadas a finales de la estación seca (Abril), (Jiménez y Soto, 1985). Se puede considerar que este es el período de mayor stress para la planta y cuando la mortalidad es mayor y por ende hay cambios en la estructura. No existe información de salinidad de varios años.

### 5.3 Descripción del procedimiento para el análisis de la vegetación

#### 5.3.1 Procedimiento para la identificación y trazado de mapa de grupos de vegetación

Este paso en el análisis de la vegetación se hizo con el fin de identificar los grupos de vegetación a través de los pesos de los géneros presentes dentro de la parcela, o sea, por el aporte de los géneros en abundancia y área basal para identificar grupos con cierto grado de homogeneidad estructural. Se realizó un análisis de conglomerados por el método de la varianza mínima utilizando la 'distancia euclidiana', por el método 'Ward' del programa SAS, (SAS Institute, 1989). La variable analizada fue el índice de valor de importancia (IVI) para cada género propuesto por Curtis y McIntosh (1951) pero simplificado o sea sin incluir la frecuencia relativa puesto que esta se determinó mediante el cálculo de la abundancia relativa y la dominancia relativa de los géneros presentes dentro de cada parcela.

Para calcular este índice por parcela se sumó la abundancia y la dominancia relativa de la siguiente manera:

$$IVI = A_x \% + D_x \% = (A_x / A) * 100 + (D_x / D) * 100$$

IVI = Índice de Valor de Importancia calculado por las sumas de los porcentajes de abundancia y dominancia por género en cada parcela.

A = Número total de individuos por parcela

$A_x$  = Número de individuos del género  $x$  por parcela

$A\%$  = Abundancia relativa por parcela del género  $x$ ,  $(A_x / A) * 100$

D = Área basal total por parcela

$D_x$  = Suma del área basal total por parcela del género  $x$

$D\%$  = Dominancia relativa del género  $x$ ,  $(D_x / D) * 100$

Los valores relativos de cada uno de los géneros presentes por parcela se utilizaron para el análisis de conglomerados. El archivo final temporal se ordenó por el identificador de zona, línea de inventario y número de parcela.

Para visualizar mejor los grupos formados se procedió a trazar el mapa con las 1230 parcelas con vegetación viva identificando el grupo con un color determinado. Esto se hizo utilizando las coordenadas de ubicación de las parcelas que fueron calculadas por el proyecto MARENA/OLAFO.

Para calcular las coordenadas de cada parcela, el proyecto MARENA/OLAFO utilizó los datos levantados en el formato que se le llamó 'amarre de transectos', en este formato se anotaron los respectivos ángulos y distancias que unen a cada transecto consecutivo del inventario forestal. Con esta información se calcularon las coordenadas de arranque desde la orilla del estero y con ayuda de la distancia acumulada desde la orilla del estero hacia el interior del manglar se calcularon las coordenadas del resto de las parcelas en cada transecto. Esto se hizo con ayuda del programa

QuatroPro. Posteriormente mediante el programa IDRISI se confeccionó el mapa donde se dibujaron todos los detalles hidrológicos (canales y esteros) levantados en la hoja de croquis del inventario forestal para facilitar el estudio y análisis de la vegetación. (figura 2)

### 5.3.2 Determinación del índice de valor de importancia (IVI) por zona, grupo y géneros

El procedimiento anterior se realizó para identificar los grupos de vegetación a través de la clasificación general de las parcelas en grupos de acuerdo a los pesos relativos del área basal y la densidad por parcela, para esto se hizo uso del IVI simplificado como una expresión del grado de mezcla.

En este nuevo paso del análisis de la vegetación se vuelve a hacer uso del IVI pero en su expresión completa para analizar y describir los grupos identificados. Para reducir la variación que existe en el área y facilitar la comparación con otros sitios, este índice se calculó para cada grupo o conglomerado en cada serie de manejo definida por el proyecto MARENA/OLAFO. En el presente trabajo se utilizaron esas zonas con el único objetivo de analizar la vegetación en áreas mas pequeñas y poder hacer comparaciones.

Para llevar a cabo este análisis se utilizaron todas las parcelas dentro de cada grupo o conglomerado previamente identificados en el paso anterior por lo que se utilizaron todos los componentes del IVI incluida la frecuencia, las tres medidas fueron calculadas según la metodología propuesta por Cintrón y Schaeffer-Novelli (1984) de la siguiente manera:

Abundancia relativa =  $(\text{número de individuos de un género} / \text{número total de individuos}) \times 100$

Dominancia relativa =  $(\text{área basal total de un género} / \text{área basal de todos los géneros}) \times 100$

Frecuencia relativa =  $(\text{frecuencia de un género} / \text{suma de frecuencias de todos los géneros}) \times 100$

Este cálculo se realizó por zona (1, 2, 3 y 5), grupo o conglomerado (5 grupos) y géneros (13). La suma de la abundancia, dominancia y frecuencia se dividió entre tres para dar un promedio por género en cada grupo.

### 5.3.3 Determinación del índice de complejidad (IC) por grupo de vegetación

El índice de complejidad (IC), según Holdridge (1978), integra las características estructurales y florísticas y cuantifica el grado de desarrollo estructural de un rodal. La fórmula deducida para el IC utilizada para el presente análisis es la siguiente:

$$IC = \frac{(d)(a)(h)(s)}{1000}$$

donde: d = número de árboles/0.1 ha;

a = área basal (m<sup>2</sup>/0.1 ha);

h = altura del rodal en metros. Se utilizó el promedio de los tres árboles más altos por parcela de 0.1 ha.

s = número de géneros/0.1 ha.

El producto de estos cuatro valores se divide entre 1000, solamente para reducir el resultado a una cifra de unos cuantos guarismos, (Holdridge, 1978). Este autor considera conveniente tomar, por lo menos, tres parcelas para cada sitio, y calcular el IC promedio de ellas. Como se puede observar (Cuadro 11) en el presente estudio, para cada grupo de vegetación participaron en el análisis suficientes parcelas. Además se utilizó la misma adaptación practicada por Pool *et al* (1977) el cual calculó el IVI para todos los árboles con diámetros mayores o iguales a 2.5 cm. Para el cálculo del IC para cada grupo se utilizaron las parcelas correspondientes a cada grupo dentro de cada zona basados en el análisis de conglomerados.

### 5.3.4 Descripción de las variables ambientales por zona y grupo

Las estadísticas descriptivas de las variables ambientales se calcularon por zona y grupo. Dentro de cada grupo, dado por el análisis de conglomerados, se calculó la media, mínima y máximas de las variables ambientales excepto para el grado de compactación del sedimento que se utilizó la moda en vez del promedio.

### 5.3.5 Descripción de las características de la altura y el diámetro

Se obtuvo la altura (m) y el diámetro (cm) medio, mínimo y máximo por zona, por conglomerado y por género, con el fin de comparar la distribución de estos parámetros.

### 5.3.6 Descripción del comportamiento de los parámetros estructurales a medida se aleja del canal

Para evaluar las tendencias en el comportamiento de las variables estructurales tales como la altura, área basal, densidad, diámetro, con respecto a la salinidad, se promediaron todas las parcelas ubicadas a una misma distancia del canal dentro de cada zona. Esto se hizo dado que el gradiente de salinidad es perpendicular al estero y que paralelo a este existe una cierta homogeneidad en esta variable. Para ejemplificar, se obtuvo el promedio de todas las parcelas ubicadas en el borde del canal en cada transecto, todas las parcelas a 20 m del canal, a 40 m, 60 m y así sucesivamente, para cada una de las variables estructurales (altura media, diámetro medio, densidad total por parcela, área basal total por parcela) creando un perfil idealizado por zona para cada variable estructural de manera que permita describir ciertas tendencias de la estructura con respecto a la distancia al canal.

### 5.3.7 Análisis de la relación entre las variables ambientales y la estructura de la vegetación

#### 5.3.7.1 Utilizando la regresión múltiple

Uno de los métodos estadísticos utilizados para explicar la relación entre las variables estructurales de la vegetación y algunas variables ambientales fue la regresión múltiple. Las variables estructurales de la vegetación consideradas fueron la media de la altura total por parcela, el diámetro por parcela, el área basal total y la densidad por parcela. Las variables ambientales consideradas fueron la distancia al estero (DISTEST), la salinidad intersticial (SALINI), la variable discreta que mide el grado de compactación del sedimento (SUELO) y la variable distancia a la boca (DISTBOCA).

El análisis se realizó en dos formas: a) considerando la información de las 1230 parcelas para valorar el efecto de todas las variables ambientales sobre cada una de las variables estructurales como un efecto general de esta relación en todo el bosque; b) analizando esta misma relación pero delimitada por zona y conglomerado, con el fin de determinar para cada conglomerado estructural las variables

ambientales mas importantes. Este análisis fue semejante al primero con la salvedad que se ordenó la información por zona y conglomerado.

### 5.3.7.2 Utilizando el análisis de correspondencia canónico (ACC)

Otra herramienta estadística utilizada para conocer la relación entre las variables ambientales y la vegetación que permita inferir las respuestas de la vegetación a una determinada huella energética fue el análisis de correspondencia canónico, que es una nueva técnica de análisis multivariado desarrollada para relacionar la composición de la comunidad con un determinado grupo de variables ambientales. Esta técnica es una extensión del análisis de correspondencia (reciprocal averaging), que obtiene ejes continuos de la variación de los datos de géneros. Tales ejes de ordenación son típicamente interpretados con ayuda del conocimiento que se tenga sobre los géneros y con los datos de las variables ambientales, Ter Braak (1986). El análisis de correspondencia canónico se realizó a través del programa CANOCO creado por Ter Braak (1988) utilizándose la versión más reciente, la 3.12 escrita por el mismo autor en 1991.

#### A) El programa CANOCO

El programa Ordenación de Comunidades Canónicas (en inglés **CAN**Onical **C**ommunity **O**rdination) llamado CANOCO, fue creado para analizar datos ecológicos, está escrito en FORTRAN estándar 77, puede analizar hasta 750 parcelas, 600 especies, 60 variables ambientales y 100 covariables, (Ter Braak, 1986,1987,1988), entre varias técnicas multivariadas disponibles está el Análisis de Correspondencia Canónico (ACC). Hoy en día es utilizado en varias investigaciones a nivel mundial como Brewer y Grace (1990), Johnston (1992), Machena (1987), Allen y Peet (1990), Levine, Knox y Lawrence (1994) entre otros, no solo en aspectos de ecología de bosques sino en otras disciplinas de la ecología.

#### B) Diagrama de ordenación del ACC

Los resultados del Análisis de Correspondencia Canónico (ACC) pueden ser desplegados en un diagrama de ordenación con las especies y las calificaciones de sitios representados por puntos y las variables ambientales representadas por flechas; los puntos de especies y calificaciones de sitio juntos, representan los patrones dominantes en la composición de la comunidad y pueden fácilmente

ser explicados por las variables ambientales. Si se usa una escala apropiada el largo de la flecha indica la importancia de la variable ambiental; la dirección indica de que manera la variable ambiental está correlacionada con la composición de especies; el ángulo entre flechas indica las correlaciones entre las variables ambientales; la localización de las calificaciones de sitio con respecto a las flechas indican las características ambientales de los sitios y la localización de los escores de especie con respecto a las flechas de las variables ambientales indica las preferencias ambientales de cada especie, o sea, las distribuciones de especies a lo largo de cada variable ambiental.

Los pesos promedios indican el centro de una distribución de especies a lo largo de una variable ambiental; por lo que diferencias en pesos promedios entre especies indican diferencias en su distribución a lo largo de esa variable ambiental (Ter Braak, 1986; Ter Braak, 1987 y Palmer, 1993). El programa CANODRAW creado por Smilauer (1992), el cual forma parte del programa CANOCO, puede desplegar en un diagrama de ordenación los resultados del ACC.

Para realizar este análisis se ordenó la información estructural por zona, línea de inventario y parcela, para llevar los datos de IVI, área basal y densidad por género al formato condensado Cornell (Ter Braak, 1988). Los datos ambientales se ordenaron en formato libre, donde cada columna fue ocupada por una variable ambiental. El programa CANOCO en su rutina lee ambos tipos de archivos.

### C) Método de análisis

Se realizaron dos análisis: a) a nivel de todo el bosque, para analizar la relación estructura-ambiente a nivel general b) a nivel de grupo o conglomerado. Para este último se formaron 15 archivos de datos de géneros ya que se analizaron las tres variables estructurales (IVI, área basal y densidad) en cada uno de los 5 grupos o conglomerados, los datos que se formaron, correspondientes a las variables ambientales solo fueron cinco, uno para cada grupo.

A través del ACC para cada variable estructural se valoró la varianza de los datos de géneros explicada por las variables ambientales individuales y la varianza explicada por las interacciones entre éstas.

Estos análisis se hicieron con la finalidad de evaluar, además de la correlación entre la estructura de la vegetación y las variables ambientales, la cercanía o lejanía de los sitios y géneros agrupados en el análisis de conglomerados.

#### 5.3.8 Análisis de la relación entre las variables ambientales y la estructura de la vegetación enferma y/o dañada

Se realizó el mismo análisis de regresión del acápite 5.3.7.1 (análisis de la relación estructura-ambiente) pero sólo considerando la estructura de los árboles enfermos y dañados para conocer si existencia de algún efecto de las variables ambientales.

#### 5.3.9 Descripción de las causas de daño en el manglar y la mortalidad

Se determinó la cantidad y porcentajes de los géneros muertos registrados en el inventario forestal tanto a nivel de todo el bosque como por zona (1, 2, 3 y 5) y se procedió a graficarlos. Además se determinaron las causas de daño mas frecuente tanto a nivel de todo el bosque y por zona, con el fin de evaluar si existe alguna relación entre estas causas de daño y la mortalidad de estos géneros

#### 5.3.10 Comparación de la estructura de los grupos de vegetación identificados

Se realizaron dos análisis de varianza con los datos estructurales: a) utilizando las variables estructurales tales como la altura, diámetro, densidad y área basal b) utilizando el IVI. El primer análisis consistió en conocer si cada variable, por ejemplo el diámetro del grupo 1, presenta diferencias significativa en cada zona (1, 2, 3 y 5). El segundo fue semejante al primero, consistió en conocer si existe diferencia estadísticamente significativa en el IVI de cada genero por zona, por ejemplo el IVI de *Laguncularia* del grupo 1 en cada zona.



## 6. RESULTADOS

### 6.1 Características generales del bosque

#### 6.1.1 Resultados generales del muestreo de la vegetación en toda el área

En el inventario forestal se establecieron en total 1441 áreas de muestreo de las cuales 1244 presentaron vegetación viva y muerta (anexo 1). Se midieron 18,980 árboles para un promedio de 1526 arb/ha. 1230 parcelas presentaron sólo individuos vivos para un total de 17,440 árboles vivos (91.9%) con un promedio de 1417 arb/ha, 465 parcelas presentaron vegetación muerta para un total de 1540 arboles muertos (8.1%) con un promedio de 123.8 arb/ha o sea el 8.1% del total de árboles por hectárea (1526).

#### 6.1.2 Estructura y composición

En el manglar se encontraron 13 géneros arbóreos de los cuales tres son de la vegetación nuclear como: *Laguncularia* (agelí), *Avicennia* (palo de sal) y *Rhizophora* (mangle), uno de la vegetación marginal, el *Conocarpus* (botoncillo) y nueve de la vegetación marginal facultativa que son géneros del bosque seco de tierra dulce. El *Conocarpus* es considerado por Jiménez y Soto (1985) como vegetación marginal que se encontró en la zona adyacente a la vegetación nuclear entre el bosque seco y el manglar; el resto de géneros son especies que en alguna medida han ido ocupando espacios o se encuentran dentro de pequeñas islas de bosque seco dentro del manglar.

El bosque presenta una densidad media (árboles vivos) de 1417 ind/ha, donde *Avicennia* es el género más abundante (655 ind/ha), seguido por *Laguncularia* (462 ind/ha), *Rhizophora* (290 ind/ha), *Conocarpus* (2 ind/ha) y los géneros del bosque seco (9 ind/ha). El área basal media es de 9.34 m<sup>2</sup>/ha, y conserva el mismo orden de importancia de la densidad, donde *Avicennia* es el género con mayor cobertura (5.22 m<sup>2</sup>/ha), seguido por *Laguncularia* (2.66 m<sup>2</sup>/ha) y *Rhizophora* (1.54 m<sup>2</sup>/ha). Los géneros del bosque seco presentan área basal de 0.131 m<sup>2</sup>/ha. Se observa además (figura 3) que la densidad del bosque decrece casi abruptamente en la marca de clase de 12.5 cm, el área basal experimenta un ligero repunte en la clase de 7.5 cm. cayendo igualmente en la clase de 12.5 cm

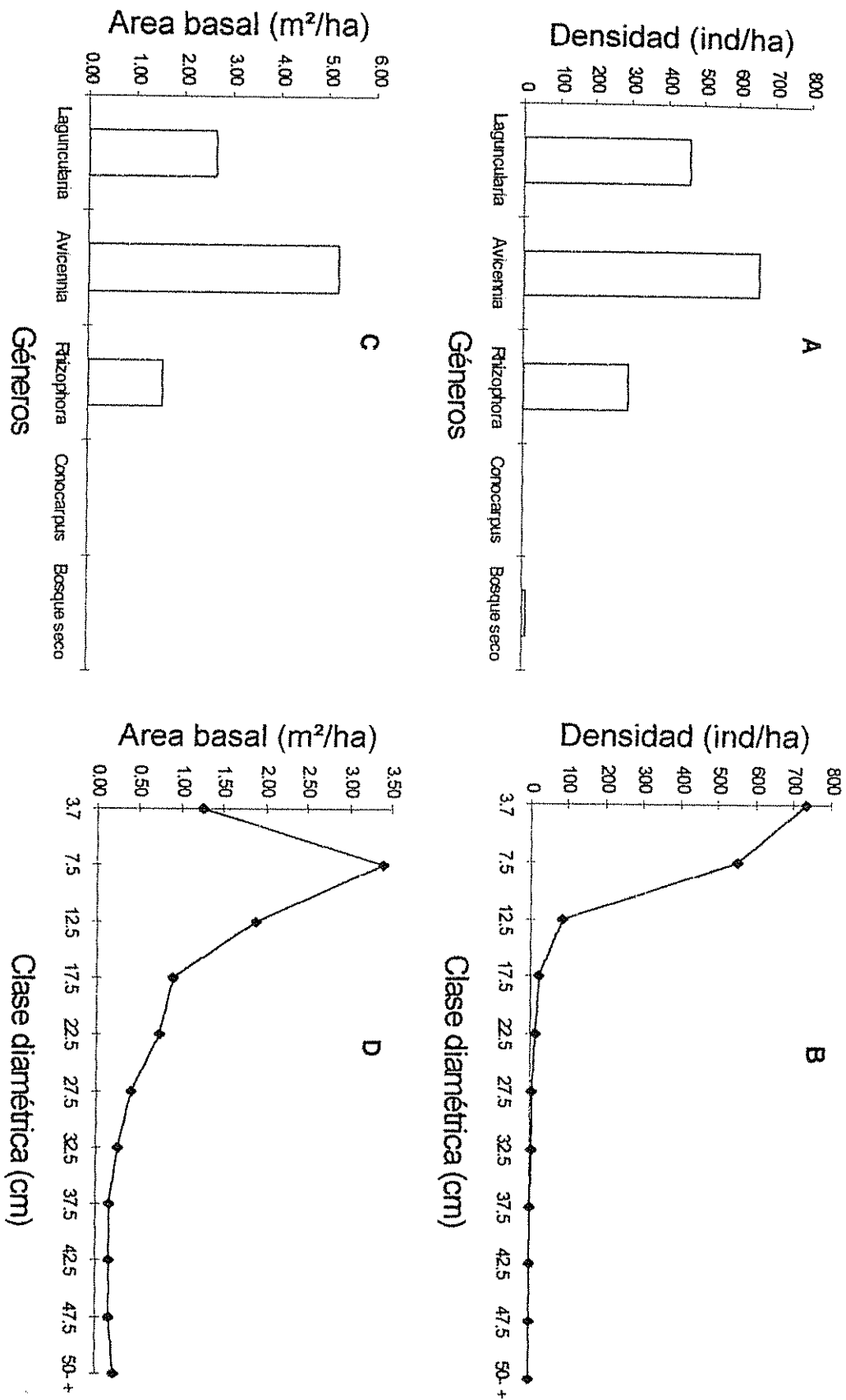


Figura 3: Densidad (A, B) y área basal (C, D) por hectárea por clase diamétrica y género para todo el bosque.

Las alturas medias por parcela para *Rhizophora* es de 6.5 m con mínimas de 2 m y máximas de 21 m, *Avicennia* 6.2 m con valores mínima de 2 m y máxima de 25 m. *Laguncularia* tiene una altura promedio de 5.7 con mínimas de 2 y máximas de 23 m, *Conocarpus* presenta una altura promedio de 5.9 m y los géneros del bosque seco 5.4 m. El diámetro medio por parcela para *Rhizophora* es de 5.98 cm con mínima de 2.5 y máximo de 42 cm, *Avicennia* presenta media de 6.35 cm con mínimas de 2.3 cm y máximas de 59 cm, *Laguncularia* presenta diámetro medio de 4.99 cm con mínimas de 2.5 cm y máximas de 75 cm.

### 6.1.3 Variables ambientales

La media de la distancia al estero es de 395 m con mínimas de 0 y máximas de 1045 m, la distancia a la boca media es de 6,090 m con mínimas de 664 y máxima de 11,860 m, la salinidad intersticial media es de 55.5 ppm con mínimas de 0.8 y máximas de 130 ppm, los grados de compactación del substrato mas frecuentes fueron el firme y el suave a veces inundado por mareas, con una amplitud que va desde fangoso inundado permanente hasta firme.

#### 6.1.3.1 Relación entre las variables estructurales y ambientales en el bosque.

En los resultados de la regresión múltiple multivariada (Cuadro 4) se observa que las diferentes variables estructurales de la vegetación están afectadas por una o más variables ambientales y, que la importancia del efecto de una determinada variable ambiental varía según la variable estructural.

La altura total está afectada por los niveles de salinidad del substrato, el grado de compactación de este y la distancia a la boca. La correlación con la salinidad es negativa lo que supone que a medida aumenta la salinidad disminuye la altura de los árboles. Es notable también que de manera general, las mayores alturas se encuentran en sedimentos más consolidados.

El diámetro medio está afectado por la salinidad y la distancia al estero; sin embargo, la pendiente negativa de la salinidad sigue indicando que a medida aumenta la salinidad disminuye el diámetro medio; la distancia al estero, al contrario, al aumentar contribuye a aumentar el diámetro medio. Esto se debe a que el género que ocupa generalmente la parte trasera del manglar es *Avicennia* y presenta alturas relativamente altas.

El área basal está afectada por la salinidad y el grado de compactación del sedimento teniendo igualmente la salinidad un efecto negativo en el área basal en cambio al aumentar la dureza del sedimento tiende a aumentar el área basal.

La densidad solamente está afectada por el grado de compactación del sedimento.

Cuadro 4: Correlación entre las variables estructurales y ambientales para las 1230 parcelas con árboles vivos

ESTRUCTURA/AMBIENTE	ALTURA TOTAL	DIÁMETRO	ÁREA BASAL	DENSIDAD
DISTANCIA AL ESTERO	NS	**	NS	NS
SALINIDAD	**	**	**	NS
SUBSTRATO	**	NS	**	**
DISTANCIA A LA BOCA	**	NS	NS	NS

Análisis realizado para las 1230 parcelas con individuos vivos

#### 6.1.4 Causas de daño y mortalidad

En todo bosque, el género de la vegetación nuclear que está presentando mayor mortalidad es *Laguncularia* con el 5.06% de árboles muertos, *Avicennia* el 1.73% y *Rhizophora* 1.27%. De los géneros del bosque seco sólo fue registrada mortalidad en el género *Annona* con una mortalidad 0.047% que es bastante baja.

Con respecto a la mortalidad dentro de cada género es importante señalar que *Laguncularia* es el género que presenta mayor mortalidad; de los 462 arb/ha, el 16.72% están muertos, le sigue *Rhizophora* con el 6.68% y *Avicennia* con 4.03. El género *Annona* que fue el único registrado presenta una alta mortalidad (36%) a pesar que a nivel de todo el bosque es muy baja con 0.047%, (Cuadro 5).

Cuadro 5: Mortalidad por género y por hectárea en el bosque

GÉNERO	Muertos/ha	% por género	% del total
<i>Laguncularia</i>	77.25	16.72	5.06
<i>Avicennia</i>	26.44	4.03	1.73
<i>Rhizophora</i>	19.37	6.68	1.27
<i>Annona</i>	0.72	36	0.047
TOTAL/ha	123.8		8.1%

En general el bosque se muestra muy sano en un 85.2% (Cuadro 6) sin embargo es notorio que existe un promedio de 210.3 arb/ha (14.8%) dañados o enfermos. La causa mas común de daño son los insectos con un 8.5% de daño, y en menor cuantía los daños ocasionados por tormentas (quebraduras) con 1.1% y los ocasionados por insectos y leñadores simultáneamente con un 1.4%.

Cuadro 6: Causa de daños mas frecuente en el manglar para el bosque total

CAUSA	TOTAL	%
tormentas	16.1	1.1
hongos	4.2	0.3
insectos	121.1	8.5
quebrado por caída de árboles	5.9	0.4
leñadores	28.5	2.0
insectos + caída de árboles	2.5	0.2
insectos + leñadores	19.4	1.4
hongos + insectos	7.2	0.5
tormentas + insectos	5.4	0.4
TOTAL	210.3 arb/ha	14.8

## 6.2 Caracterización del bosque por zona

### 6.2.1 Estructura

Como se observa (Figura 4), la densidad es muy variable en cada zona. La zona 1 y la 5 están dominadas por *Laguncularia* y *Avicennia*, respectivamente. La zona 2 presenta densidades semejantes de *Laguncularia* y *Avicennia* con un ligero incremento de *Rhizophora*; la zona 5 y la 2 tienen marcada predominancia casi en iguales proporciones por *Rhizophora*. La densidad de *Avicennia* tiende a disminuir a medida aumenta la distancia a la boca de la zona 5 a la zona 2. *Conocarpus* y los géneros del bosque seco tienen muy poca importancia en toda el área. En el gráfico se observa que la densidad de *Laguncularia* aumenta a medida aumenta la distancia a la boca hasta la zona 1, disminuyendo un poco en la zona 2.

El área basal muestra tendencias semejantes a la densidad, la mayor área basal la tiene *Avicennia* en la zona 5 y 3. *Laguncularia* tiende a aumentar en área basal al aumentar la distancia a la boca. *Conocarpus* y los géneros del bosque seco tienen muy poca importancia en área basal (Figura 4).

### 6.2.2 Variables ambientales

Se observa un resumen de las características de las variables ambientales por zona (Cuadro 7). Media, mínima y máxima para la distancia al estero, salinidad, distancia a la boca y grado de compactación del sedimento. Se observa que la media de distancia a la boca es de aproximadamente 200 m. para todas las zonas, la zona 3 presenta la salinidad media más baja (25.7) y la zona 1 la media mas alta (85.3), la distancia a la boca fue muy variable de la zona 5, la mas cercana a la boca de las Peñitas, a la zona 2 la mas lejana. El grado de compactación del sedimento fue similar en todas las zonas con moda entre suave y firme, sin embargo en el bosque total se encontraron substratos desde fangosos inundados permanentes hasta substratos firmes.

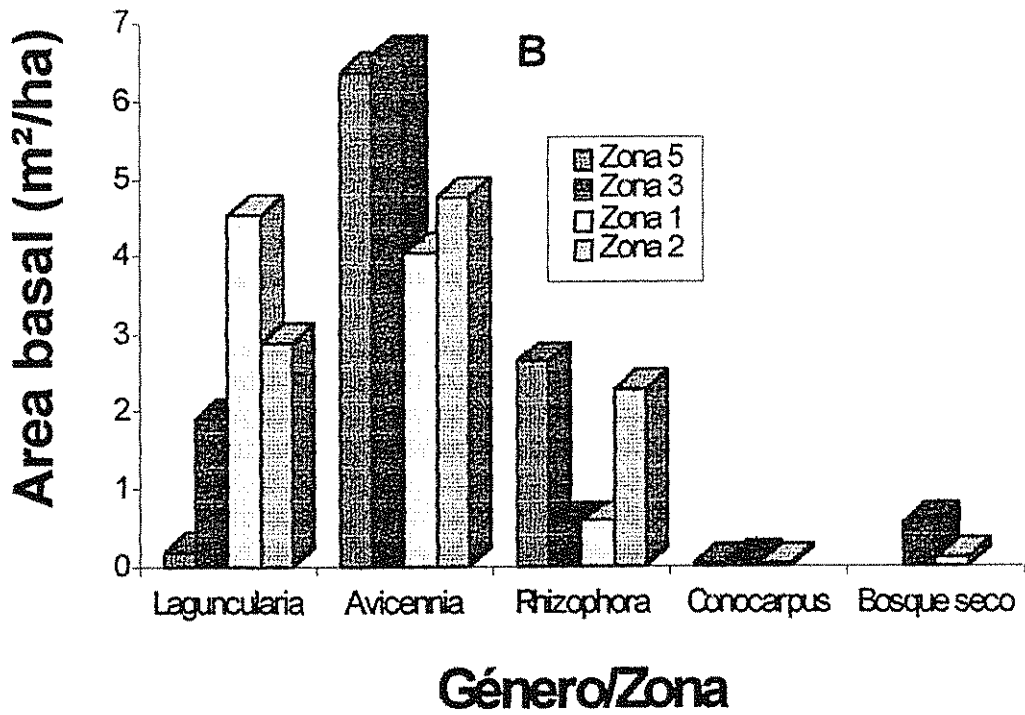
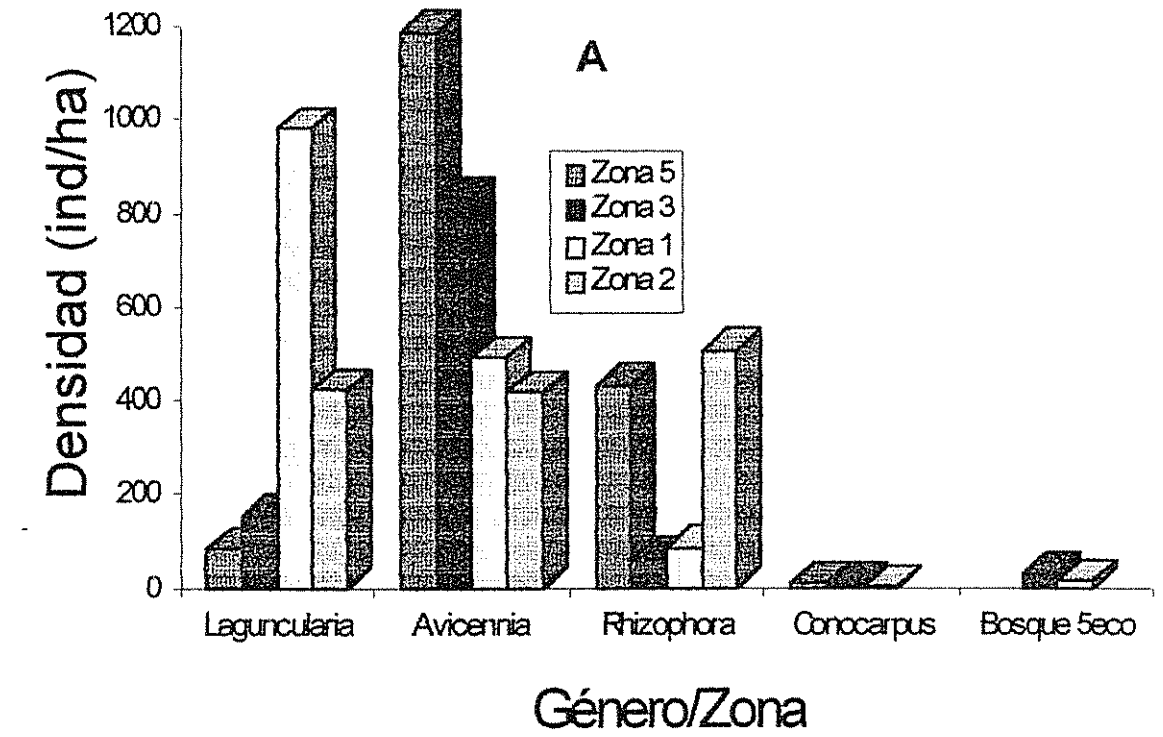


Figura 4: Densidad (A) y Área basal (B) por hectárea de los géneros por zona.

Cuadro 7: Características de las variables ambientales por zona en el manglar de Las Peñitas

ZONA	DISTANCIA AL ESTERO		SALINIDAD			DISTANCIA A LA BOCA			SUBSTRATO			
	MEDIA	MINIMA	MAXIMA	MEDIA	MINIMA	MAXIMA	MEDIA	MINIMA	MAXIMA	MEDIA	MINIMA	MAXIMA
1	214.7	5	478	60.3	4.4	104.3	6869.3	5042	8863	suave	fangoso	firme
1	316.1			85.3			7966.0			firme		
2	211.2	0	1006	46.3	4.8	130.0	9581.5	8762	11864	suave	fangoso	firme
2	214.2			82.3			10514.4			firme		
3	207.6	4	1045	25.7	0.8	114.7	3870.2	3422	5805	suave	fangoso	firme
3	646.5			75.5			4753.7			firme		
5	26.0	5	746	47.7	26.2	107.7	3387.0	576	3605	suave	fangoso	firme
5	325.0			77.3			1781.1			firme		

### 6.2.3 Relación entre la salinidad y las variables estructurales

Se observa (figuras 5, 6 y 7) en la zona 5, que la salinidad tiende a aumentar a medida que aumenta la distancia al estero, las alturas muestran una tendencia a disminuir, la densidad tiende a aumentar y el área basal muestra un comportamiento fluctuante sin tendencia definida. La zona 1 presenta una salinidad casi constante, entre 60-80 ppm con algunos altibajos mientras la altura, el área basal y el diámetro muestran tendencias estables; sin embargo, en esta zona la densidad muestra un marcado aumento en la parte interna del manglar. En la zona 2 la altura y el diámetro tienden a disminuir ligeramente y la densidad disminuye drásticamente, pasando de aproximadamente 18 arb/100 m<sup>2</sup> a casi cero, y el área basal fluctúa sin tendencia definida. La zona 3 tiene los mayores diámetros, las mayores alturas y poca densidad la cual tiende a disminuir a medida se aumenta la distancia al canal; la salinidad, por el contrario, muestra una clara tendencia a disminuir drásticamente a medida aumenta la distancia al estero.

### 6.2.4 Mortalidad

*Laguncularia* es el género que presenta mayor número de árboles muertos (figura 8), *Rhizophora* y *Avicennia* presentan un menor número de árboles muertos y en proporción semejante, de los géneros del bosque seco sólo se registró *Annona* con árboles muertos. Las zonas 1 y 2 presentan un alto número de árboles muertos de este género. *Avicennia* y *Rhizophora* presentan un inferior número de árboles muertos, la zona 5 presenta pocos árboles muertos de *Avicennia*, la zona 5 y 1 muestra muy bajo número de individuos muertos de *Rhizophora*.



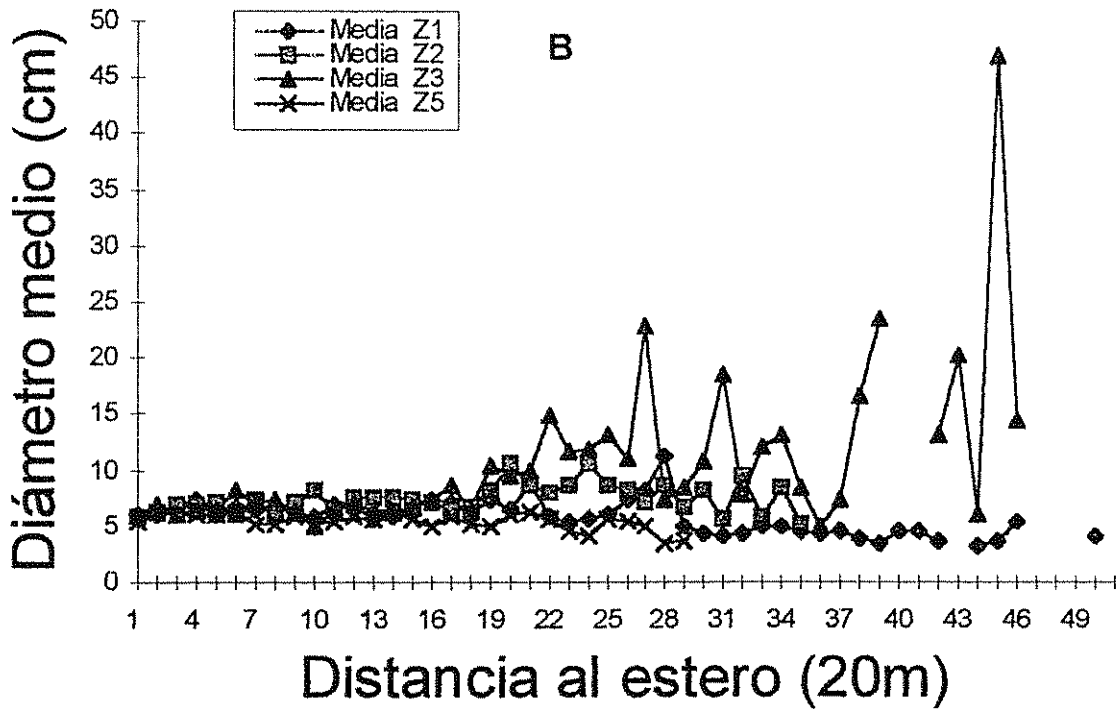
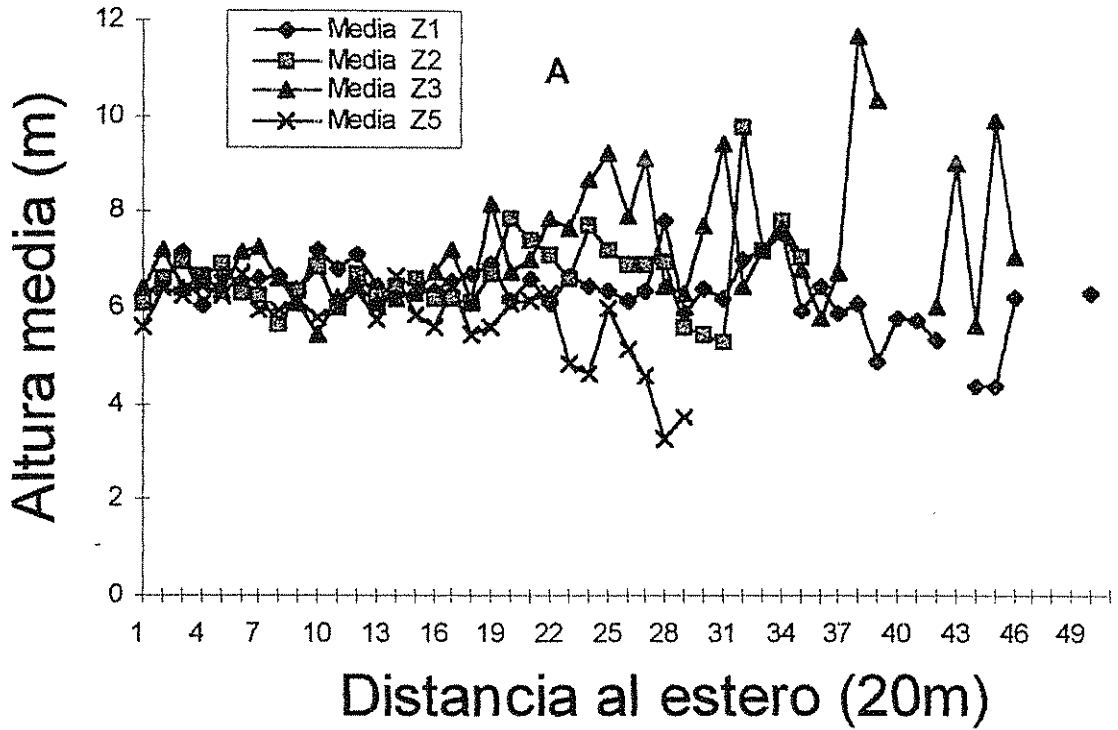


Figura 5: Comportamiento de la altura media (A) y diámetro medio (B) en cada zona (Z1, Z2, Z3 y Z5) a medida se aleja del canal.

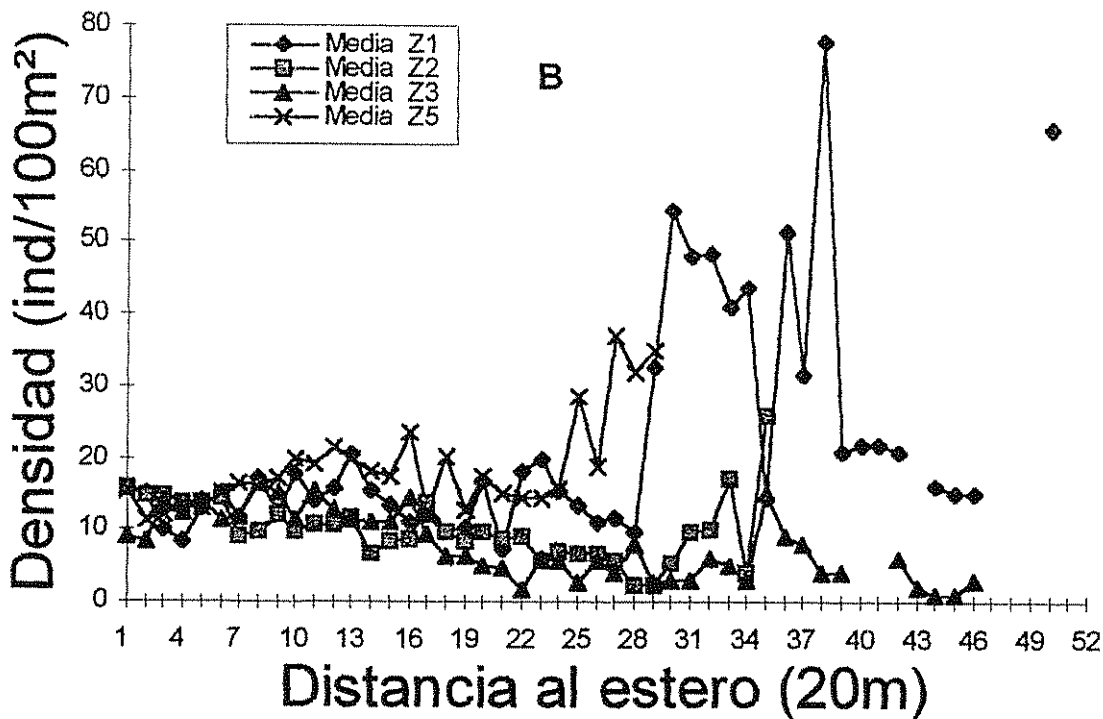
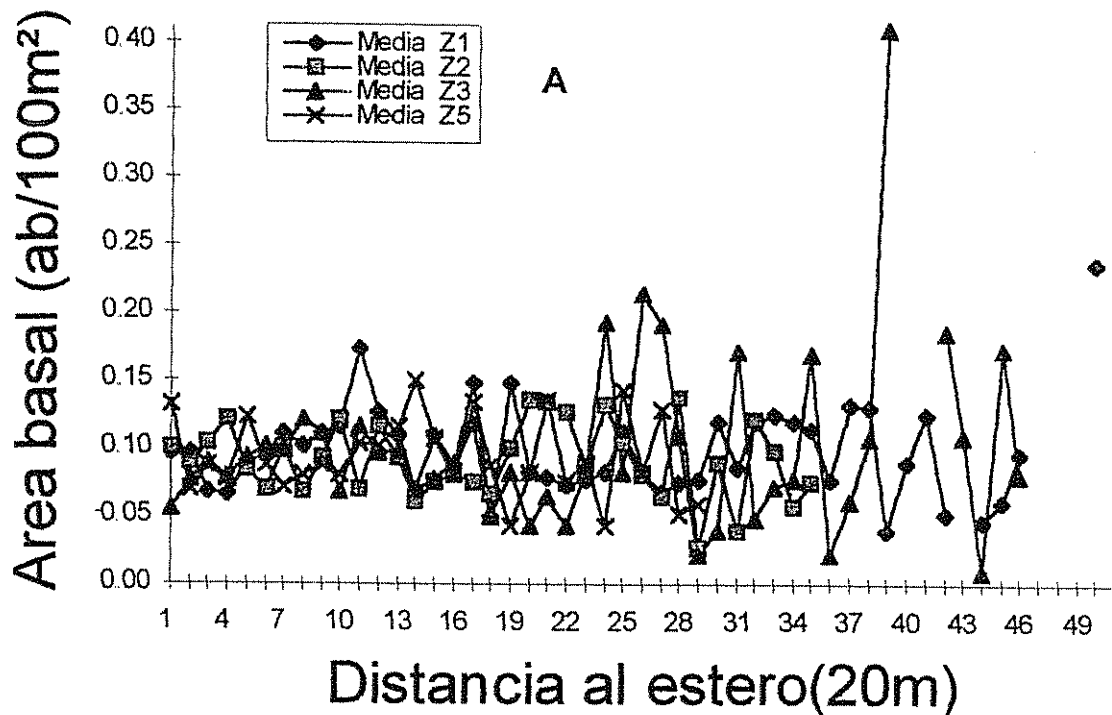


Figura 6: Comportamiento del área basal media (A) y densidad media (B) en cada zona (Z1, Z2, Z3 y Z5) a medida se aleja del canal.

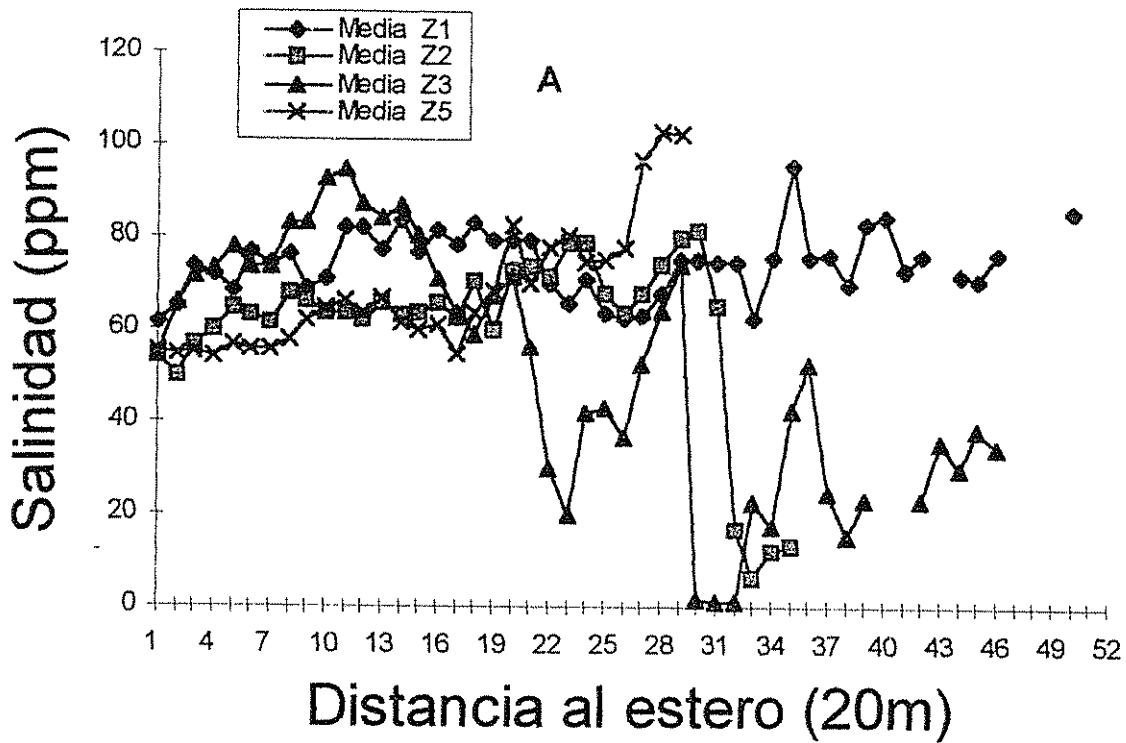


Figura 7: Comportamiento de la salinidad en cada zona (Z1, Z2, Z3 y Z5) a medida se aleja del canal.

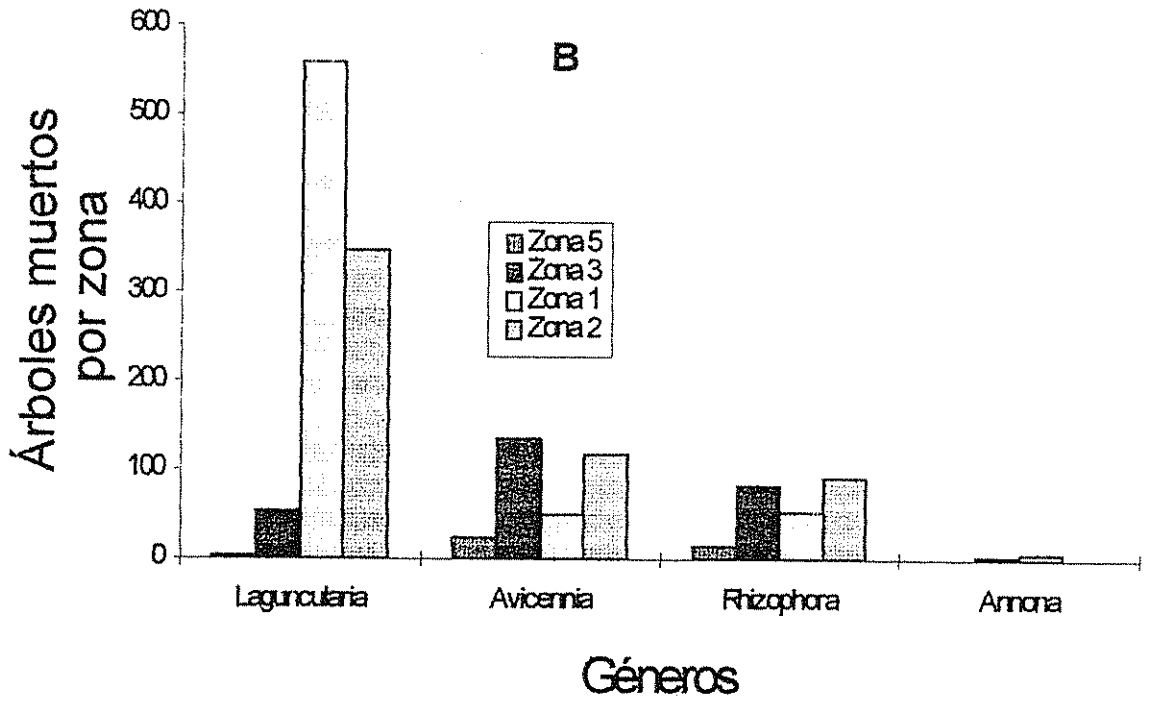
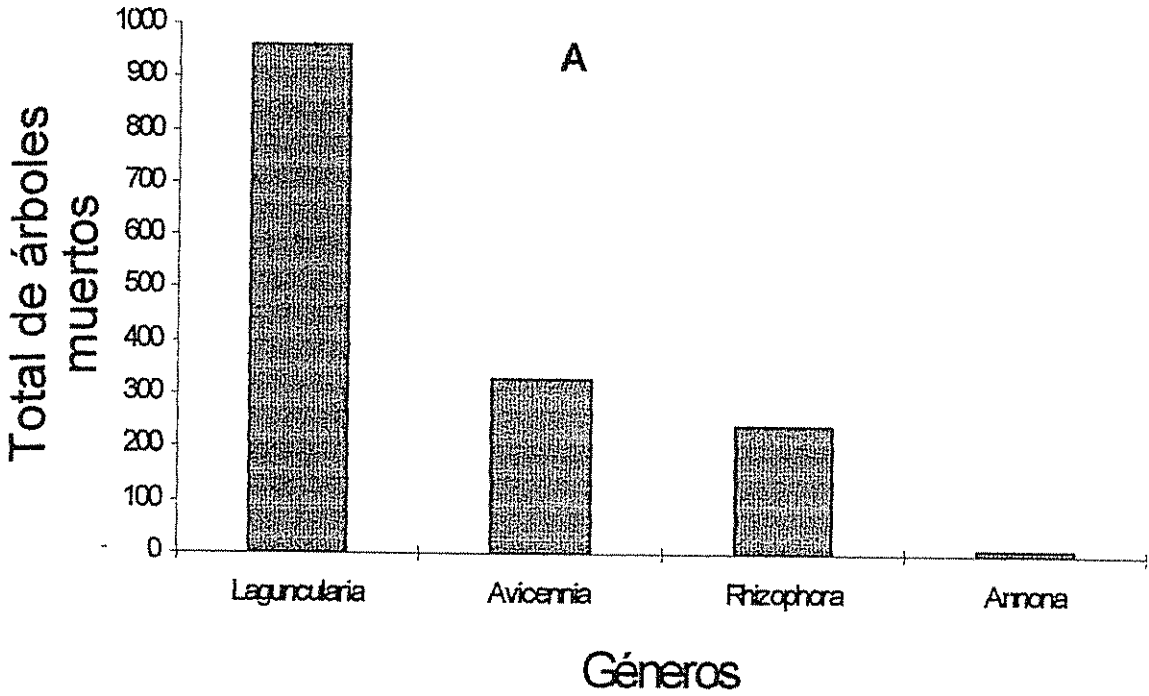


Figura 8: Mortalidad total y por zona de los géneros en el manglar de Las Peñitas.

### 6.3 Caracterización por zona y grupo

#### 6.3.1 Identificación y mapeo de grupos de vegetación por análisis de conglomerados

Se realizaron análisis de conglomerados por el método de la varianza mínima a los datos de IVI de los géneros presentes en cada parcela. Las 1230 parcelas con vegetación viva se agruparon en cinco conglomerados o clases de mezcla florísticas de acuerdo a los pesos de los IVI de los géneros por parcela. Para definir el número de grupos óptimos se valoró la agrupación para 3, 4, 5, 7 y 9 conglomerados y se decidió por cinco grupos, ya que 3 y 4 conglomerados creaban mezclas muy grandes y de 6, 7 y 9 conglomerados creaba demasiadas divisiones.

Las cinco clases de mezclas florísticas se resumen de la siguiente manera:

Grupo 1: Rodal puro de *Avicennia*: con IVI mayor del 92%

Grupo 2: Rodal puro de *Laguncularia*: con IVI mayor del 65%

Grupo 3: Rodal puro de *Rhizophora*: con IVI mayor de 66%

Grupo 4: Rodal de *Avicennia* mezclado: con 38 a 57% de *Avicennia*,  
12 a 39% de *Laguncularia* y 24 a 28% de *Rhizophora*

Grupo 5: Rodal de mezcla de *Laguncularia* y *Rhizophora*: con porcentajes entre 45 a 52% de *Laguncularia* y 40 a 47% de *Avicennia*

En el manglar el género predominante fue *Avicennia* el cual se presentó dominante en 480 (39%) parcelas, todas en el grupo 1. El segundo género predominante fue *Laguncularia* encontrándose en 251 (20%) parcelas y *Rhizophora* que solo fue predominante en 197 (16%) parcelas (Cuadro 8).

Cuadro 8: Número de parcelas dentro de cada conglomerado y porcentajes

CONGLOMERADO O GRUPO	PARCELAS	% POR GRUPO	% ACUMULADO
1	480	39.0	39.0
2	251	20.4	59.4
3	197	16.0	75.4
4	221	18.0	93.4
5	81	6.6	100.0

En el Cuadro 9 se presentan los vectores propios o raíces características (eigenvalues) por especie producto del análisis de conglomerados. Los eigenvalues o vectores propios miden la importancia de los ejes de los componentes principales y registran la cantidad de variación que se presenta en ellos. Se aprecia que la mayor variación en la distribución del IVI se presenta en *Laguncularia* con un 67.4% de la variación total, seguida por *Avicennia* con 29%, *Rhizophora* con 1.7% y *Conocarpus* con 0.6% que en conjunto acumulan el 98.86% de la variación total en IVI. Se observa también la presencia de especies del bosque seco pero la suma total de estas solo representa el 1.1% de la variación total.

Cuadro 9: Vectores propios o raíces características (eigenvalues) resultantes del análisis de conglomerados por género utilizando el método de la varianza mínima.

GÉNEROS	RAÍZ CARACTERÍSTICA	PROPORCIÓN	ACUMULADO
LAGUNCULARIA	11241.7	0.674194	0.67419
AVICENNIA	4841.0	0.290327	0.96452
RHIZOPHORA	294.5	0.017663	0.98218
CONOCARPUS	106.5	0.006390	0.98857
COCCOLOBA	89.9	0.005394	0.99397
ANNONA	56.2	0.003370	0.99734
CRATAEVA	21.8	0.001305	0.99864
PISONIA	14.4	0.000862	0.99950
GYROCARPUS	4.1	0.000243	0.99975
GUAZUMA	2.9	0.000176	0.99992
GLIRICIDIA	1.0	0.000062	0.99998
FICUS	0.3	0.000016	1.00000
CEIBA	-0.0	-.000000	1.00000

### 6.3.2 Características generales de los conglomerados

#### 6.3.2.1 Densidad

En la zona 1 el grupo 2, con predominancia de *Laguncularia*, es el que presenta las mayores densidades seguido por el grupo 4 que es una mezcla de *Avicennia-Laguncularia* y las menores el grupo 3 dominado por *Rhizophora*. El resto se ubica en el medio (Figura 9), la mayor área basal la presenta el grupo 1 y la mayor altura el grupo 3. En la zona 2 los grupos 2, 3 y 5 son los más densos y tienen casi la misma distribución diamétrica. En la zona 3 (Figura 10) las mayores densidades las muestra el grupo 2, 4 y 5. En la zona 5 el grupo 2 y el 5 son insignificantes porque están formados solo por 2 y 1 parcela, respectivamente.

En el anexo 7 se puede apreciar la densidad y el área basal por zona, grupo y por clase diamétrica con detalle, se observa que en la zona 5 cercana a la comunidad existe una relativa alta densidad y pocas clases diamétricas.

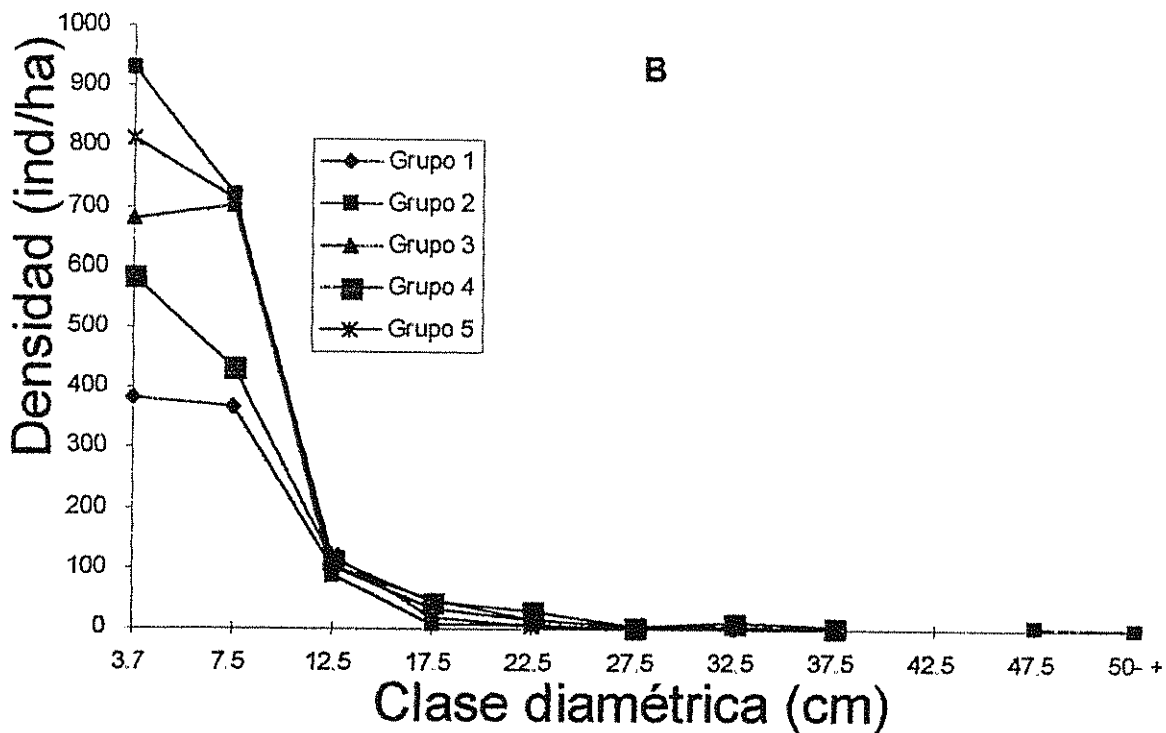
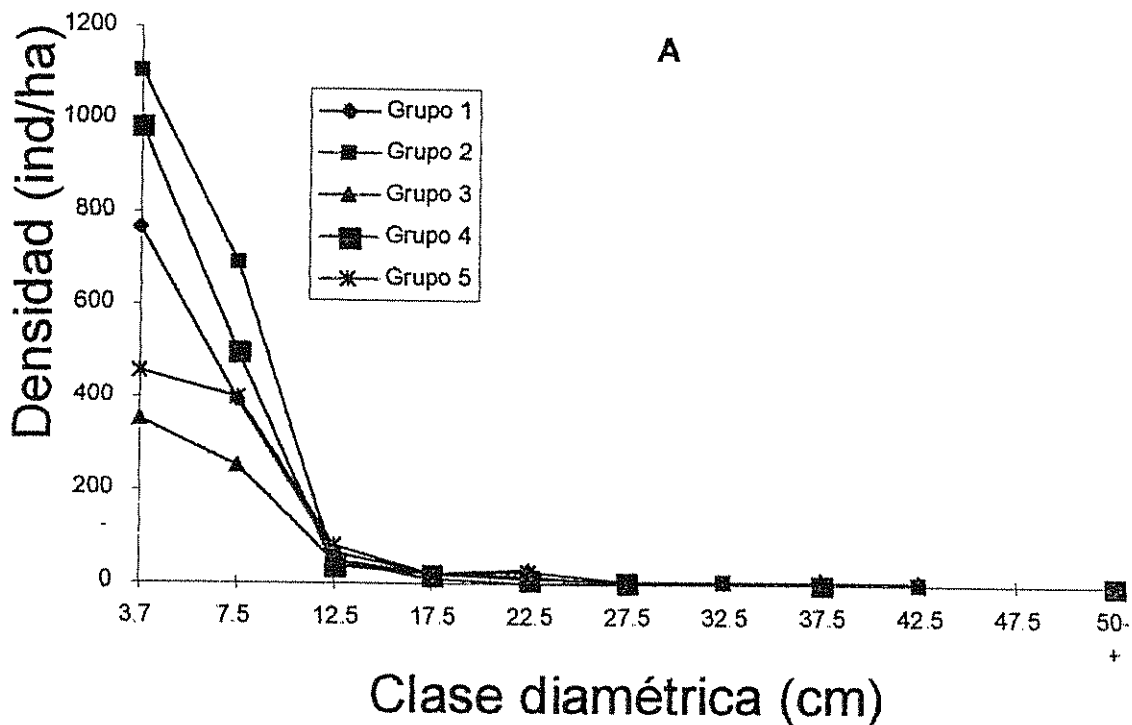


Figura 9: Densidad por hectárea por clase diamétrica para la zona 1 (A) y zona 2 (B).



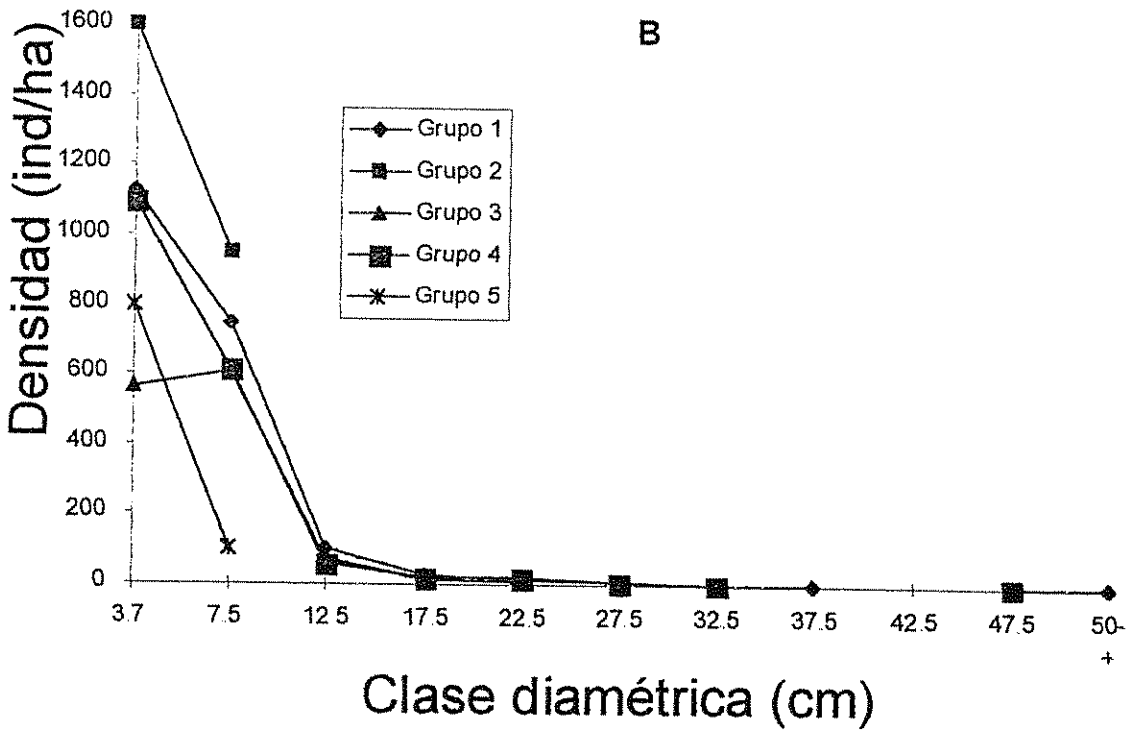
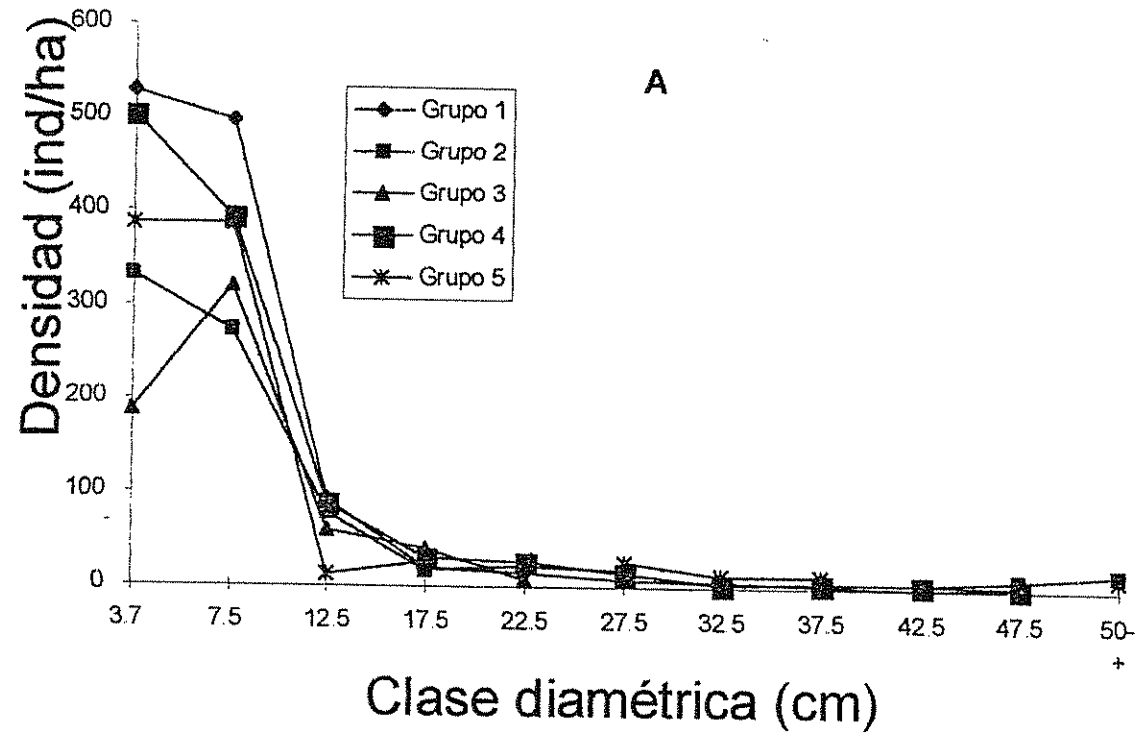


Figura 10: Densidad por hectárea por clase diamétrica para la zona 3 (A) y zona 5 (B).

### 6.3.2.2 Área basal

En la zona 1 la mayor área basal la presenta el grupo 2 dominado por *Laguncularia* y la menor el grupo 3 dominado por *Rhizophora*, tienen una cobertura intermedia (Figura 11). En la zona 2 el grupo 4 y 1 dominados por *Avicennia* presentan una distribución semejante en área basal, con mayor proporción de árboles mayores de 12.5 cm que el resto de los grupos; el grupo 5 presenta mayor área basal en los diámetros de 3.7 a 12.5 seguido por el grupo 2. La zona 3 (Figura 12) presenta distribuciones con mucha fluctuación entre los grupos en esta zona el grupo 2 presenta áreas basales mayores en árboles con diámetros mayores de 42.5 cm. La zona 5 (Figura 12) presenta la típica curva que aumenta en la clase de 7.5 cm y disminuye drásticamente en la clase de 12.5 cm; sin embargo, el grupo 3 dominado por *Rhizophora* es el que presenta mayor área basal en los diámetros menores y el grupo 1 la presenta en los diámetros mayores de 12.5 cm. En esta zona los grupos 2 y 5 no tienen mucha representatividad pues están compuestos por 2 y 1 parcela respectivamente.

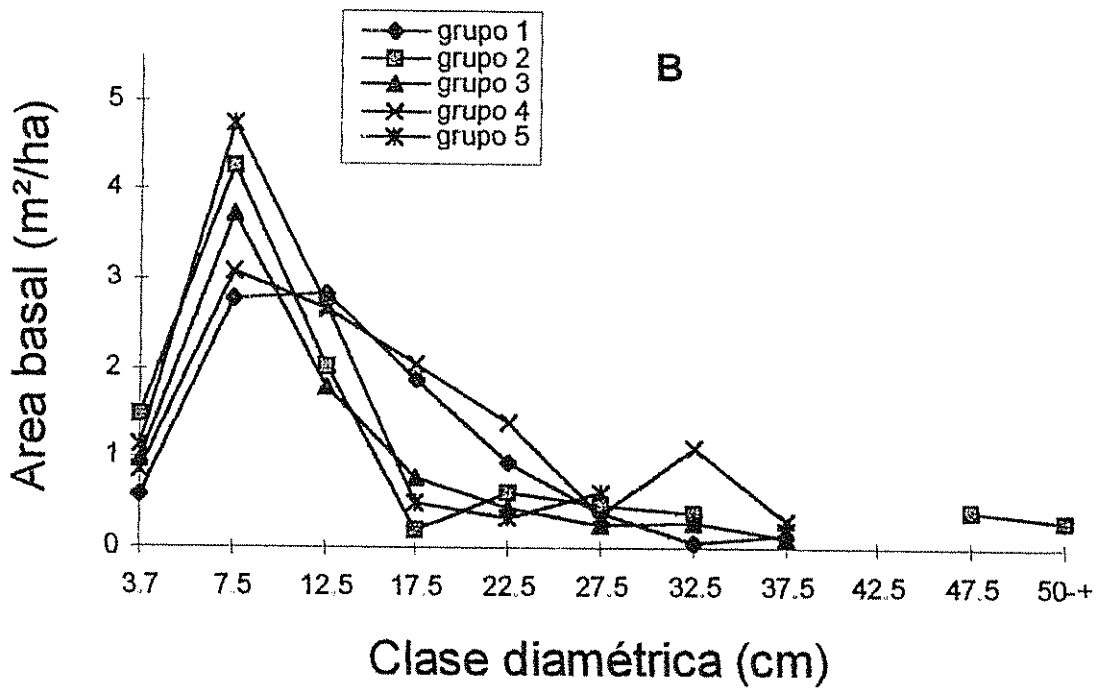
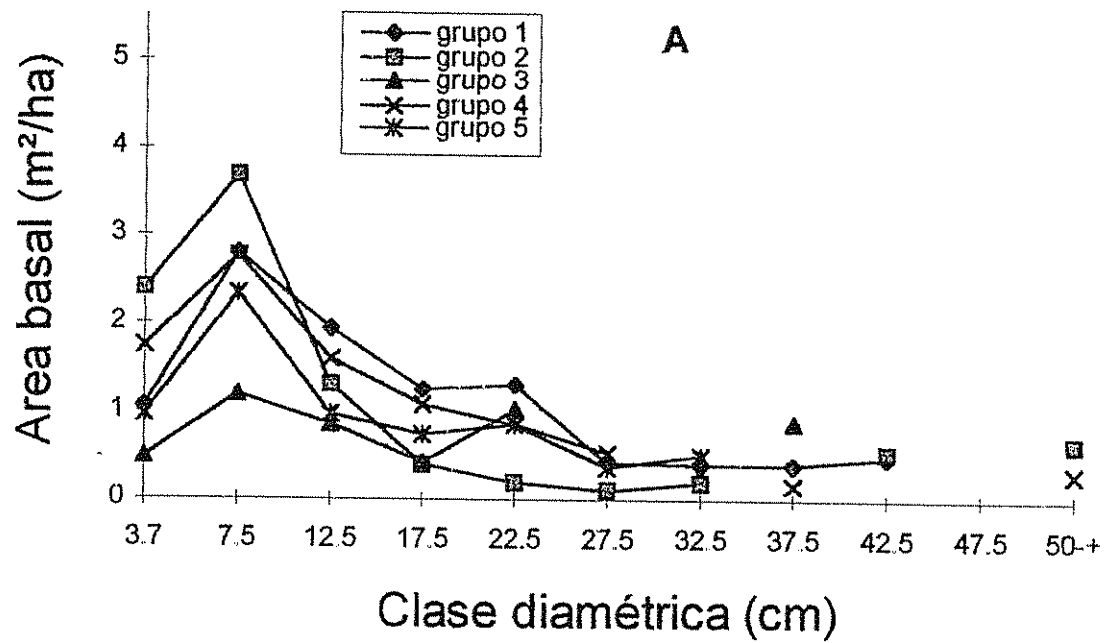


Figura 11: Area basal por hectárea por clase diamétrica para la zona 1(A) y zona 2 (B).

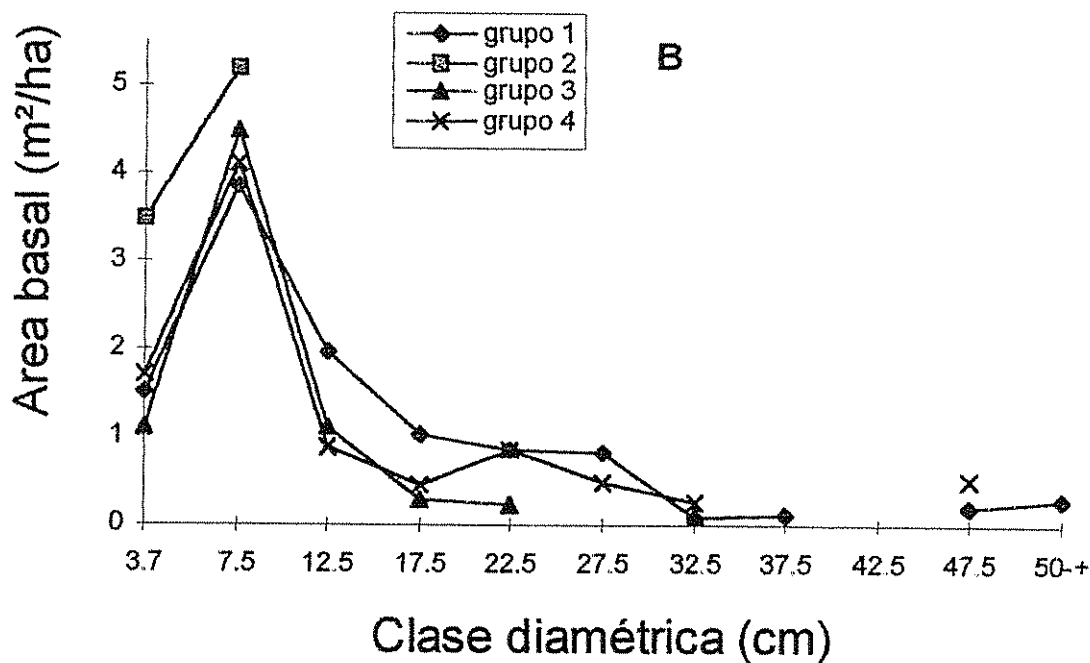
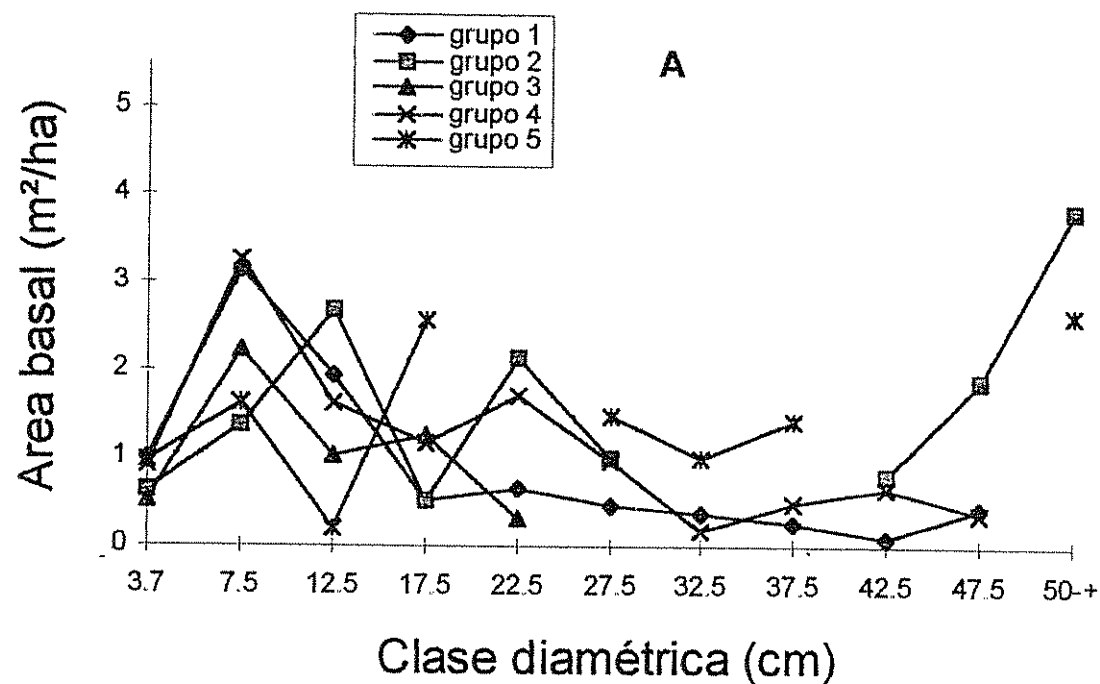


Figura 12: Area basal por hectárea por clase diamétrica para la zona 3 (A) y zona 5 (B).

### 6.3.2.3 Alturas y diámetros

En el Cuadro 10 se presentan los diámetros y alturas medias, máximas y mínimas por género dentro de grupo y zona. A continuación se detallan las características de los grupos en cada zona:

Zona 1: En el grupo 1 el mayor diámetro y altura corresponden a *Laguncularia*, con alturas de 2 a 22 m y diámetros de 2.5 a 44 cm; en el grupo 2 los mayores diámetros y alturas los posee *Laguncularia* y *Rhizophora*; en el grupo 3 *Avicennia* presenta el mayor diámetro y *Rhizophora* la mayor altura; en el grupo 4 las mayores alturas y diámetros los poseen *Rhizophora* y *Avicennia*, siendo un poco mayor la altura en *Rhizophora*; en el grupo 5 *Laguncularia* y *Avicennia* tienen alturas similares sin embargo *Rhizophora* presenta la mayor altura y los mayores diámetros en promedio están en *Rhizophora* y *Avicennia* (Cuadro 10).

Zona 2: En esta zona en el grupo 1, *Avicennia* tiene la mayor altura y diámetro, seguido de cerca por *Rhizophora*; en el grupo 2 las mayores alturas las poseen *Laguncularia* y *Rhizophora* y los mayores diámetros *Laguncularia* y *Avicennia*; en el grupo 3 los tres géneros presentan en promedio la misma altura; sin embargo, la máxima altura la tiene *Rhizophora* y los mayores diámetros *Avicennia* y *Rhizophora*; en el grupo 4 *Avicennia* presenta la mayor altura y diámetro y *Rhizophora* y *Laguncularia* son muy semejantes en los valores de altura y diámetro; en el grupo 5 las alturas son semejantes para los tres géneros y los diámetros mayores los poseen *Laguncularia* y *Rhizophora*.

Zona 3: En el grupo 1 *Rhizophora* y *Avicennia* tienen las mayores alturas y diámetros, en el grupo 2 las mayores alturas las poseen las especies del bosque seco como *Coccoloba* y *Ficus* y los mayores diámetros *Annona* y *Ficus*, en cuanto a las especies estrictas del manglar *Laguncularia* y *Avicennia* tienen las mayores alturas y diámetros; en el grupo 3 las mayores alturas y diámetros los poseen *Annona* y *Ficus* en cuanto a la vegetación nuclear *Avicennia* tiene la mayor altura y *Laguncularia* y *Rhizophora* muestran alturas semejantes en cuanto al diámetro. Se presenta el mismo fenómeno, en el grupo 5 donde *Rhizophora* es la más alta y de mayor diámetro seguida por *Laguncularia*.

Cuadro 10: Resumen de las características del diámetro y la altura por zona y por grupo

ZONA	GRUPO	ESPECIE	ALTURA MEDIA (m)	ALTURA MÍNIMA (m)	ALTURA MÁXIMA (m)	DAP MEDIO (cm)	DAP MÍNIMO (cm)	DAP MÁXIMO (cm)
1	1	1	5.3	2.5	8.0	3.80	2.50	6.07
1	1	2	6.2	2.0	22.0	5.75	2.50	44.10
1	1	3	3.6	3.0	5.4	3.65	2.50	5.00
1	2	1	6.4	2.0	15.0	5.12	2.30	75.00
1	2	2	5.9	3.0	10.7	5.15	2.50	27.00
1	2	3	6.9	3.0	18.0	6.09	2.50	42.00
1	2	4	6.9	6.8	7.0	8.05	7.60	8.50
1	2	5	4.9	3.0	7.8	6.30	3.17	12.00
1	2	6	5.7	3.0	9.0	7.03	2.90	19.00
1	3	1	5.1	3.0	6.1	3.99	2.60	5.00
1	3	2	8.3	4.4	18.0	11.09	3.50	24.00
1	3	3	7.0	3.5	19.0	6.47	2.50	35.00
1	4	1	5.5	2.2	9.5	4.23	2.50	9.76
1	4	2	6.5	2.0	22.0	6.15	2.50	51.50
1	4	3	6.8	2.7	11.5	5.71	2.50	15.00
1	4	4	6.1	6.1	6.1	5.49	5.49	5.49
1	5	1	6.2	3.0	11.0	5.32	2.75	18.10
1	5	2	6.3	3.5	9.5	6.85	2.80	10.80
1	5	3	7.8	3.5	21.0	7.99	2.50	33.00
2	1	1	4.9	2.0	10.2	3.96	2.70	7.40
2	1	2	6.1	2.0	15.0	7.06	2.50	35.50
2	1	3	5.6	3.8	7.6	4.31	2.50	6.43
2	2	1	6.9	2.0	16.0	5.66	2.50	54.90
2	2	2	5.9	2.4	12.0	5.24	2.50	22.00
2	2	3	6.3	2.8	12.3	4.81	2.50	20.60
2	3	1	6.6	2.5	14.0	5.94	2.50	27.30
2	3	2	7.0	2.9	14.4	7.50	2.50	35.60
2	3	3	7.0	2.0	17.0	6.11	2.50	33.40
2	4	1	6.2	2.0	12.0	5.18	2.50	19.45
2	4	2	7.1	2.0	15.0	9.22	2.50	38.00
2	4	3	6.6	3.0	13.5	5.68	2.50	24.00
2	5	1	6.9	2.0	14.7	6.23	2.50	38.00
2	5	2	6.1	3.0	10.0	4.92	2.60	15.70
2	5	3	6.8	2.0	16.0	5.60	2.50	25.00
3	1	1	5.4	3.0	8.5	4.15	2.60	6.50
3	1	2	6.2	2.0	25.0	6.53	2.40	46.80
3	1	3	6.1	4.0	7.8	5.12	3.50	6.90
3	1	7	4.2	4.2	4.2	4.58	4.58	4.58
3	2	1	6.0	2.1	20.0	8.88	2.50	64.00
3	2	2	6.0	3.0	11.0	7.06	2.60	12.90
3	2	3	5.2	3.7	6.3	6.15	4.00	10.00
3	2	5	6.5	5.5	7.5	7.90	5.40	10.40
3	2	6	9.8	8.0	11.5	13.38	8.50	17.15
3	2	7	8.1	8.1	8.1	7.00	7.00	7.00
3	2	12	10.3	10.3	10.3	13.00	13.00	13.00

(Continua)

Cuadro 10. Continuación

3	2	14	11.0	11.0	11.0	28.00	28.00	28.00
3	3	1	5.8	3.5	9.2	4.80	2.50	8.30
3	3	2	5.7	3.0	8.0	4.68	2.60	8.20
3	3	3	7.7	3.0	16.0	8.04	3.35	24.00
3	3	5	7.8	7.8	7.8	5.00	5.00	5.00
3	3	6	7.5	6.5	8.5	10.53	5.75	15.30
3	3	12	8.9	8.9	8.9	7.00	7.00	7.00
3	4	1	5.7	3.0	16.0	5.25	2.50	42.70
3	4	2	6.7	2.8	22.0	7.59	2.50	46.50
3	4	3	5.8	3.0	12.4	5.42	2.50	15.50
3	4	4	6.0	4.0	8.1	9.90	4.00	15.30
3	4	5	6.6	3.0	9.8	9.50	4.60	15.00
3	4	6	8.3	4.0	12.5	15.86	4.90	31.30
3	4	7	7.3	4.0	13.2	12.21	6.03	23.00
3	4	8	3.5	3.5	3.5	4.65	4.65	4.65
3	4	9	5.8	5.2	6.3	7.88	5.27	10.50
3	4	10	6.5	6.0	7.0	16.30	15.00	17.60
3	4	11	4.6	3.0	6.3	7.33	4.30	10.35
3	4	12	8.7	7.0	10.0	15.17	7.00	25.30
3	5	1	6.1	2.6	23.0	6.32	2.90	52.00
3	5	2	5.6	3.0	8.0	5.31	3.10	8.50
3	5	3	8.7	2.0	20.0	11.12	2.50	38.00
5	1	1	5.0	3.0	6.2	4.46	2.60	5.90
5	1	2	5.6	2.0	17.0	5.45	2.30	59.00
5	1	3	6.4	3.0	9.5	6.45	2.95	9.20
5	2	1	5.2	3.0	7.2	4.40	2.50	8.40
5	2	2	4.1	4.1	4.1	4.20	4.20	4.20
5	2	3	6.0	4.1	6.9	5.71	3.00	6.57
5	3	1	5.0	3.0	8.1	3.82	2.50	9.10
5	3	2	5.8	2.0	13.0	5.39	2.50	24.00
5	3	3	6.6	2.3	15.0	6.02	2.50	33.00
5	4	1	5.1	3.0	7.5	3.95	2.50	6.20
5	4	2	5.8	3.0	13.0	5.61	2.50	49.00
5	4	3	6.2	3.0	10.0	5.54	2.50	15.00
5	4	4	4.6	3.0	8.1	4.20	3.05	6.50
5	5	1	5.2	4.0	6.1	4.40	3.50	4.90
5	5	3	5.4	4.1	6.3	3.61	2.70	5.04

Zona 5: en el grupo 1 *Rhizophora* es la más alta seguida de *Laguncularia* y *Avicennia* con altura semejante; sin embargo, el mayor diámetro lo posee *Laguncularia* seguida por *Rhizophora*. En el grupo 2 la mayor altura la tienen *Rhizophora* seguida de *Laguncularia* y el diámetro es semejante entre los dos. El grupo 3 y 5 están representados solamente por dos y una parcela respectivamente. En el grupo 4 la mayor altura la tiene *Rhizophora* y los mayores diámetros *Avicennia* y *Rhizophora*.

#### 6.3.2.4 IVI e IC por grupo

A cada grupo definido en el análisis de conglomerado (dentro de cada zona) se les calculó sus correspondientes valores relativos de frecuencia, abundancia y dominancia, de acuerdo con la metodología propuesta por Cintrón y Schaeffer-Novelli (1984). Se aprecian los valores de importancia (Cuadro 11) con sus correspondientes valores relativos por género en cada estrato y grupo considerado y en el Cuadro 12 se observa el índice de complejidad, Holdridge (1978).

Zona 1: Es la segunda zona más lejana a la boca de la Peñitas. El grupo 1 (Cuadros 11 y 12) tiene una predominancia casi total de *Avicennia* con un IVI de 92.50% y poco de *Laguncularia* y *Rhizophora*, el índice de complejidad para ese grupo es de 3.29.

El grupo 2 con predominancia de *Laguncularia* pese a tener un IVI de 80.43% un poco menor que el grupo 1 en esta zona se presenta con mayor frecuencia en 154 parcelas con un IC alto en comparación con los demás (8.25) debido a que están presentes seis géneros, estas 154 parcelas equivalen a casi el doble de las presentadas por el grupo 1 de *Avicennia* que presentó 85 parcelas con esta condición y que *Rhizophora* del grupo 3 que solo se presenta con predominancia en 11 parcelas con un IC de 1.

La densidad media del grupo 3 es muy baja (70.9 árboles/0.1 ha); sin embargo, es interesante con esta condición y que *Rhizophora* del grupo 3 que solo se presenta con predominancia en 11 parcelas con un IC de 1.

La densidad media del grupo 3 es muy baja (70.9 árboles/0.1 ha); sin embargo, es interesante notar que la altura media es mayor que los demás con 9.6 m. En el grupo 2 existe presencia de vegetación de bosque seco y *Conocarpus*, aportando el 20%. Los grupos 4 y 5 están compuestos de mezclas de las cuales *Avicennia-Laguncularia* (Grupo 4) es la mezcla más frecuente; los grupos 4 y 5 presentan un IC de 4.5 y 1.7, respectivamente, observándose este último muy bajo.

En resumen los grupos más importantes en la zona 1 son el 2 con predominancia de *Laguncularia*, el 1 con predominancia de *Avicennia* y el 4 con una mezcla de *Avicennia-Laguncularia*, este último con un IC de 4.5.



Cuadro 11: Cuadro comparativo mediante el IVI de las características estructurales de la vegetación con  $dap \geq 2.5$  cm. referido a 0.1 hectáreas en el manglar de las Peñitas.

ZONA <sup>1</sup>	GRUPO	ESPECIE	% FRECUENCIA	% ABUNDANCIA	% DOMINANCIA	VALOR DE IMPORTANCIA	CANTIDAD PARCELAS
1	1	LAGUNCULARIA	16.30	3.00	0.70	6.67	
1	1	AVICENNIA	81.70	96.60	99.20	92.50	85
1	1	RHIZOPHORA	1.90	0.40	0.10	0.80	
1	2	LAGUNCULARIA	60.20	90.80	90.30	80.43	
1	2	AVICENNIA	18.00	4.50	3.40	8.63	
1	2	RHIZOPHORA	15.60	3.10	4.20	7.63	154
1	2	CONOCARPUS	0.40	0.10	0.10	0.20	
1	2	COCCOLOBA	1.20	0.10	0.30	0.53	
1	2	ANNONA	4.70	1.40	1.60	2.57	
1	3	LAGUNCULARIA	26.30	9.00	3.50	12.93	
1	3	AVICENNIA	15.80	9.00	18.80	14.53	11
1	3	RHIZOPHORA	57.90	82.10	77.70	72.57	
1	4	LAGUNCULARIA	42.00	51.50	23.20	38.90	
1	4	AVICENNIA	44.70	43.30	73.20	53.73	67
1	4	RHIZOPHORA	12.70	5.20	3.20	7.03	
1	4	CONOCARPUS	0.70	0.10	0.30	0.37	
1	5	LAGUNCULARIA	44.70	56.80	41.90	47.80	
1	5	AVICENNIA	10.50	2.40	1.60	4.83	17
1	5	RHIZOPHORA	44.70	40.80	56.50	47.33	
2	1	LAGUNCULARIA	4.70	0.70	0.10	1.83	
2	1	AVICENNIA	93.30	98.80	99.80	97.30	140
2	1	RHIZOPHORA	2.00	0.50	0.10	0.87	
2	2	LAGUNCULARIA	46.10	78.30	88.80	71.07	
2	2	AVICENNIA	17.60	4.10	2.50	8.07	76
2	2	RHIZOPHORA	36.40	17.60	8.70	20.90	
2	3	LAGUNCULARIA	33.20	13.60	15.20	20.67	
2	3	AVICENNIA	20.80	7.80	11.60	13.40	93
2	3	RHIZOPHORA	46.00	78.60	73.20	65.93	
2	4	LAGUNCULARIA	31.40	30.60	15.90	25.97	
2	4	AVICENNIA	38.80	37.90	71.60	49.43	73
2	4	RHIZOPHORA	29.80	31.50	12.50	24.60	
2	5	LAGUNCULARIA	43.70	35.50	54.00	44.40	
2	5	AVICENNIA	12.70	3.80	1.50	6.00	55
2	5	RHIZOPHORA	43.70	60.70	44.50	49.63	

(Continúa)

<sup>1</sup> zona 1: canal La Iglesia-Las Cañas; zona2: canal Las Cañas-Estero Corcovado; zona 3: canal El Toro-La Iglesia; zona 5: canal El Rosario-El Toro.

3	1	LAGUNCULARIA	5.80	1.20	0.20	2.40	
3	1	AVICENNIA	91.20	98.50	99.60	96.43	156
3	1	RHIZOPHORA	2.30	0.30	0.10	0.90	
3	1	CRATAEVA	0.60	0.10	0.10	0.27	
3	2	LAGUNCULARIA	48.70	79.50	88.40	72.20	
3	2	AVICENNIA	15.40	6.80	1.70	7.97	
3	2	RHIZOPHORA	7.70	4.80	1.10	4.53	
3	2	COCCOLOBA	12.80	4.80	2.00	6.53	19
3	2	ANNONA	7.70	2.10	2.50	4.10	
3	2	CRATAEVA	2.60	0.70	0.10	1.13	
3	2	MATAPALO	2.60	0.70	1.80	1.70	
3	2	CEIBA	2.60	0.70	2.20	1.83	
3	3	LAGUNCULARIA	24.10	18.50	6.10	16.23	
3	3	AVICENNIA	10.30	9.80	3.30	7.80	
3	3	RHIZOPHORA	51.70	67.40	86.90	68.67	15
3	3	COCCOLOBA	3.40	1.10	0.20	1.57	
3	3	ANNONA	6.90	2.20	2.90	4.00	
3	3	MATAPALO	3.40	1.10	0.50	1.67	
3	4	LAGUNCULARIA	24.60	36.00	30.30	30.30	
3	4	AVICENNIA	27.10	42.20	43.70	37.67	
3	4	RHIZOPHORA	14.40	10.00	3.10	9.17	
3	4	CONOCARPUS	2.50	1.50	2.30	2.10	
3	4	COCCOLOBA	9.30	3.20	6.20	6.23	
3	4	ANNONA	10.20	3.30	8.80	7.43	45
3	4	CRATAEVA	5.10	1.90	2.60	3.20	
3	4	ESPINO NEGRO	0.80	0.20	0.10	0.37	
3	4	GYROCARPUS	1.70	0.40	0.30	0.80	
3	4	GUAZUMA	0.80	0.40	0.80	0.67	
3	4	GLIRICIDIA	0.80	0.40	0.40	0.53	
3	4	MATAPALO	2.50	0.60	1.30	1.47	
3	5	LAGUNCULARIA	42.10	60.00	53.10	51.73	
3	5	AVICENNIA	15.80	7.10	1.40	8.10	8
3	5	RHIZOPHORA	42.10	32.90	45.50	40.17	
5	1	LAGUNCULARIA	3.50	0.30	0.10	1.30	
5	1	AVICENNIA	87.60	98.70	98.60	94.97	99
5	1	RHIZOPHORA	8.80	0.90	1.30	3.67	
5	2	LAGUNCULARIA	40.00	84.30	70.20	64.83	
5	2	AVICENNIA	20.00	2.00	0.80	7.60	2
5	2	RHIZOPHORA	40.00	13.70	29.00	27.57	
5	3	LAGUNCULARIA	7.90	3.80	1.50	4.40	
5	3	AVICENNIA	36.00	19.80	17.40	24.40	78
5	3	RHIZOPHORA	56.10	76.50	81.10	71.23	
5	4	LAGUNCULARIA	19.80	13.00	4.60	12.47	
5	4	AVICENNIA	39.50	61.10	69.20	56.60	36
5	4	RHIZOPHORA	37.20	23.70	25.20	28.70	

Cuadro 12: Número de especies, densidad, área basal, altura e índice de complejidad por zona y grupo en el manglar de Las Peñitas para árboles con dap  $\geq$  2.5 cm. referido a 0.1 ha.

ZONA	GRUPO	NÚMERO DE ESPECIES	DENSIDAD (arb/0.1 Ha.)	ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> /0.1 Ha.)	ALTUR A (m)	ÍNDICE DE COMPLEJIDAD (IC)
1	1	3	127.76	1.00539	8.54	3.29
1	2	6	186.42	0.95031	7.76	8.25
1	3	3	70.90	0.49027	9.65	1.00
1	4	4	155.97	0.90717	7.95	4.50
1	5	3	99.41	0.67240	8.94	1.79
2	1	3	92.28	0.96254	7.67	2.04
2	2	3	176.05	1.02187	8.28	4.47
2	3	3	153.87	0.83953	9.79	3.79
2	4	3	122.74	1.18413	8.61	3.75
2	5	3	167.45	1.02457	9.28	4.77
3	1	4	117.05	0.88492	8.71	3.61
3	2	8	76.84	1.48536	8.65	7.90
3	3	6	61.33	0.53537	8.49	1.67
3	4	12	106.88	1.12970	8.78	12.72
3	5	3	87.50	1.18942	9.99	3.11
5	1	3	202.42	1.07033	7.83	5.09
5	2	3	255.00	0.86821	6.77	4.49
5	3	3	125.76	0.73343	8.40	2.32
5	4	4	181.38	0.92891	7.93	5.34
5	5	2	90.00	0.26638	6.20	0.29

Zona 2: Es la zona más lejana a la boca de las Peñitas. En esta zona no se encontró evidencias de especies del bosque seco ni de *Conocarpus*, solo estuvieron presentes los géneros estrictos del manglar *Laguncularia*, *Avicennia* y *Rhizophora*. El grupo de vegetación más frecuente en esta zona es el grupo 1 de *Avicennia* puro o casi puro, con IVI de 97.30%, presente en 140 parcelas; el IC es el más bajo de la zona con 2.04. En general este grupo muestra baja densidad (92.2 árboles/0.1 ha), área basal ligeramente alta (0.96 m<sup>2</sup>/0.1 ha), y la mas baja altura (7.6 m) de la zona.

El segundo grupo más frecuente es el 3 con predominancia de *Rhizophora* en un 65.93%, presente en 93 parcelas mezclado con los otros dos géneros; presenta un IC de 3.7, y la mayor altura de la zona con 9.7 m, con una densidad moderadamente alta (153.8 arb/0.1 ha) y área basal ligeramente baja con 0.83 m<sup>2</sup>/0.1 ha.

En tercera posición en la zona se encuentran los grupos 2, 4 y 5 los cuales son mezclas con predominancia de *Laguncularia* el primero (76 parcelas), de *Avicennia-Laguncularia-Rhizophora* el segundo (73 parcelas) y de *Rhizophora-Laguncularia* el tercero (55 parcelas), a pesar de su menor frecuencia en número de parcelas con esta condición estos últimos presentan los IC mas altos de la zona con 4.4, 3.7 y 4.7 respectivamente.

Zona 3: Es la zona que tiene mayor presencia de especies del bosque seco, sin embargo *Avicennia* domina casi por completo. Los grupos más frecuentes son el 1 y 4. El grupo 1 dominado por *Avicennia* tiene IVI de 96.43% con 156 parcelas equivalentes al 64% del total de parcelas establecidas en la zona con IC de 3.6; el grupo 4 es otro grupo frecuente (45 parcelas) en esta zona, es una mezcla de *Avicennia-Laguncularia* con prácticamente el mismo peso para los dos géneros con IVI de 37.67 y 30.30 respectivamente, con un IC de 12.7, el más alto de la zona y de toda el área de estudio debido a que presenta 12 géneros. Los grupos 2, 3 y 5 con predominancia de *Laguncularia* (72.2%), *Rhizophora* (68.67%) y la mezcla de *Laguncularia-Rhizophora* respectivamente son menos frecuentes con el 17% del total de parcelas establecidas, presentan IC de 8.8, 1.6 y 3.1 respectivamente. En resumen esta zona presenta la mayor participación de géneros en el área de estudio y las mayores alturas. Los IC se ven afectados por la cantidad de géneros participando del calculo; es importante recalcar que los IVI para los géneros del bosque seco presentes son muy bajos por lo que la importancia de la participación de estas géneros es menor.

Zona 5: Es la zona más cercana a la boca de Las Peñitas. En esta zona los géneros estrictos del manglar son los más comunes como *Laguncularia*, *Rhizophora*, *Avicennia* y algo de *Conocarpus*. El grupo mas frecuente es el 1 con IVI de 94.97% y con 99 parcelas equivalentes al 46% de las parcelas establecidas en la zona y con un IC de 5.09 participan tres géneros, la densidad es relativamente alta (202.4 arb/0.1 ha), área basal relativamente alta 1.07 m<sup>2</sup>/0.1 ha, y altura baja (7.8 m). El grupo 3 con predominancia de *Rhizophora* es el segundo más frecuente con IVI de 71.23% 78 parcelas presentan esta condición equivalente al 36% del total, con IC de 2.32 que es bajo debido a una relativamente baja área basal (0.73 m<sup>2</sup>/0.1 ha). Ambos grupos aportan el 82% del total de parcelas establecidas en la zona. Los grupos 2 y 5 tienen una muy baja participación

con 2 y 1 parcela respectivamente sin embargo el grupo 2 muestra un IC de 4.4 debido a que presenta una densidad de 255 arb/0.1 ha.

### 6.3.2.5 Variables ambientales por grupo

Se observan los promedios mínimas y máximas por zona y grupo de las variables ambientales objeto del presente estudio (Cuadro 13).

zona 1: El grupo 1 dominado por *Avicennia* presenta una distancia media al estero de 316 m, la salinidad del agua intersticial promedio (ppm) es 85.3 que también es la mayor para la zona tanto en su valor mínimo (64.2) como en su valor máximo (104.3). La moda del grado de compactación del sedimento es 6, que significa que este grupo crece en substratos bien consolidados.

Cuadro 13: Características de las variables ambientales por zona y por grupo de vegetación

ZON <sup>2</sup>	GRUP <sup>3</sup>	DIST MEDIA	AL MINIMA	ESTERO MAXIMA	SALI MEDIA	NI MINIMA	DAD MAXIMA	DIST MEDIA	A LA MINIMA	BOCA MAXIMA	SU MODA	E MINIMA	I.O MAXIMA
1	1	316.1	30	771	85.3	64.2	104.3	6869.3	5090	8863	FIRME	FANGOSO	FIRME
1	2	304.0	5	991	60.3	4.4	93.7	7788.8	5042	9212	FIRME	FANGOSO	FIRME
1	3	222.7	7	478	60.5	48.6	76.0	7966.0	5138	9168	SUAVE	SUAVE	FIRME
1	4	309.3	10	807	74.0	54.6	95.6	7181.5	5066	8902	FIRME	FANGOSO	FIRME
1	5	214.7	11	498	60.3	40.2	74.5	7794.4	5232	9104	SUAVE	FANGOSO	FIRME
2	1	330.6	0	625	82.3	50.9	130.0	10247.8	8808	11520	FIRME	FANGOSO	FIRME
2	2	214.2	5	680	48.8	4.8	100.5	9581.5	8762	11325	FIRME	FANGOSO	FIRME
2	3	302.2	25	946	52.1	32.6	99.4	10514.4	8932	11864	SUAVE	FANGOSO	FIRME
2	4	211.2	6	645	60.8	23.6	95.5	10175.7	8824	11544	FIRME	FANGOSO	FIRME
2	5	298.7	0	1006	46.3	5.6	88.2	10443.8	8946	11840	SUAVE	FANGOSO	FIRME
3	1	334.3	25	1126	75.5	1.3	114.7	4387.7	3627	5735	FIRME	FANGOSO	FIRME
3	2	646.5	9	1045	25.7	0.8	86.0	4753.7	3446	5782	FIRME	SUAVE	FIRME
3	3	207.6	4	626	45.9	0.8	74.0	3870.2	3422	5019	SUAVE	M. SUAVE	FIRME
3	4	592.2	24	1024	32.9	0.8	93.9	4405.1	3469	5805	FIRME	SUAVE	FIRME
3	5	276.1	5	746	52.0	1.2	76.6	4698.5	3993	5565	FIRME	SUAVE	FIRME
5	1	325.0	20	746	77.3	48.3	107.7	2008.2	646	3605	FIRME	FIRME	FIRME
5	2	235.0	225	245	51.5	49.4	53.5	3387.0	3375	3399	SUAVE	SUAVE	FIRME
5	3	144.9	5	485	49.5	26.2	67.4	1781.1	576	3114	FIRME	FANGOSO	FIRME
5	4	185.4	20	486	59.1	38.2	75.2	1938.2	664	3352	FIRME	FANGOSO	FIRME
5	5	26.0	26	26	47.7	47.7	47.7	2774.0	2774	2774	SUAVE	SUAVE	SUAVE

<sup>2</sup> Zona o estrato, en total son 4 zonas

<sup>3</sup> Grupos de vegetación, en total son 5 grupos de vegetación por zona

El grupo 2 dominado por *Laguncularia* muestra un amplio ámbito de distribución de la distancia al estero que va desde los 5 m hasta los 991 m en el interior del manglar, la salinidad es la más baja registrada (60.3 en promedio), es notorio que también se encuentra creciendo en una amplia gama de salinidades que van desde los 4.4 ppm hasta los 93.7 ppm, los substratos en los que se encuentra este grupo son en general firmes; sin embargo también crece en suelos fangosos e inundados de manera permanente.

El grupo 3 muestra la mas pequeña amplitud de distancias al estero que van desde los 7 m hasta los 478 m ; la salinidad en promedio es de 60.5 ppm con mínimas de 48.6 y máximas de 76 ppm, mas altas que las presentadas por el grupo 1; crece en substratos mayormente suaves inundados periódicamente por mareas; sin embargo, es de notar que el substrato más suave en que se le encuentra creciendo es más compacto que los presentados por los grupos 1 y 2.

El grupo 4, que es una mezcla de *Avicennia-Laguncularia*, presenta distancias al estero en promedio relativamente grandes; la salinidad es alta, en promedio 74 ppm, se distribuye en más de 4 km. y en substratos generalmente bien consolidados.

El grupo 5 tiene distancias al estero de 11 m, salinidad promedio de 60.3 y crece preferiblemente en substratos suaves

Zona 2: El grupo 1 (*Avicennia*) registra distancias al estero desde 0 a 625 m; las salinidades, en promedio, son las mayores de la zona. Crece en substratos bien consolidados.

En el grupo 2 (*Laguncularia*), las distancias al estero son igualmente altas, de 5 a 680 m, crece en salinidades entre 4.8 ppm hasta los 100.5 ppm y crece en substratos suaves inundados por mareas, pero igualmente va desde fangosos hasta firme compacto.

El grupo 3 muestra una amplia distribución con relación al estero, (de 25 m. hasta 946 m) lo cual es bastante interno en el manglar; se le encuentra creciendo en amplias salinidades que van desde los 32.6 ppm hasta los 99.4 ppm y crece en suelos que van desde fangosos hasta firmes.

El grupo 4 presenta el menor promedio de distancias al estero; amplia gama de salinidades que van desde los 23.6 ppm hasta 95.5 ppm, en substratos que van desde fangosos hasta firmes. El grupo 5 tiene el más amplio ámbito de ocurrencia dentro del manglar que va desde el borde del estero hasta más de un kilómetro adentro, debido a la presencia de canales en el interior, las salinidades van desde los 5.6 ppm hasta 88.2 ppm; el substrato en general es firme.

Zona 3: El grupo 1 se encuentra en promedio a 334 m en el interior del manglar hasta un máximo de 1,126 m; la salinidad promedio donde crece es de 75.5 ppm con límites entre 1.3 y 114.7 ppm; y crece sobre substratos consolidados.

El grupo 2, tiene una amplia distancia al estero que van desde 9 m hasta 1045 m; el promedio de salinidad es el más bajo de la zona con 25.7 ppm con límites entre 0.8 hasta 86 ppm. Crece mayormente sobre substratos consolidados; sin embargo, se le encuentra desde substratos fangosos hasta firmes compactos.

El grupo 3 presenta una pequeña distribución dentro del manglar de 4 a 626 m al interior, con salinidad media de 45.9 ppm, que oscila entre 0.8 y 74 ppm; se le encuentra creciendo mayormente en substratos suaves a veces inundados por mareas, aunque también se le encuentra en substratos muy suaves con o sin agua, hasta sitios bien consolidados.

El grupo 4 crece hasta 1000 m dentro del manglar, con salinidades de 0.8 hasta 93.9 ppm con media de 32.9 ppm; se le encuentra creciendo en substratos bien consolidados o suaves. El grupo 5 tiene bastante semejanza con el grupo 3 en relación a todas las variables.

Zona 5: El grupo 1 avanza hasta 700 m en el interior del manglar, crece en las salinidades más altas de la zona (en promedio 77.3 ppm), y se le encuentra totalmente creciendo sobre substratos firmes.

El grupo 2 tiene un muy pequeño ámbito de distancias al estero de apenas 20 m, la salinidad es también muy baja (de 49.4 a 53.5 ppm) y se le encuentra creciendo en substratos mayormente suaves.

El grupo 3 tiene una amplitud de distribución de distancias al estero de 480 m crece en salinidades moderadamente bajas en promedio 49.5, amplitud de distancia a la boca es de 2 km. y crece en substratos desde fangosos hasta firmes.

El grupo 4 se distribuye en una amplitud de 460 m hacia el interior del manglar con salinidad promedio de 59.1 ppm, en distancias a la boca con amplitud de 3 km. y crece en substratos desde fangosos hasta firmes.

#### 6.3.2.6 Efecto de las variables ambientales sobre las estructurales.

##### A) El análisis de correspondencia canónico para todo el bosque

En general los modelos donde se toman en consideración las interacciones entre las variables ambientales, presentan una mayor suma para los eigenvalues canónicos y también una mayor correlación entre géneros y ambiente para los primeros tres ejes, por lo que en este trabajo sólo se consideran los modelos con interacciones.

Según los resultados del análisis de correspondencia canónico, existe una alta correlación para el eje 1 y 2 de especies entre las variables estructurales y las ambientales a nivel de todo el bosque. La densidad presenta una correlación de 0.733-0.367, para el área basal es de 0.681-0.409 y para el IVI es de 0.678-0.325, la variable que en las tres matrices muestra la mayor correlación es la salinidad y las interacciones de esta con otras variables ambientales como suelo y distancia a la boca (Cuadros 17 al 19)



Cuadro 14: Análisis de correspondencia canónico para la densidad en el bosque

Matriz de correlación de pesos

\*\*\* Weighted correlation matrix (weight = sample total) \*\*\*

SPEC AX1	1.0000							
SPEC AX2	.0608	1.0000						
SPEC AX3	-.0277	-.0458	1.0000					
SPEC AX4	.0075	-.0433	-.0443	1.0000				
ENVI AX1	.7333	.0000	.0000	-.0001	1.0000			
ENVI AX2	.0000	.3673	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX3	.0000	.0000	.2832	.0000	.0000	.0000	1.0000	
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0906	.0000	.0000	.0000	1.0000
dest	.0594	-.2328	.1144	-.0078	.0810	-.6338	.0000	1.0000
sal	.5043	-.1715	-.1041	-.0015	.6876	-.4668	.4040	-.0855
suelo	.2410	-.0262	.0303	.0068	.3286	-.0713	-.3677	-.0160
dboca	-.3961	-.1725	.0288	.0232	-.5402	-.4698	.1070	.0754
des*sal	.1923	-.2875	.0176	.0072	.2623	-.7828	.1016	.2555
des*suel	.0857	-.2218	.1180	-.0131	.1169	-.6038	.4168	-.1446
sal*sal	.5477	-.1600	-.0556	.0084	.7468	-.4356	-.1962	.0939
sal*suel	.5161	-.1131	-.0646	.0034	.7038	-.3080	-.2283	.0387
sal*dboc	-.0808	-.2253	-.0209	.0125	-.1102	-.6135	-.0738	.1375
sue*suel	.2752	-.0261	.0309	.0067	.3752	-.0710	.1091	.0745
sue*dboc	-.2659	-.1363	.0350	.0245	-.3626	-.3711	.1235	.2700
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4
dest	1.0000							
sal	.0828	1.0000						
suelo	.0387	.1151	1.0000					
dboca	.1134	-.0200	-.1020	1.0000				
des*sal	.8767	.4646	.0657	.1153	1.0000			
des*suel	.8856	.1055	.3907	.0733	.7966	1.0000		
sal*sal	.1218	.9759	.1405	-.0142	.4779	.1465	1.0000	
sal*suel	.0751	.7677	.7031	-.1021	.3552	.3132	.7633	1.0000
sal*dboc	.1575	.4722	-.0660	.8391	.3339	.1244	.4645	.2650
sue*suel	.0724	.1309	.9843	-.1109	.0977	.4050	.1597	.7030
sue*dboc	.1187	.0048	.3916	.8522	.1258	.2579	.0227	.2376
	dest	sal	suelo	dboca	des*sal	des*suel	sal*sal	sal*suel
sal*dboc	1.0000							
sue*suel	-.0638	1.0000						
sue*dboc	.7217	.3750	1.0000					
	sal*dboc	sue*suel	sue*dboc					

Resumen de la ordenación

\*\*\*\* Summary \*\*\*\*

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	: .390	.074	.040	.003	4.213
Species-environment correlations	: .733	.367	.283	.091	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 9.2	11.0	11.9	12.0	
of species-environment relation:	76.9	91.5	99.3	99.9	
Sum of all unconstrained eigenvalues					4.213
Sum of all canonical eigenvalues					.507

Cuadro 15: Análisis de correspondencia canónico para el área basal en todo el bosque

Matriz de correlación de pesos

\*\*\*\* Weighted correlation matrix (weight = sample total) \*\*\*\*

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	-.0657	1.0000							
SPEC AX3	.0106	.1620	1.0000						
SPEC AX4	.0058	-.0660	-.0881	1.0000					
ENVI AX1	.6806	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.4092	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.2736	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.1065	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.0212	.2652	.0147	-.0200	.0312	.6481	.0536	.0000	1.0000
sal	.5460	-.0573	-.1198	-.0032	.8023	-.1400	-.4379	-.0303	-.1874
suelo	.1884	.1348	-.0095	.0021	.2769	.3293	-.0348	.0193	-.0303
dboca	-.2911	.1608	-.1330	.0388	-.4277	.3929	-.4860	.3639	-.0341
des*sal	.2691	.1394	-.1093	-.0036	.3955	.3406	-.3995	-.0341	-.2725
des*suel	.0481	.2952	.0107	-.0290	.0707	.7214	.0391	-.2725	.0789
sal*sal	.5964	.0080	-.0791	.0084	.8763	.0196	-.2892	.0789	.0032
sal*suel	.5262	.0052	-.0860	.0004	.7732	.0128	-.3143	.0032	.2366
sal*dboc	-.0815	.1016	-.1593	.0252	.1198	.2484	-.5824	.2366	.0006
sue*suel	.2000	.1398	-.0108	.0001	.2939	.3416	-.0396	.0006	.3352
sue*dboc	-.1989	.1859	-.1121	.0357	-.2922	.4543	-.4097	.3352	
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	
dest	1.0000								
sal	-.1153	1.0000							
suelo	.1186	.0363	1.0000						
dboca	.0731	-.0146	-.1333	1.0000					
des*sal	.7581	.4533	.0973	.0978	1.0000				
des*suel	.9060	-.1166	.4141	.0156	.6658	1.0000			
sal*sal	-.0353	.9641	.0953	-.0332	.4680	-.0216	1.0000		
sal*suel	-.0298	.7879	.6239	-.1136	.4016	.1457	.7858	1.0000	
sal*dboc	.0236	.5436	-.1235	.7958	.3345	-.0246	.5179	.3183	
sue*suel	.1380	.0419	.9835	-.1474	.1151	.4252	.1048	.6169	
sue*dboc	.1173	-.0226	.4195	.8125	.1314	.2325	-.0112	.2235	
	dest	sal	suelo	dboca	des*sal	des*suel	sal*sal	sal*suel	
sal*dboc	1.0000								
sue*suel	-.1302	1.0000							
sue*dboc	.6304	.3978	1.0000						
	sal*dboc	sue*suel	sue*dboc						

Resumen de la ordenación

\*\*\*\* Summary \*\*\*\*

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	: .296	.076	.040	.005	3.887
Species-environment correlations	: .681	.409	.274	.107	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 7.6	9.6	10.6	10.7	
of species-environment relation:	70.9	89.1	98.7	99.9	
Sum of all unconstrained eigenvalues					3.887
Sum of all canonical eigenvalues					.417

Cuadro 16: Análisis de correspondencia canónico para el IVI en todo el bosque

Matriz de correlación de pesos

\*\*\*\* Weighted correlation matrix (weight = sample total) \*\*\*\*

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	-.0488	1.0000							
SPEC AX3	.0224	.0591	1.0000						
SPEC AX4	.0031	-.0611	-.0762	1.0000					
ENVI AX1	.6783	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.3248	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.2565	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0787	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.0806	.1931	.0165	-.0188	.1188	.5945	.0642	.0000	1.0000
sal	.5170	-.0470	-.1316	.0008	.7622	-.1448	-.5128	-.2389	-.0094
suelo	.2376	.0895	-.0212	-.0100	.3503	.2755	-.0827	-.1275	-.3743
dboca	-.3127	.1582	-.1328	.0294	-.4611	.4871	-.5176	-.1394	.3743
des*sal	.2864	.0900	-.1030	-.0110	.4222	.2770	-.4015	-.3519	-.1214
des*suel	.1151	.2140	.0108	-.0277	.1696	.6590	.0422	-.3763	.1214
sal*sal	.5748	-.0006	-.0965	.0096	.8473	-.0018	-.3763	-.0351	-.3085
sal*suel	.5221	-.0015	-.0992	-.0027	.7698	-.0047	-.3865	-.3085	-.2856
sal*dboc	.0221	.1071	-.1658	.0243	.0326	.3298	-.6461	.3085	.2856
sue*dboc	-.1888	.1737	-.1199	.0225	-.2783	.5348	-.4675	.2856	.2856
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	
dest	1.0000								
sal	-.0887	1.0000							
suelo	.1066	.0877	1.0000						
dboca	.0774	-.0304	-.1977	1.0000					
des*sal	.7761	.4621	.1098	.0712	1.0000				
des*suel	.8965	-.0724	.4232	.0024	.6930	1.0000			
sal*sal	-.0078	.9655	.1363	-.0533	.4802	.0180	1.0000		
sal*suel	-.0111	.7823	.6678	-.1665	.3974	.1910	.7786	1.0000	
sal*dboc	.0259	.5042	-.1536	.8131	.2961	-.0318	.4706	.2486	1.0000
sue*dboc	.1242	-.0097	.3940	.7909	.1181	.2445	-.0035	.2197	.2197
	dest	sal	suelo	dboca	des*sal	des*suel	sal*sal	sal*suel	
sal*dboc	1.0000								
sue*dboc	.6415	1.0000							
	sal*dboc	sue*dboc							

Resumen de la ordenación

\*\*\*\* Summary \*\*\*\*

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues	: .341	.061	.039	.004	4.747
Species-environment correlations	: .678	.325	.257	.079	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 7.2	8.5	9.3	9.4	
of species-environment relation:	76.6	90.2	99.0	99.9	
Sum of all unconstrained eigenvalues					4.747
Sum of all canonical eigenvalues					.446

## B) El Análisis de correspondencia canónico por grupo

### \* Resultados para el grupo 1

Para el IVI la correlación entre las variables ambientales y las estructurales son de 0.320 y 0.278 para el eje 1 y 2 respectivamente. La variable ambiental que más se correlaciona y explica el IVI de los géneros es la salinidad con -0.2334 seguida por la interacción distancia al estero-suelo con 0.1520.

La correlación entre las variables ambientales y el área basal es de 0.455 y 0.303 para los ejes 1 y 2. La salinidad es la variable ambiental mas correlacionada con esta variable -0.2418 seguida por la distancia a la boca 0.1751 aunque algunas interacciones se encuentran cercanas a este último valor.

La correlación entre las variables ambientales y la densidad es de 0.307 y 0.225 para el eje 1 y 2. La interacción salinidad-suelo tiene la mayor correlación, -0.2001, seguida por la salinidad con -0.1744 (anexo 2).

### \* Resultados para el grupo 2

Para el IVI la correlación entre las variables ambientales y las estructurales son de 0.635 y 0.431 para el eje 1 y 2. La salinidad tiene la mayor correlación -0.3912 seguido por la interacción distancia al estero-suelo 0.3883 y la salinidad-distancia a la boca -0.3829.

El área basal tiene una correlación con las variables ambientales estudiadas de 0.751 y 0.533. La variable ambiental que mejor correlación presentó fue la salinidad con -0.5160 y la interacción salinidad-distancia a la boca con -0.5093. El resto de variables e interacciones tuvo valores cercanos a estos.

La densidad tuvo una correlación con las variables ambientales de 0.577 y 0.5 para el eje 1 y 2. La variable que mejor correlación presentó fue la salinidad en el eje 2 con -0.3571 seguida por la interacción distancia al estero-salinidad con -0.3228 (anexo 3).

\* Resultados para el grupo 3

La correlación del IVI con las variables ambientales para este grupo es de 0.854 y 0.507 para el eje 1 y 2. La salinidad fue la variable que mejor correlacionó con -0.4913 seguida por la distancia a la boca en el eje 2 con -0.4734 y las interacciones salinidad-distancia a la boca y suelo-distancia a la boca con -0.4061 y -0.4566 respectivamente.

La correlación entre las variables ambientales y el área basal es de 0.889 y 0.609 para el eje 1 y 2. Las variables que mejor correlacionaron con el área basal son la salinidad con -0.5355 y la distancia a la boca con 0.5736 seguidas por las interacciones suelo-distancia a la boca con 0.5720 y salinidad-distancia a la boca con 0.4819.

La correlación entre la densidad y las variables ambientales es de 0.658 y 0.536 para el eje 1 y 2. La variable que mayor correlacionó con la densidad es la distancia a la boca con -0.4946, la interacción suelo-distancia a la boca y salinidad-distancia a la boca con -0.4456 y -0.4254 (anexo 4).

\* Resultados para el grupo 4

La correlación entre las variables ambientales y el IVI fue de 0.859 y 0.401 para el eje 1 y 2. La variable que mejor correlacionó fue la distancia al estero con 0.6226 seguida por la salinidad con -0.5998 y la interacción distancia al estero-suelo con 0.6077 además la salinidad correlacionó en forma de interacción con otras variables ambientales.

El área basal presentó una correlación de 0.842 y 0.359 para el eje 1 y 2 con las variables ambientales. La distancia al estero fue la mayor correlación con -0.6165 seguida por la interacción distancia al estero-suelo con 0.5970 y la salinidad con -0.5712.

La densidad tiene una correlación con las variables ambientales de 0.737 y 0.427. La variable que mejor correlacionó fue la salinidad con -0.4021 seguida por la distancia al estero con 0.3711 y la interacción distancia al estero-suelo con 0.3649 (anexo 5).

\* Resultados para el grupo 5

En el grupo 5 la correlación entre el IVI y las variables ambientales es de 0.503 y 0.367 para el eje 1 y 2. La distancia al estero fue la que presentó mayor correlación con -0.2925, seguida por la interacción distancia al estero-salinidad con -0.2549 y distancia a la boca con -0.2545.

La correlación entre el área basal y las variables ambientales es de 0.467 y 0.488. La distancia al estero fue la variable que mejor correlacionó con -0.3372, seguido por la salinidad con 0.3035 y la interacción distancia al estero-suelo con -0.2991.

La correlación entre la densidad y las variables ambientales es de 0.566 y 0.456. La distancia a la boca fue la variable que mejor correlacionó con -0.4956 seguido por la interacción suelo-distancia a la boca con -0.3189 y la distancia al estero con -0.3035 (anexo 6).

B) Correlación por grupo

Según los resultados de las correlaciones (Cuadro 17) se observa que cuando se analiza el efecto de las variables ambientales sobre la estructura tomando la vegetación presente dentro de cada grupo y zona en particular en general el efectos del ambiente es menor. Esto puede deberse a que los ámbitos de variación tanto para las variables estructurales como para las ambientales son pequeños y con fluctuaciones muy locales que no permiten detectar tendencias definidas

Cuadro 17: Resumen de las correlaciones entre las variables estructurales de la vegetación y las variables ambientales por zona y para cada grupo

ZONA	GRUPO	VARIABLES DE ESTRUCTURA	DISTANCIA AL ESTERO	SALINIDAD	SUELO	DISTANCIA A LA BOCA
1	1	ALTURA TOTAL	NS	NS	NS	NS
1		DIÁMETRO	NS	NS	*	*
1		ÁREA BASAL	NS	NS	NS	NS
1		DENSIDAD	**	NS	*	**
1	2	ALTURA TOTAL	NS	**	**	**
1		DIÁMETRO	NS	**	**	**
1		ÁREA BASAL	NS	**	*	*
1		DENSIDAD	**	NS	NS	NS
1	3	ALTURA TOTAL	NS	NS	NS	NS
1		DIÁMETRO	NS	NS	NS	NS
1		ÁREA BASAL	NS	NS	NS	NS
1		DENSIDAD	NS	NS	NS	NS
1	4	ALTURA TOTAL	NS	NS	NS	NS
1		DIÁMETRO	NS	NS	NS	NS
1		ÁREA BASAL	NS	NS	NS	NS
1		DENSIDAD	NS	NS	NS	NS
1	5	ALTURA TOTAL	NS	NS	NS	NS
1		DIÁMETRO	NS	NS	NS	NS
1		ÁREA BASAL	NS	NS	NS	NS
1		DENSIDAD	NS	NS	NS	NS
2	1	ALTURA TOTAL	NS	*	**	NS
2		DIÁMETRO	NS	NS	NS	NS
2		ÁREA BASAL	NS	NS	NS	NS
2		DENSIDAD	**	*	NS	**
2	2	ALTURA TOTAL	**	**	**	NS
2		DIÁMETRO	**	NS	*	NS
2		ÁREA BASAL	NS	*	NS	NS
2		DENSIDAD	*	**	NS	*
2	3	ALTURA TOTAL	*	NS	**	NS
2		DIÁMETRO	NS	NS	NS	NS
2		ÁREA BASAL	NS	NS	NS	NS
2		DENSIDAD	**	NS	**	**
2	4	ALTURA TOTAL	NS	*	NS	NS
2		DIÁMETRO	NS	NS	NS	NS
2		ÁREA BASAL	*	NS	NS	*
2		DENSIDAD	*	NS	**	NS

(continua)

Cuadro 17. Continuación

2	5	ALTURA TOTAL	NS	*	NS	*
2		DIÁMETRO	NS	NS	NS	NS
2		ÁREA BASAL	NS	NS	NS	**
2		DENSIDAD	NS	NS	NS	NS
3	1	ALTURA TOTAL	**	**	NS	**
3		DIÁMETRO	NS	**	NS	**
3		ÁREA BASAL	NS	NS	NS	**
3		DENSIDAD	NS	**	**	**
3	2	ALTURA TOTAL	NS	NS	NS	NS
3		DIÁMETRO	**	NS	NS	NS
3		ÁREA BASAL	NS	NS	NS	NS
3		DENSIDAD	**	NS	NS	NS
3	3	ALTURA TOTAL	NS	NS	NS	NS
3		DIÁMETRO	NS	NS	NS	NS
3		ÁREA BASAL	NS	NS	NS	NS
3		DENSIDAD	NS	NS	NS	NS
3	4	ALTURA TOTAL	NS	**	NS	NS
3		DIÁMETRO	NS	*	NS	*
3		ÁREA BASAL	NS	NS	NS	NS
3		DENSIDAD	**	**	NS	**
3	5	ALTURA TOTAL	NS	NS	NS	NS
3		DIÁMETRO	NS	NS	NS	NS
3		ÁREA BASAL	NS	NS	NS	NS
3		DENSIDAD	NS	NS	NS	NS
5	1	ALTURA TOTAL	*	**	-	NS
5		DIÁMETRO	NS	**	-	**
5		ÁREA BASAL	NS	*	-	NS
5		DENSIDAD	NS	NS	-	NS
5	2	ALTURA TOTAL	-	-	-	-
5		DIÁMETRO	-	-	-	-
5		ÁREA BASAL	-	-	-	-
5		DENSIDAD	-	-	-	-
5	3	ALTURA TOTAL	NS	NS	NS	NS
5		DIÁMETRO	NS	NS	NS	NS
5		ÁREA BASAL	NS	*	**	NS
5		DENSIDAD	NS	**	NS	NS
5	4	ALTURA TOTAL	NS	NS	NS	NS
5		DIÁMETRO	NS	*	NS	NS
5		ÁREA BASAL	NS	NS	NS	NS
5		DENSIDAD	NS	NS	NS	NS
5	5	ALTURA TOTAL	-	-	-	-
5		DIÁMETRO	-	-	-	-
5		ÁREA BASAL	-	-	-	-
5		DENSIDAD	-	-	-	-



Zona 1

En el grupo 1 el diámetro está afectado de manera significativa por el suelo y la distancia a la boca y la densidad está afectada por la distancia al estero, suelo y distancia a la boca

En el grupo 2 la altura total, el dap y el área basal están afectados por la salinidad suelo y distancia a la boca, la densidad solo está afectada por la distancia al estero.

Zona 2

En el grupo 1 la altura está afectada por la salinidad y el suelo, la densidad por la distancia al estero, la salinidad y el suelo.

En el grupo 2 la altura está afectada por la distancia al estero la salinidad y el suelo, el diámetro por la distancia al estero y el suelo, el área basal solo por la salinidad y la densidad por la distancia al estero y la salinidad

En el grupo 3 la altura es afectada por la distancia al estero y el suelo, la densidad por la distancia al estero, el suelo y la distancia al boca.

En el grupo 4 la altura es afectada por la salinidad, el área basal por la distancia al estero y la distancia a la boca y la densidad por la distancia al estero y el suelo.

En el grupo 5 la altura es afectada por la salinidad y la distancia a la boca, el área basal solo por la distancia a la boca.

Zona 3

En el grupo 1 la altura total todas las variables están afectadas de manera altamente significativas por la distancia a la boca. La altura además está afectada por la distancia al estero y la salinidad, la densidad por salinidad y suelo, el resto no muestra significancia estadística.

En el grupo 4 la altura total es afectada solo por la salinidad, el diámetro por la salinidad y la distancia a la boca, densidad por la distancia al estero y la salinidad, el resto no muestra significancia estadística.

### Zona 5

En el grupo 1 la altura es afectada por la distancia al estero y la salinidad, el dap por la salinidad y la distancia a la boca, el área basal solo por la salinidad, el resto no muestra significancia estadística.

En el grupo 3 el área basal está afectada por la salinidad y el suelo, la densidad solo por la salinidad

En el grupo 4 el diámetro está afectado por la salinidad, en el resto de grupos son no significativos.

#### 6.3.2.7 Comparación de las variables estructurales de la vegetación por grupo y zona

Al comparar por grupo de vegetación y zona las variables estructurales altura total, dap medio, área basal total por parcela y densidad por parcela se observa que existe diferencia altamente significativa entre zonas para los grupos del 1 al 4; sin embargo, existen diferencias estadísticamente no significativas entre las alturas totales del grupo 5 en las distintas zonas. El diámetro medio también muestra diferencias altamente significativas con excepción del grupo 5 muestra solo diferencias significativas. El área basal muestra bastante homogeneidad para las diferentes zona pues en todas el ANDEVAM muestra diferencias estadísticamente no significativas. Solo los grupos 3 de las diferentes zonas muestran diferencias altamente significativas o sea una o varias zonas son diferente al resto. La densidad mostró diferencias altamente significativas en todos los grupos en las diferentes zonas. (Cuadro 18)

Cuadro 18: Significancia de las diferencias entre zonas de las las variables estructurales para los grupos de vegetación en el bosque a través de análisis de varianza multivariado (ANDEVAM)

ESTRUCTURA/GRUPO	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5
ALTOTAL	**	**	**	**	NS
DAP MEDIO	**	**	**	**	*
A. BASAL	NS	NS	**	NS	NS
DENSIDAD	**	**	**	**	**

\*\* diferencias estadísticas altamente significativas

\* diferencias estadísticas significativas

NS diferencias estadísticas no significativas

#### 6.3.2.8 Comparación del IVI por género para cada una de las zonas, grupos y zona×grupo.

Los IVI de 7 de los géneros por zona, presentan diferencias altamente significativas (1,2,3,5,6,12,13), tres presentan diferencias significativas (4,7,9); el resto son no significativos

En general la tabla 19 muestra los resultados del análisis de varianza, el cual muestra que existen diferencias altamente significativas en los IVI de los géneros por zona, grupo y zona-grupo, solo los géneros Pisonia, Guazuma, Gliricidia y Ceiba no muestran diferencias estadísticamente significativa, (Cuadro 19).

Cuadro 19: Comparación, mediante análisis de varianza, de los IVI de los género por zona, grupo y zona×grupo.

GÉNEROS	ZONA	GRUPO	ZONA-GRUPO
LAGUNCULARIA	**	**	**
AVICENNIA	**	**	**
RHIZOPHORA	**	**	**
CONOCARPUS	*	**	**
COCCOLOBA	**	**	**
ANNONA	**	**	**
CRATAEVA	*	**	**
PISONIA	NS	NS	NS
GYROCARPUS	*	*	**
GUAZUMA	NS	NS	NS
GLIRICIDIA	NS	NS	NS
FICUS	**	*	**
CEIBA	NS	NS	**

\*\* diferencias estadísticas altamente significativas

\* diferencias estadísticas significativas

NS diferencias estadísticas no significativas

#### 6.3.2.9 Comparación del IVI de cada uno de los géneros por grupo y zona.

El grupo 1 dominado principalmente por el género 2 (*Avicennia*) presenta solo diferencias significativas en las cuatro zonas lo que indica que aunque hay diferencias en IVI sin embargo son relativamente homogéneas si se compara con el género 1 (*Laguncularia*) y 3 (*Rhizophora*) que si presentan marcada diferencia en IVI en cada una de las cuatro zonas.

El grupo 2 dominado principalmente por el género 1 (*Laguncularia*) presenta diferencias altamente significativas en el IVI de las diferentes zonas igual *Rhizophora* y el resto de especies del bosque seco, sin embargo el género 2 (*Avicennia*) no presenta diferencias significativas en las diferentes zonas, este género continua presentando uniformidad o poca variación en su estructura tanto en área basal como en densidad, diferencias no significativas son indicadas también para el género 4 (*Conocarpus*) y la especie 6 de bosque seco.

El grupo 3 formado principalmente por *Rhizophora* presenta diferencias no significativas en IVI (género 3) en las 4 zonas sin embargo los individuos de *Avicennia* y *Laguncularia* que se

encuentran en mezcla con el grupo de *Rhizophora* presenta una variación altamente significativa los géneros 5 y 6 de bosque seco muestran diferencias altamente significativas.

El grupo 4 formado por cierta dominancia de *Avicennia* pero con mezclas en grado de *Laguncularia* principalmente y de *Rhizophora* presentan totalmente diferencias significativas que demuestra que en estos grupos de mezcla los géneros que los componen son significativamente heterogéneos.

El grupo 5 formado por una mezcla de pesos semejantes de *Laguncularia* y *Rhizophora* y pocos individuos de *Avicennia* presenta altas diferencias en los géneros dominantes en las cuatro zonas y ninguna diferencia significativa con *Avicennia*, el género menos frecuente y mas homogéneo, (ver Cuadro 20 y anexo 6).

Cuadro 20: Resumen de la comparación a través del análisis de varianza (ANDEVA) de los IVI de todos los géneros presentes en cada grupo por zona.

GÉNEROS	GRUPO 1/ZONA	GRUPO 2/ZONA	GRUPO 3/ZONA	GRUPO4/ZONA	GRUPO 5/ZONA
LAGUNCULARIA	**	**	**	**	**
AVICENNIA	*	NS	**	**	NS
RHIZOPHORA	**	**	NS	**	**
CONOCARPUS	-	NS	-	**	-
COCCOLOBA	-	**	**	**	-
ANNONA	-	NS	**	**	-
CRATAEVA	NS	**	-	**	-
PISONIA	-	-	-	NS	-
GYROCARPUS	-	-	-	*	-
GUAZUMA	-	-	-	NS	-
GLIRICIDIA	-	-	-	NS	-
FICUS	-	**	**	**	-
CEIBA	-	**	-	-	-

\*\* diferencias estadísticas altamente significativas

\* diferencias estadísticas significativas

NS diferencias estadísticas no significativas

- Pocos o ningún individuo por lo que no fue posible realizar el ANDEVA

## 7. DISCUSIÓN

### 7.1 Composición florística

En el manglar se encontraron 13 géneros arbóreos de los cuales tres son de la vegetación nuclear, *Laguncularia*, *Avicennia* y *Rhizophora*, uno de la vegetación marginal, el *Conocarpus* y nueve de la vegetación marginal facultativa, que corresponden al bosque seco.

El análisis del bosque muestra que *Avicennia* es el género más abundante (Cuadro 9) y estructuralmente más uniforme que *Laguncularia* y *Rhizophora* (Cuadro 8), *Laguncularia* es el segundo género con más densidad en el bosque. *Avicennia* se presenta con mucha frecuencia en el manglar formando rodales puros; en cambio *Laguncularia* y *Rhizophora* mayormente se les encuentra en mezclas. *Rhizophora* es el género de la vegetación nuclear menos abundante. Es además evidente que *Avicennia* en mezclas con *Laguncularia* y/o *Rhizophora* forma otro grupo abundante en este manglar (Cuadro 9). Los géneros de bosque seco tienen relativamente poca frecuencia, solo encontrándose presente en aquellas áreas donde la salinidad es baja, cercana a cero ppm. A veces, en estas áreas se encuentran zonas de mezclas de géneros del manglar y/o géneros del bosque seco de tierra dulce con el helecho *Achrostichum*.

Pese a la presencia de 13 géneros en el manglar solamente se identificaron, mediante el análisis de conglomerados, cinco grupos principales relacionados con los tres géneros de la vegetación nuclear del manglar, *Laguncularia*, *Avicennia* y *Rhizophora*. Estos cinco tipos son en sí grados de mezclas florísticas.

La densidad de *Avicennia* disminuye desde la zona 5 hasta la zona 2 o sea a medida se aleja de la boca de las Peñitas. *Laguncularia* muestra un patrón diferente: la densidad aumenta desde la zona 5 hasta la zona 1, disminuyendo un poco en la zona 2 (Figura 4).

### 7.2 Estructura

En general el manglar de Las Peñitas mostró, como característica sobresaliente, una notable pobreza de desarrollo estructural (Cuadros 11 y 12), esto demuestra que este manglar vive en condiciones de stress, donde los tensores de la huella energética son muy predominantes.

Para toda el área del bosque la densidad media es de 1417 arb/ha, con un área basal media de 9.34 m<sup>2</sup>/ha, este valor es bajo si lo comparamos con otros manglares que reciben mayor aporte de agua dulce. Los diámetros mayores de 12.5 cm son poco abundantes. La distribución por clase diamétrica muestra una fuerte pendiente hacia la categoría de los 12.5 cm, de J invertida típica de los bosques disetaneos.

Las mayores alturas las muestra la zona 3 y las menores alturas la zona 5, cercana a las Peñitas. Esto puede deberse Las mayores densidades se presentan en la zona 1 y en la zona 5, esto hace indicar que es posible que en esta última zona la densidad sea alta debido a que se encuentra en las primeras etapas de la sucesión debido a aprovechamientos por los pobladores de Las Peñitas.

Este manglar se desarrolla en una zona de vida de bosque tropical seco, con temperaturas altas y poco variables durante casi todo el año y una alta evapotranspiración, que crea las condiciones óptimas para la concentración de la sal a niveles extremadamente altos. La influencia del clima en la estructura y composición florística de los manglares ha sido previamente mencionada por Smith (1992), Jiménez y Soto (1985), Jiménez (1981), Pool *et al* (1977) y otros, en general coinciden que en zonas áridas la estructura es pobre y se observa por los diámetros y alturas relativamente pequeños; en cuanto a la altura se refiere en climas secos esta decrece conforme aumenta la distancia a los canales.

El comportamiento de las alturas y diámetros por transecto en este manglar es ondulante, a medida que aumenta la distancia al canal esta tiende a aumentar y a disminuir armónicamente (figuras 5,6,7). Este patrón no definido de la altura y el diámetro es parecido al patrón de comportamiento de la altura en sitios húmedos reportado por Jiménez y Soto (1985) para manglares de Costa Rica. En general en sitios áridos las alturas y diámetros deberían presentar una disminución paulatina sin embargo, esto no sucede con los diámetros y alturas de este manglar.

Cuando se analiza la altura por zona y grupo como muestra el Cuadro 10, el grupo 3 dominado por *Rhizophora* es el grupo que en promedio muestra las mayores alturas en las cuatro zonas. Las mayores áreas basales las presentan los grupos 1 y 4 dominados por *Avicennia*, salvo en la zona 3 cuya mayor área basal la ocupa el grupo 2 dominado por *Laguncularia*; sin embargo, este grupo



no tiene mucha presencia en esta zona que está dominada casi exclusivamente por el grupo 1. Las mayores densidades las presenta el grupo 2 dominado por *Laguncularia* salvo en la zona 3 donde la mayor densidad es para el grupo 1 (*Avicennia*). En general, las menores densidades y áreas basales las presenta el grupo 3 dominado por *Rhizophora*, no así la altura.

En mayor o menor medida todos los grupos están representados en todas las zonas, sin embargo en cada zona existe abundancia de determinados grupos. La zona 1 está ocupada en un 46% por el grupo 2 dominado por *Laguncularia*, este grupo se encuentra creciendo entre los canales El Posol y Las Cañas (figura 2), sin embargo en esta misma zona también se encuentra presencia del grupo 1 (25%) y el grupo 4 (20%). La zona 2 la más lejana a la boca de Las Peñitas, está dominada en un 32% por el grupo 1 (*Avicennia*), 21% por el grupo 3 (*Rhizophora*), 17% por el grupo 2 (*Laguncularia*), 17% por el grupo 4 y 13% por el grupo 5. Esta zona esta caracterizada por presentar mezclas de todos los grupos, el grupo 5 se encuentra casi exclusivamente en esta zona. La zona 3 está mayormente ocupada por individuos clasificados en el grupo 1 (64%), 19% por el grupo 4 que es igualmente mezclas de *Avicennia*, que juntos totalizan el 83% del total de grupos de la zona, el 17 % restante se reparte entre el grupo 2 y 3. La zona 5, esta ocupada en un 46% por el grupo 1 y 36% por el grupo 3 dominado por *Rhizophora*, que juntos forman el 82% del total del grupo, 17% por el grupo 4 que es una mezcla de *Avicennia*. En resumen, los géneros con más presencia en la zona 5 son *Avicennia* y *Rhizophora*.

Al relacionar la estructura (altura, área basal, diámetro y densidad) cada una de las 1230 parcelas estudiadas con respecto a las variables ambientales, la salinidad es la que muestra mas relación con la estructura (Cuadros 14 al 17). La distancia a la boca por el contrario solo muestra correlación altamente significativa con la altura, que a su vez no mostró un patrón definido con relación a la distancia al estero. El grado de compactación del sedimento fue otra variable muy relacionada con la estructura de la vegetación; solo el diámetro resultó no ser afectado de manera significativa.

Al realizar el mismo análisis pero separado, por grupo y zona respectivamente, es notable que las variables ambientales afectan de manera diferente la estructura de la vegetación en dependencia del grupo por citar un ejemplo, en el cuadro 17 se observa en el grupo 1 de la zona 1 que el

diámetro está significativamente afectado por el suelo y distancia a la boca aunque cuando se considera todo el bosque estas variables no muestran correlación significativa. Lo mismo sucede con la densidad de este grupo que muestra una relación altamente significativa con el substrato y la distancia a la boca que de manera global no son significativas. La sensibilidad estructural de los grupos con respecto a las variables ambientales varía en dependencia de la zona.

Es importante señalar que la varianza provenientes del análisis de correspondencia canónico de los datos de los géneros explicada por las variables ambientales aumenta significativamente cuando se toman en cuenta las interacciones entre las variables, (anexo 2 al 6)

El diagrama resultante del análisis de correspondencia canónico muestra que los grupos 1 y 3 presentan una gran cercanía entre sus géneros y sitios tanto para el área basal, IVI y densidad, en cambio los restantes grupos muestran más distancia (anexo 2 y 4), esto indica que existe cierta semejanza estructural en estos dos grupos; sin embargo, el grupo 1 muestra sitios más cercanos entre sí posiblemente porque la composición de géneros y la estructura en el grupo 1 es casi homogénea, digamos puede estar compuesta del género *Avicennia* y con árboles relativamente parecidos en grosor y con número de individuos más o menos bien distribuidos, algo semejante puede estar ocurriendo en el grupo 3 sin embargo, se pueden diferenciar dos grupos claramente separados. Al estudiarlo se observa que la diferencia básicamente se debe a la ocurrencia de *Laguncularia* por un lado y *Rhizophora* y *Avicennia* por otro; esto muestra que este grupo es un grupo muy mezclado, y que la presencia de *Laguncularia* es tan fuerte que tiende a formar otro grupo dentro del grupo, bastante bien definido.

### 7.3 Relación variables ambientales-manglar

Al comparar las variables estructurales de la vegetación en las cuatro zonas se determinó que existen diferencias altamente significativas tanto en altura, diámetro medio, área basal y densidad. Solo el área basal fue la variable que en general no mostró marcadas diferencias significativas en cada uno de los grupos (Cuadro 18), al comparar grupos semejantes en cada zona; sin embargo, existen diferencias significativas al comparar entre grupos diferentes, digamos el grupo 1 y el 3. puesto que *Avicennia* presenta las mayores áreas basales, *Rhizophora* las mayores alturas y *Laguncularia* en general las mayores densidades. El índice de valor de

importancia por género también señala diferencias altamente significativas (Cuadro 19) lo que indica que la importancia de los géneros por zona y grupo varia mucho.

El bosque presenta una alta correlación entre las variables ambientales y la estructura de la vegetación que oscila entre 0.6 y 0.7. La densidad, el área basal y el IVI muestran una mayor correlación con la salinidad y con la interacción salinidad-suelo (Cuadros 14, 15 y 16). La densidad en la zona 5 tiende a aumentar a medida se aleja del canal, simultáneamente la salinidad aumenta drásticamente. En la zona 3 ocurre lo contrario la densidad disminuye a medida aumenta la salinidad (Figuras 6 y 7). En general en todas las zonas estudiadas presentaron ciertas tendencias a aumentar o disminuir a medida la salinidad aumenta (Figura 5, 6 y 7). *Laguncularia* fue el género que en general se presenta en los sitios de menor salinidad junto con *Rhizophora*, *Avicennia* se ubica en los sitios con altas salinidades.

## 8. CONCLUSIONES

1. Existen diferencias significativas en los valores de importancia de los géneros en las cuatro zonas debido a diferencias en densidad y área basal principalmente.
2. La clasificación de los sitios a través del análisis de conglomerados, en base a la composición del IVI por parcela para cada género produjo cinco grupos florísticos, tres puros y dos mezclas.
3. Existen diferencias estructurales altamente significativas entre los cinco conglomerados en las cuatro zonas, en relación con la altura, diámetro medio por parcelas y la densidad media por parcela, sin embargo con respecto al área basal no hay diferencias significativas entre los grupos exceptuando al grupo 3 que si presenta diferencias altamente significativas.
4. El comportamiento de las alturas y diámetros en este bosque a medida se aleja del canal tienen una tendencia inversamente proporcional con la salinidad.
5. La salinidad y las interacciones de la salinidad con el suelo, son las variables que mas afectan la estructura del manglar, las cuales deberían ser tomadas en cuenta para clasificar el terreno y la vejtación.
6. En general la estructura y la composición florística en este manglar es pobre.
7. La presencia de géneros del bosque seco de tierra dulce es muy baja y dispersa, ubicándose en puntos discretos del bosque.
8. *Avicennia* es el género más frecuente en la zona presentando el 39% de las parcelas en forma pura o casi pura y 18% con mezclas con otros géneros pero con una relativa predominancia de *Avicennia*. La estructura es menos variable y más uniformemente distribuida en el área. *Laguncularia* se presenta en el 20% de las parcelas del estudio en forma pura o casi pura es el género que posee la mayor variación en IVI en el área y está concentrada en sitios determinados del bosque principalmente en la zona 1 que muestra el 61% del total de frecuencias del grupo 2. *Rhizophora* solo se presenta en el 16% de la frecuencia total y en

general presenta la menor variación en IVI de los tres géneros. Las mezclas en grado semejante de *Laguncularia* y *Rhizophora* solo se presentó en el 6% concentrándose casi exclusivamente en la zona 2

9. *Rhizophora* es el género que en promedio muestra las mayores alturas en las cuatro zonas, mientras que las mayores áreas basales las presentan los grupos 1 y 4 dominados por *Avicennia*. Las mayores densidades las presenta el grupo 2 dominado por *Laguncularia* salvo en la zona 3 donde la mayor densidad es para el grupo 1 (*Avicennia*).
10. La sensibilidad de la relación entre la estructura y las variables ambientales varía en dependencia de la zona.
11. Al relacionar la estructura del bosque total con respecto a las variables ambientales la salinidad es la que muestra mas relación con la estructura la distancia a la boca por el contrario muestra la menor relación y sólo la altura presenta diferencias altamente significativas. El grado de compactación del sedimento fue otra variable muy relacionada con la estructura de la vegetación
12. La zona 5, que es la mas cercana a las Peñitas, muestra una relativamente mas alta densidad y arboles de muy poco grosor debido posiblemente a que es una zona en regeneración ya que al estar cercana al poblado a sido objeto de aprovechamiento intensivo en el pasado. Las causas de daño mas frecuente en esta zona son los leñadores de la comunidad.
13. *Laguncularia* tiende a aumentar su presencia en el bosque a medida aumenta la distancia a la boca hasta alcanzar la zona 1 que es donde alcanza su máxima presencia en la zona. *Avicennia* al contrario disminuye al aumentar la distancia a la boca
14. La zona 3 posee la mayor presencia de especies del bosque seco y las menores salinidades, la zona 1 al contrario registra las mayores salinidades.
15. El género que mas individuos muertos presenta es *Laguncularia* lo que refleja su alta sensibilidad a la salinidad.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, R.B.; PEET, R.K. 1990. Gradient analysis of forests of the Sangre de Cristo, Colorado. *Canadian Journal of Botany (Canada)*, vol. 68(1):193-201.
- ARAUJO, R. Y POLANIA, J. 1985. Manglares: estructura, fitosociología y geomorfología en el delta del Canal del Dique (Departamentos de Bolívar y Sucre, Colombia). Tesis para optar al grado de licenciado en Biología Marina. Bogotá, Colombia. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 113 p.
- ARÁUZ, M. Y ARGÜELLO, D. 1984. Estudio preliminar de la flora de la "Isla del Venado". licenciados en Biología. León, Nicaragua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. 91 p.
- BREWER, J.S.; GRACE, J.B. 1990. Plant community structure in an oligohaline tidal marsh. *Vegetatio (Netherlands)*, vol. 90:93-107.
- CÁCERES, F.M.; MARMILLOD, D.; RAMÍREZ, R. Lecciones de un aprovechamiento experimental mejorado en manglares de la comunidad de Las Peñitas, León, Nicaragua. *Revista semana científica (Costa Rica)*, vol ?.
- CALDERÓN, E.; LEYTON, L.M.; POLANIA, J. Y ARAUJO, R. 1984. Estructura del manglar de la Ciénaga de la Virgen o de Tesca. *Futuro ( )*, vol. 1(2):83-86.
- CINTRÓN Y SHAEFFER-NOVELLI. 1988. Ecología del manglar. In José L. Vivaldi (de.). *Compendio Enciclopédico de los recursos naturales de Puerto Rico*. Santo Domingo, República Dominicana. Editorial Librotex, Inc. p. 1-111
- CINTRÓN, G; GOENAGA, C.; GONZÁLEZ-LIBOY, J.1980. Ecología del manglar en una zona árida: exposición al oleaje y estructura del manglar. *Bolm Inst.Oceanogr. (Brasil)*. vol 29(2): 113-127.

- CLARKE, L.D. & HANNON, N.J. 1967. The mangrove swamp and salt marsh communities of the Sydney district. I. Vegetation, soils and climate. *Journal of Ecology*, (EEUU) vol 55: 753-771.
- CLARKE, L.D. & HANNON, N.J. 1969. The mangrove swamp and salt marsh communities of the Sydney district. II. The holocoenotic complex with particular reference to physiography. *Journal of Ecology*, (EEUU), vol 57: 213-234.
- CLARKE, L.D. & HANNON, N.J. 1970. The mangrove swamp and salt marsh communities of the Sydney district. III. Plant growth in relation to salinity and waterlogging. *Journal of Ecology*, (EEUU) vol 58: 351-369.
- CLARKE, L.D. & HANNON, N.J. 1971. The mangrove swamp and salt marsh communities of the Sydney district. IV. The significance of species interaction. *Journal of Ecology*, (EEUU), vol 59: 535-553.
- CURTIS, J. T. & McINTOSH, R. P. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, (EEUU), vol. 32(3):476-496.
- DAWKINS, H.C. 1958. The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda. Imperial Forestry Institute (GB). Paper nº 34. 149 p.
- DAWSON, G.W.P. 1951. A method for investigating the relationship between the distribution of individuals of different species in a plant community. *Ecology* (EEUU). vol.32: 332-334.
- ESPINOSA, A.R. (1992). Evaluación de la estructura y composición del bosque de manglar y lineamientos para su manejo silvícola en la reserva forestal de Térraba-Sierpe, Costa Rica. Tesis para optar al grado de M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 154 p.
- FÄNGSTRÖM, I.; WILLEÉN, E. 1987. Clustering and canonical correspondence analysis of phytoplankton and environmental variables in Swedish lakes. *Vegetatio* ( ), 71:87-95.

- FAO. 1994. Directrices para la ordenación de los manglares. Estudio FAO Montes 117. Santiago, Chile. 345 p
- FLORES-VERDUGO, F.J.; DAY, J.W., Jr. Y BRISEÑO-DUEÑAS, R. 1987. Structure, litter fall, and detritus dynamics of mangrove in a Mexican coastal lagoon with an ephemeral inlet. *Marine Ecology-Progress Series* ( ), vol. 35:83-90.
- GREIG-SMITH, P. 1961. Data on pattern within plant communities. I. The analysis of pattern. *Journal of Ecology* ( ), vol. 49: 695-702.
- HOLDRIDGE, E. 1978. Ecología, basada en zonas de vida. Traducido de la primera edición inglesa revisada por Humberto Jiménez Saa, ed. Matilde de la Cruz M. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
- INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES, INETER (1986a). Nicaragua, Región II, Departamentos de León y Chinandega. Corinto. Publicado en Managua. ESC 1:50,000. Color.
- INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES, INETER (1986b). Nicaragua, Región II, Departamentos de Chinandega y León. León. Publicado en Managua. ESC 1:50,000. Color.
- INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES, INETER (1986c). Nicaragua, Región II, Departamento de León. Puerto Sandino. Publicado en Managua. ESC 1:50,000. Color.
- JIMENEZ, J. A. 1981. The mangrove of Costa Rica: a physiognomic characterization. Tesis para optar al grado de M.Sc. Coral Gables, Miami, Florida, EEUU. The University of Miami. ???p.
- JIMÉNEZ, J.A. & CINTRÓN, G. 1985. Tree mortality in mangrove forests. *Biotrópica* (EEUU), 17(3): 177-185.



JIMÉNEZ, J.A. & SAUTER, K. 1991. Structure and dynamics of mangrove forest along a flooding gradient. *Estuaries* (EEUU). vol. 14(1): 49-55.

JIMÉNEZ, J.A. & SOTO, R. 1985. Patrones regionales en la estructura y composición florística de los manglares de la Costa Pacífica de Costa Rica. *Revista Biología Tropical*, (Costa Rica), vol. 33(1):25-37.

JIMÉNEZ, J.A. 1994. Los manglares del pacífico centroamericano. Heredia Costa Rica, editorial Fundación UNA. 336 P.

JIMÉNEZ, J.A.; MARTINEZ, R. y ENCARNACIÓN, L. 1985. Massive tree mortality in a Puerto Rican mangrove forest. *Caribbean Journal Science*. vol. 21(1-2): 75-78.

JOHNSTON, M.H. 1992. Soil-vegetation relationships in a tabonuco forest community in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology* (EEUU), vol. 8:253-263.

LACERDA, L.D; CONDE, J.E; ALARCÓN, C.; ALVAREZ-LEÓN, R.; BACON, P.R.; D'CROZ, L; KJERFVE, B.; POLANIA, J.; VANNUCCI, M. (1993). Ecosistemas de manglar de América Latina y el Caribe: sinopsis.

LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas-posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido-. Traductor Antonio Carrillo. Eschborn, Alemania, GTZ. 335 p.

LEGENDRE, L. Y LEGENDRE, P. 1983. Numerical Ecology. Developments in Environmental Modeling 3. publicado en Amsterdam, Holanda. edatado por Elsevier Scientific Publishing Company. 419 p.

LEVINE, E.R.; KNOX, R.G.; LAWRENCE, W.T. 1994. Relationships between soil properties and vegetation at the northern experimental forest, Howland, Maine. *Remote Sensing of Environment* (EEUU). vol. 47(2):231-241

- LÓPEZ, J. & EZCURRA, E. 1989. Response of three mangroves to salinity in two geoforms. *Functional Ecology*, vol. 3: 355-361.
- LUGO, A.E. Y SNEDAKER, S.C. 1974. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics*, (EEUU) vol. 5: 39-64.
- MACHENA, C. 1987. Zonation of submerged macrophyte vegetation in Lake Kariba, Zimbabwe and its ecological interpretation. *Vegetatio*, (HOLANDA), vol. 73:111-119.
- MAINARDI, V. 1995. Estructura y composición florística de rodales con *P. rhizophorae* en el manglar del Estero Guarumal, Sierpe, Costa Rica; tesis de magister Scientia, Turrialba, Costa Rica, Centro agronómico Tropical de Investigación y enseñanza CATIE, 106 p.
- MALL, L. P.; SINGH, V. P.; GARGE, A. Y PATHAK, S. M. 1987. Ecological studies on mangrove forests of Ritchie's archipelago in relation to substrata. *Tropical Ecology* (INDIA), vol. 28:182-192.
- MARGALEF, R. 1962. Comunidades naturales. Mayagüez, Puerto Rico. 469 p.
- MCKEE, K.L. 1993. Soil physicochemical patterns and mangrove species distribution-reciprocal effects?. *Journal of Ecology*, (EEUU), Vol 81: 477-487.
- MCKEE, K.L.; MENDELSSOHN, I. & HESTER, M.K. 1988. Reexamination of pore water sulfide concentrations and redox potentials near the aerial roots of *Rhizophora mangle* and *Avicennia germinans*. *American Journal of Botany* (EE.UU), vol. 75: 1352-1359.
- PALMER, M.W. 1993. Putting things in even better order: the advantages of canonical correspondence analysis. *Ecology* (EEUU), vol. 74(8): 2215-2230.
- PEINADO, M.; ALCARAZ, F.; DELGADILLO, J.; DE LA CRUZ, M.; ALVAREZ, J. Y AGUIRRE, J. L. 1994. The coastal salt marshes of California and Baja California. Phytosociological typology and zonation. *Vegetation* ( ), vol. 110(1):55-66.

- PIELOU, E.C. 1969. An introduction to mathematical ecology, publicada en New York, EEUU, A Willey-Interscience Publication John Willey & Sons. 286 p.
- PIELOU, E.C. 1977. Mathematical ecology. segunda edición, publicada en New York, EEUU, A Willey-Interscience Publication John Willey & Sons. 385 p.
- PIELOU, E.C. 1984. The interpretation of ecological data. A primer on classification and ordination. Publicada en New York, EEUU, A Willey-Interscience Publication John Willey & Sons. 263 p.
- POLANIA, J. Y MAINARDI, V. (1993). Bosques de manglar de Nicaragua.
- POOL, D. J.; SNEDAKER, S. C. Y LUGO, A. E. 1977. Structure of mangrove forests in Florida, Puerto Rico, México, and Costa Rica. *Biotropica*, (EEUU), vol. 9(3):195-212.
- RABINOWITZ, D. 1978. Early grown to mangrove seedlings in Panamá, and an hypothesis concerning the relationship of dispersal and zonation. *Journal of Biogeography*, Publicado (Inglaterra). vol. 5:113-133.
- ROBERTSON, A. I.; DANIEL, P. A. Y DIXON, P. 1991. Mangrove forest structure and productivity in the Fly River estuary, Papua New Guinea. *Marine Biology* ( ), vol. 111:147-155.
- SAENGER, P. Y ROBSON, J. 1977. Structural analysis of mangrove communities on the Central Queensland coastline. *Marine Research in Indonesia* ( ),
- SANCHEZ, R. O. 1986. Metodología descriptiva para determinar los posibles usos de las áreas de manglares, y su aplicación en Coronado-Sierpe, Costa Rica. grado académico, Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 216 p.
- SAS INSTITUTE. 1989. SAS/STAT user's guide, versión 6. 4ed. Cary, North Caroline. vol.1, 943 p.

- SILVA, C. A. R.; LACERDA, L. D.; SILVA, L. F. F. Y REZENDE, C. E. 1991. Forest structure and biomass distribution in a red mangrove stand in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro. *Revta Brasil. Bot. (Brasil)*, vol. 14:21-25.
- SMILAUER, P. 1992. *Canodraw. User's Guide*. Publicado en Ithaca, New York, EEUU. Microcomputer Power. 26 p
- SMITH, T.J.III. 1992. Forest structure. *In Tropical Mangrove Ecosystems*. Eds. A.I. Robertson and D.M. Alongi. American Geophysical Union. Coastal and Estuarine Studies n° 41 p. 101-136.
- SNEDAKER, S.C. 1982. Mangrove species zonation: why?. *Vegetation Science (Holanda)*, vol. 2: 111-125
- SOTO, R. Y JIMÉNEZ, J. A. 1982. Análisis fisonómico estructural del manglar de Puerto Soley, La Cruz, Guanacaste, Costa Rica. *Revista Biología Tropical ( )*, vol. 30(2):161-168.
- SWAINE, M. D. Y HALL, J. B. 1976. An application of ordination to the identification of forest types. *Vegetation ( )*, vol. 32(2):83-86.
- SYNNOTT, T.J. 1989. South America and the Caribbean. *In D. Poore (de.) No timber without trees: sustainability in the tropical forest*. London, G.B., Earthscan, p. 75-116.
- TER BRAAK, C.J.F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology, (EEUU)*, vol. 67(5):1167-1179.
- TER BRAAK, C.J.F. 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio, (Netherlands)*, vol. 69:69-77.
- TER BRAAK, C.J.F. 1988. CANOCO, a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correlation analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1). Publicado en Ithaca, New York, EEUU. Microcomputer Power. 95 p.

- THOM, B.G. 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology Tabasco, México. *Journal of Ecology*, (EEUU) Vol 55: 301-434.
- TONTERI, T.; HOTANEN, J.; KUUSIPALO, J. 1990. The Finnish forest site type approach: ordination and classification studies of mesic forest sites in southern Finland. *Vegetatio* (), vol. 87:85-98.
- UKPONG, I. E. 1992. The structure and soil relations of *Avicennia* mangrove swamps in southeastern Nigeria. *Tropical Ecology (INDIA)*, vol. 33(1):1-16
- WALSH, G.E. 1974. Mangroves: a review. In eds. R.J. Reimhold and W.H. Queen. *Ecology of Halophytes*. New York, EEUU. Academic Press. p. 51-174
- WESTER, D.B.; WRIGHT, H.A. 1987. Ordination of vegetation change in Guadalupe Mountains, New Mexico, USA. *Vegetation (HOLANDA)*, 72:27-33.
- WINDEVOXHEL, N.J. 1992. Valoración económica de los manglares de la región II de Nicaragua. Tesis para optar al grado de M.Sc. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 100 p.

# 10. ANEXO

## Anexo 1: Resumen de la cantidad de parcelas por línea de inventario y por zona del inventario forestal total

ZONA	LÍNEA DE INVENTARI	CANTIDAD PARCELAS	% PARCELAS	PARCELAS ACUMULADAS	% PARCELAS ACUMULADO
0					
1	1	17	5.1	17	5.1
	2	22	6.6	39	11.7
	3	4	1.2	43	12.9
	4	16	4.8	59	17.7
	5	13	3.9	72	21.6
	6	17	5.1	89	26.6
	7	38	11.4	127	38.0
	8	37	11.1	164	49.1
	9	14	4.2	178	53.3
	10	22	6.6	200	59.9
	11	33	9.9	233	69.8
	12	21	6.3	254	76.0
	13	23	6.9	277	82.9
	14	29	8.7	306	91.6
	35	19	5.7	325	97.3
	36	9	2.7	334	100.0
2	1	8	1.8	8	1.8
	2	4	0.9	12	2.7
	3	17	3.8	29	6.5
	4	15	3.4	44	9.9
	5	15	3.4	59	13.3
	6	17	3.8	76	17.1
	7	34	7.7	110	24.8
	8	27	6.1	137	30.9
	9	16	3.6	153	34.5
	10	20	4.5	173	39.0
	11	14	3.2	187	42.1
	12	9	2.0	196	44.1
	13	14	3.2	210	47.3
	14	23	5.2	233	52.5
	15	31	7.0	264	59.5
	16	29	6.5	293	66.0
	17	31	7.0	324	73.0
	18	50	11.3	374	84.2
	19	35	7.9	409	92.1
	20	35	7.9	444	100.0
3	14	6	2.4	6	2.4
	15	28	11.2	34	13.6
	16	25	10.0	59	23.6
	17	26	10.4	85	34.0
	18	21	8.4	106	42.4

	19	17	6.8	123	49.2
	20	27	10.8	150	60.0
	21	34	13.6	184	73.6
	22	25	10.0	209	83.6
	23	32	12.8	241	96.4
	24	9	3.6	250	100.0
5	23	13	6.0	13	6.0
	24	25	11.6	38	17.6
	25	10	4.6	48	22.2
	26	13	6.0	61	28.2
	27	29	13.4	90	41.7
	28	20	9.3	110	50.9
	29	19	8.8	129	59.7
	30	23	10.6	152	70.4
	31	23	10.6	175	81.0
	32	16	7.4	191	88.4
	33	19	8.8	210	97.2
	34	6	2.8	216	100.0
	$\Sigma$ TOTAL	1244			



**Anexo 2: Análisis de correspondencia canónico para el grupo 1 tanto para el IVI, area basal y densidad.**

**Cuadro 1: Matriz de correlación de pesos (peso = total de la parcela) y resumen de la ordenación para el IVI del grupo 1, sin considerar el efecto de las interacciones y considerándolo**

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	.4862	1.0000							
SPEC AX3	-.1106	-.0978	1.0000						
SPEC AX4	.8880	.8045	-.1822	1.0000					
ENVI AX1	.2038	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.1774	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.1041	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.0657	.1580	-.0246	.0000	.3226	.8908	.0000	.0000	.0000
sal	-.1947	.0244	-.0193	.0000	-.9554	.1375	-.1858	-.2366	.0000
suel	.0391	-.0110	-.0531	.0000	.1919	-.0623	-.5097	.0000	.0000
dboca	-.0481	.0718	.0889	.0000	-.2359	.4050	.8541	.0000	.0000
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

Resumen de la ordenación sin considerar interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	: .009	.005	.001	.276	.468
Species-environment correlations	: .204	.177	.104	.000	
Cumulative percentage variance of species data	: 1.9	3.0	3.2	62.1	
of species-environment relation:	58.1	93.3	100.0	.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					.468
Sum of all canonical eigenvalues					.015

Matriz de correlación de pesos considerando el efecto de las interacciones

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	.3809	1.0000							
SPEC AX3	-.1341	-.0781	1.0000						
SPEC AX4	.9139	.6089	-.2147	1.0000					
ENVI AX1	.3195	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.2784	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.1944	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.1406	-.0120	-.0373	.0000	.4401	-.0430	-.1917	.0000	.0000
sal	-.0693	-.2334	-.0359	.0000	-.2169	-.8382	-.1844	.0000	.0000
suel	.0079	.0543	-.0486	.0000	.0246	.1952	-.2501	.0000	.0000
dboca	.0325	-.1011	.0768	.0000	.1016	-.3630	.3952	.0000	.0000
des*sal	.0469	-.1105	-.0471	.0000	.1469	-.3970	-.2422	.0000	.0000
des*suel	.1520	.0101	-.0758	.0000	.4756	.0363	-.3899	.0000	.0000
sal*suel	-.0486	-.1338	-.0606	.0000	-.1521	-.4806	-.3117	.0000	.0000
sal*dboc	-.0034	-.1513	.0414	.0000	-.0106	-.5435	.2127	.0000	.0000
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

Resumen de la ordenación considerando interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	: .026	.010	.004	.260	.468
Species-environment correlations	: .320	.278	.194	.000	
Cumulative percentage variance of species data	: 5.5	7.5	8.3	63.9	
of species-environment relation:	66.3	91.0	100.0	.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					.468
Sum of all canonical eigenvalues					.039

Cuadro 2: Matriz de correlación de pesos (peso = total de la parcela) y resumen de la ordenación para el área basal del grupo 1, sin considerar el efecto de las interacciones y considerándolo.

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	-.0383	1.0000							
SPEC AX3	-.0775	-.0680	1.0000						
SPEC AX4	-.2861	.9293	-.2242	1.0000					
ENVI AX1	.3155	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.1940	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.1119	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	-.0779	.1631	-.0408	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
sal	-.2601	-.0998	-.0262	.0000	-.2471	.8410	-.3643	.0000	.0000
suel	.0607	-.0088	-.0754	.0000	-.8245	-.5143	-.2342	.0000	.0000
dboca	-.1935	.0631	.0704	.0000	-.1923	-.0453	-.6738	.0000	.0000
					-.6135	.3252	.6294	.0000	.0000
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

Resumen de la ordenación sin considerar interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	.021	.008	.002	.206	.590
Species-environment correlations	.315	.194	.112	.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	3.6	4.9	5.3	40.2	
of species-environment relation:	67.8	93.1	100.0	.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					.590
Sum of all canonical eigenvalues					.031

Matriz de correlación de pesos considerando el efecto de las interacciones.

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	.0027	1.0000							
SPEC AX3	.0489	-.0664	1.0000						
SPEC AX4	-.1747	.8928	-.3550	1.0000					
ENVI AX1	.4555	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.3026	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.2344	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.1664	.0735	-.0006	.0000	.3653	.2430	-.0025	.0000	.0000
sal	.1322	-.2418	-.0581	.0000	.2903	-.7992	-.2477	.0000	.0000
suel	-.0416	.0468	-.0750	.0000	-.0913	.1545	-.3199	.0000	.0000
dboca	.1751	-.0951	.0805	.0000	.3844	-.3143	.3435	.0000	.0000
des*sal	.1468	-.0624	-.0185	.0000	.3223	-.2063	-.0788	.0000	.0000
des*suel	.1573	.0978	-.0599	.0000	.3453	.3231	-.2555	.0000	.0000
sal*suel	.0647	-.1457	-.0990	.0000	.1420	-.4814	-.4222	.0000	.0000
sal*dboc	.1681	-.1507	.0411	.0000	.3690	-.4981	.1751	.0000	.0000
sue*dboc	.1640	-.0763	.0408	.0000	.3601	-.2522	.1741	.0000	.0000
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

Resumen de la ordenación considerando interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	.045	.019	.009	.193	.590
Species-environment correlations	.455	.303	.234	.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	7.6	10.8	12.4	45.1	
of species-environment relation:	61.5	87.5	100.0	.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					.590
Sum of all canonical eigenvalues					.073

Cuadro 3: Matriz de correlación de pesos (peso = total de la parcela) y resumen de la ordenación para la densidad del grupo 1, sin considerar el efecto de las interacciones y considerándolos

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	-.1089	1.0000							
SPEC AX3	.3469	-.2973	1.0000						
SPEC AX4	.4459	-.3806	.9875	1.0000					
ENVI AX1	.2507	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.1740	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.0631	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	-.0471	.0347	.0569	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
sal	-.2254	.0518	-.0181	.0000	-.1880	.1995	.9023	.0000	.0000
suel	-.0868	-.1434	.0038	.0000	-.8989	.2974	-.2875	.0000	.0000
dboca	-.0071	.1159	.0159	.0000	-.3463	-.8240	.0607	.0000	.0000
					-.0284	.6661	.2516	.0000	.0000
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

Resumen de la ordenación sin considerar interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	.009	.004	.002	.498	.728
Species-environment correlations	.251	.174	.063	.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	1.2	1.7	2.0	70.3	
of species-environment relation:	60.6	87.2	100.0	.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					.728
Sum of all canonical eigenvalues					.014

Matriz de correlación de pesos considerando el efecto de las interacciones

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	-.2756	1.0000							
SPEC AX3	-.3374	.6013	1.0000						
SPEC AX4	-.4494	.8065	.9374	1.0000					
ENVI AX1	.3069	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.2250	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.1295	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	-.0812	.0651	.0109	.0000	-.2647	.2892	.0845	.0000	.0000
sal	-.1744	-.0258	-.0941	.0000	-.5683	-.1148	-.7264	.0000	.0000
suel	-.1030	-.0837	.0384	.0000	-.3357	-.3719	.2967	.0000	.0000
dboca	.0003	.0738	-.0392	.0000	.0009	.3279	-.3027	.0000	.0000
des*sal	-.1097	.0279	-.0320	.0000	-.3574	.1241	-.2473	.0000	.0000
des*suel	-.1364	.0228	.0335	.0000	-.4444	.1011	.2590	.0000	.0000
sal*suel	-.2001	-.0772	-.0446	.0000	-.6522	-.3430	-.3447	.0000	.0000
sal*dboc	-.0438	.0428	-.0540	.0000	-.1428	.1902	-.4173	.0000	.0000
sue*dboc	-.0502	.0348	-.0222	.0000	-.1636	.1548	-.1715	.0000	.0000
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

Resumen de la ordenación considerando interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	.013	.012	.006	.492	.728
Species-environment correlations	.307	.225	.130	.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	1.8	3.4	4.3	71.8	
of species-environment relation:	42.5	80.9	100.0	.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					.728
Sum of all canonical eigenvalues					.031

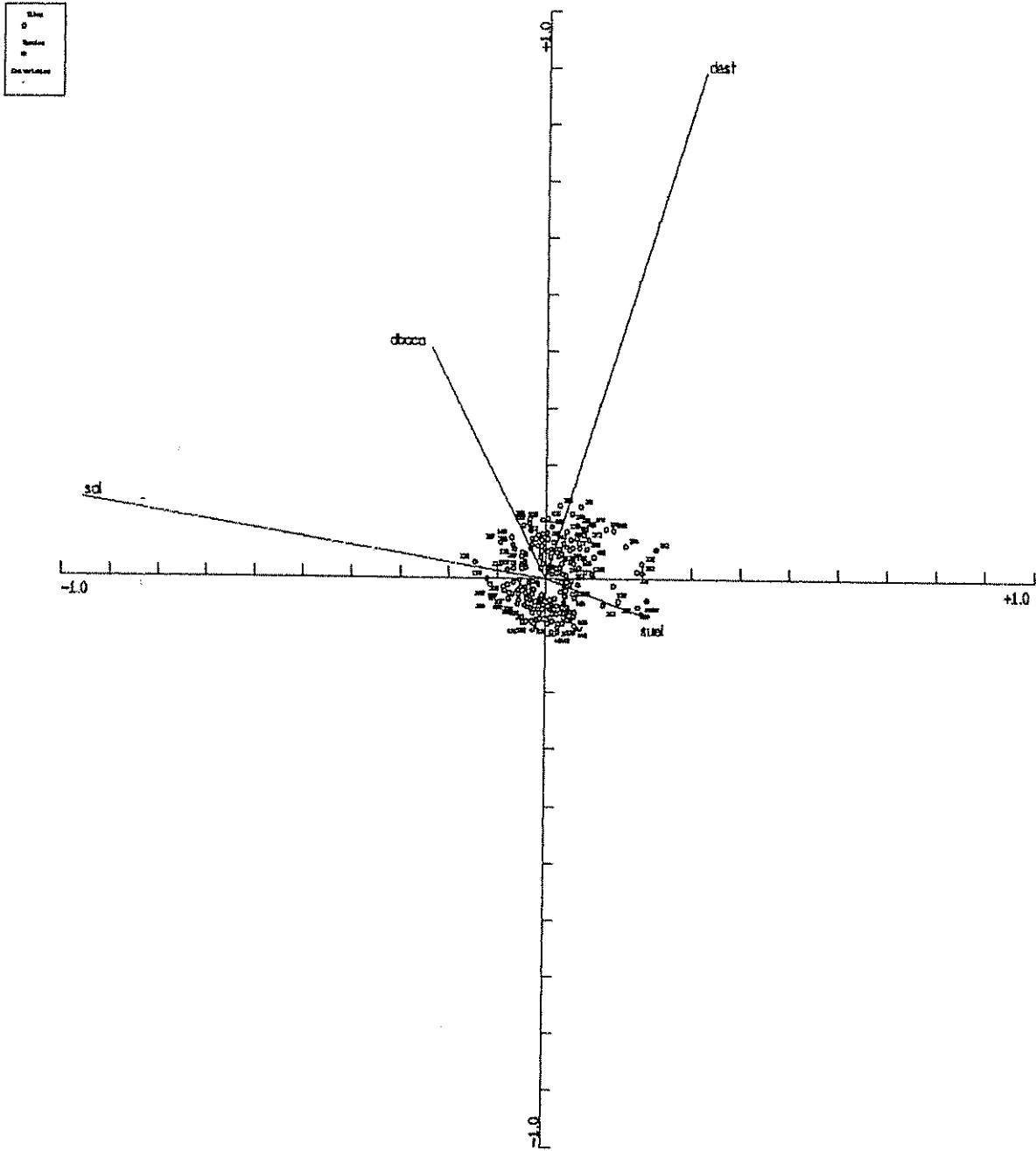


Grafico 1: Diagrama de resultados del análisis de correspondencia canónico para el IVI del grupo 1. Donde las variables ambientales se definen como dest = distancia al estero; dboca = distancia a la boca; sal = salinidad y suelo = substrato; A = Avicennia; L = Laguncularia; R = Rhizophora

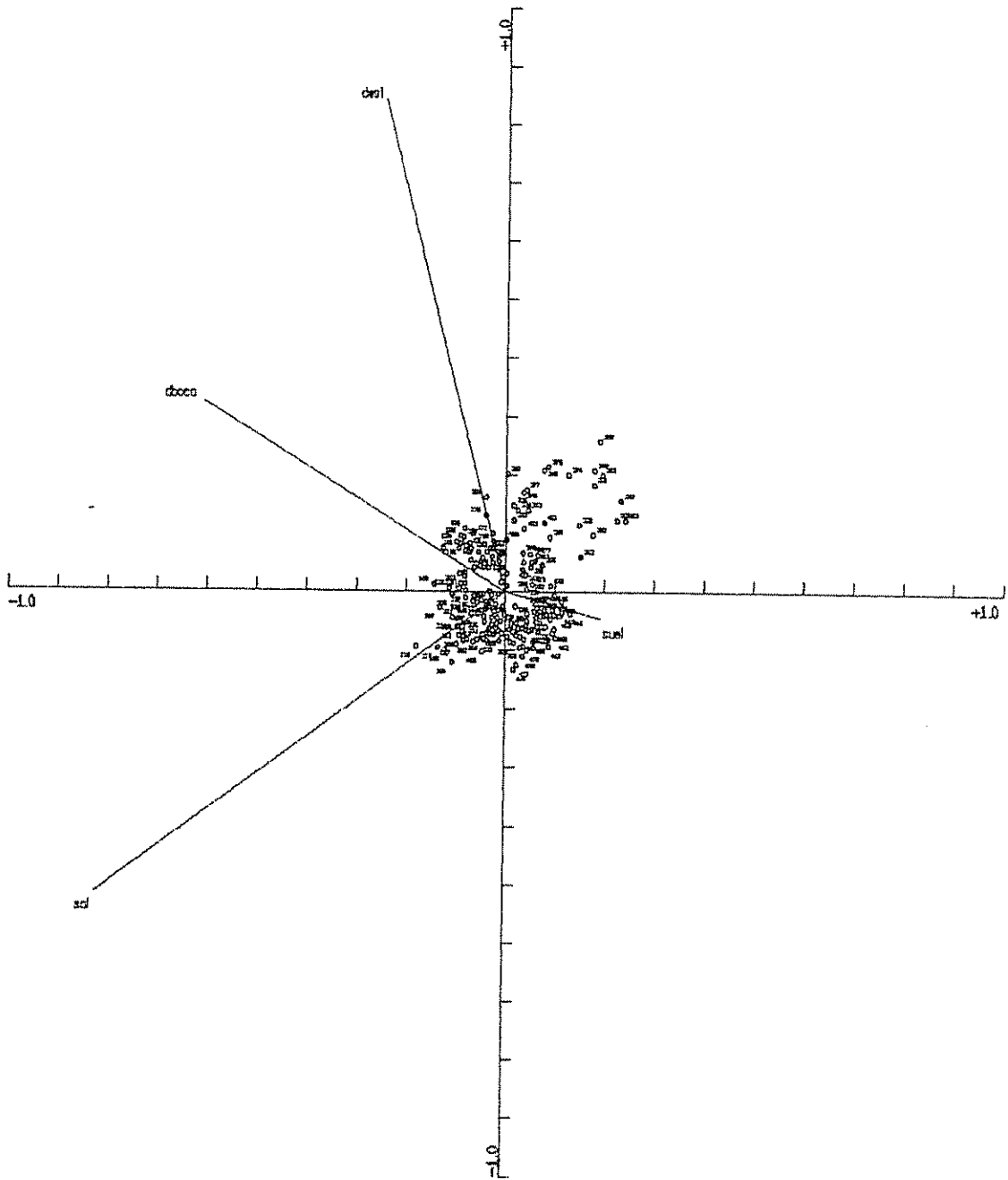


Grafico 2: Diagrama de resultados del análisis de correspondencia canónico para el área basal del grupo 1. Donde las variables ambientales se definen como dest = distancia al estero; dboca = distancia a la boca; sal = salinidad y suelo = substrato; A = Avicennia; L = Laguncularia; R = Rhizophora

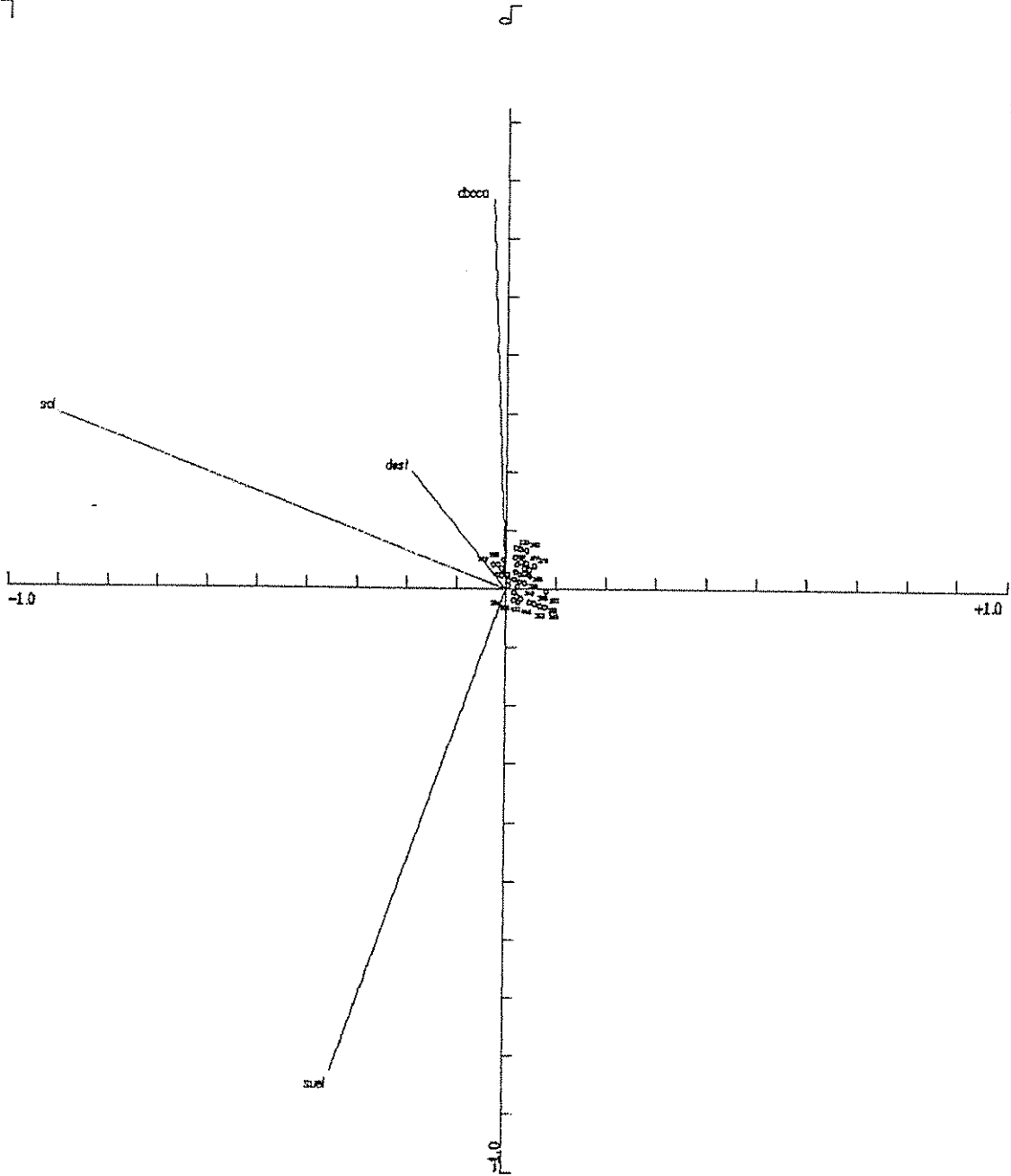


Grafico 3: Diagrama de resultados del análisis de correspondencia canónico para la densidad del grupo 1. Donde las variables ambientales se definen como dest = distancia al estero; dboca = distancia a la boca; sal = salinidad y suelo = substrato; A = Avicennia; L = Laguncularia; R = Rhizophora

### Anexo 3: Análisis de correspondencia para el grupo 2 tanto para el IVI, area basal y densidad.

Cuadro 1: Matriz de correlación de pesos (peso = total de la parcela) y resumen de la ordenación para el ivi del grupo 2, sin tomar el efecto de las interacciones.

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	-.0655	1.0000							
SPEC AX3	.0948	.0590	1.0000						
SPEC AX4	.0314	.1441	.1508	1.0000					
ENVI AX1	.5354	.0000	.0000	.0002	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.4125	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.1509	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0481	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.3436	.2397	-.0382	.0209	.6418	.5812	-.2529	.0000	1.0000
sal	-.3923	.2731	-.0121	-.0066	-.7326	.6621	-.0803	-.1357	.4318
suel	.2084	-.0438	-.1189	-.0223	.3893	-.1062	-.7883	-.4645	-.1357
dboca	-.3107	-.2313	-.0398	.0253	-.5804	-.5607	-.2640	.5283	.5283

#### Resumen de la ordenación sin considerar interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	: .089	.034	.004	.000	1.690
Species-environment correlations	: .535	.413	.151	.048	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 5.3	7.3	7.6	7.6	
of species-environment relation:	69.4	96.2	99.6	100.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					1.690
Sum of all canonical eigenvalues					.128

#### Matriz de correlación de pesos considerando el efecto de las interacciones

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	-.0373	1.0000							
SPEC AX3	-.0329	-.1468	1.0000						
SPEC AX4	-.0070	-.1430	.0813	1.0000					
ENVI AX1	.6350	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.4312	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.3200	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.2124	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.3288	.2384	.1008	-.0539	.5177	.5530	.3150	-.2535	1.0000
sal	-.3912	.2622	-.0322	.0168	-.6160	.6082	-.1006	.0790	-.2535
suel	.1918	-.0511	.1335	-.0533	.3021	-.1184	.4172	-.2509	.0790
dboca	-.3036	-.2333	-.0491	-.0305	-.4781	-.5410	-.1536	-.1436	-.0249
des*sal	-.1330	.3008	.1345	-.0053	-.2094	.6977	.4204	-.2525	-.0249
des*suel	.3883	.2059	.1099	-.0536	.6114	.4775	.3436	-.2525	-.0249
sal*suel	-.2748	.2053	.0327	-.0209	-.4328	.4763	.1021	-.0984	-.0984
sal*dboc	-.3829	.1760	-.0741	.0180	-.6029	.4081	-.2315	.0846	-.0846
sue*dboc	-.0333	-.1858	.1118	-.0664	-.0524	-.4310	.3493	-.3125	-.3125

#### Resumen de la ordenación considerando interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	: .127	.038	.022	.007	1.690
Species-environment correlations	: .635	.431	.320	.212	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 7.5	9.8	11.1	11.5	
of species-environment relation:	64.5	83.9	94.9	98.7	
Sum of all unconstrained eigenvalues					1.690
Sum of all canonical eigenvalues					.197

Cuadro 2: Matriz de correlación de pesos (peso = total de la parcela) y resumen de la ordenación para el área basal del grupo 2, sin tomar el efecto de las interacciones.

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	-.0679	1.0000							
SPEC AX3	.0324	-.0160	1.0000						
SPEC AX4	-.0335	.0810	-.0281	1.0000					
ENVI AX1	.6586	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.5037	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.1803	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0717	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.4040	.3462	-.0596	.0147	.6135	.6874	.0000	.0000	1.0000
sal	-.5139	.2865	.0049	-.0186	-.7803	.5688	.0272	-.3304	.2051
suel	.2836	-.0991	-.1124	-.0446	.4307	-.1967	-.6236	-.6220	-.2586
dboca	-.3743	-.2648	-.0776	.0333	-.5683	-.5258	-.4306	-.4638	.6220
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

Resumen de la ordenación sin considerar interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	: .134	.058	.007	.001	1.910
Species-environment correlations	: .659	.504	.180	.072	
Cumulative percentage variance of species data	: 7.0	10.1	10.4	10.5	
of species-environment relation:	67.2	96.1	99.4	100.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					1.910
Sum of all canonical eigenvalues					.200

Matriz de correlación de pesos considerando el efecto de las interacciones

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	.0680	1.0000							
SPEC AX3	.0191	.0085	1.0000						
SPEC AX4	.0143	.0614	-.0033	1.0000					
ENVI AX1	.7507	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.5326	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.4006	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.3108	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.3903	-.3446	.1340	-.0158	.5199	-.6470	.3345	-.0509	
sal	-.5160	-.2645	-.0088	.0843	-.6874	-.4967	-.0220	.2714	
suel	.2751	.1027	.1350	-.0492	.3665	.1929	.3371	-.1583	
dboca	-.3724	.2615	-.0286	-.0843	-.4961	.4910	-.0713	-.2714	
des*sal	-.2088	-.3335	.2010	.0913	-.2781	-.6262	.5016	.2939	
des*suel	.4556	-.3029	.1290	-.0262	.6069	-.5687	.3219	-.0843	
sal*suel	-.4039	-.1969	.0370	.0512	-.5381	-.3696	.0923	.1647	
sal*dboc	-.5093	-.1905	-.0564	.0647	-.6785	-.3577	-.1409	.2081	
sue*dboc	-.0420	.2643	.1209	-.0990	-.0559	.4962	.3018	-.3185	
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

Resumen de la ordenación considerando interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	: .175	.066	.031	.021	1.910
Species-environment correlations	: .751	.533	.401	.311	
Cumulative percentage variance of species data	: 9.1	12.6	14.3	15.4	
of species-environment relation:	59.2	81.6	92.2	99.3	
Sum of all unconstrained eigenvalues					1.910
Sum of all canonical eigenvalues					.295



Cuadro 3: Matriz de correlación de pesos (peso = total de la parcela) y resumen de la ordenación para la densidad del grupo 2, sin tomar el efecto de las interacciones.

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	.2345	1.0000							
SPEC AX3	.0532	.1931	1.0000						
SPEC AX4	-.0056	-.1833	-.2720	1.0000					
ENVI AX1	.4362	.0000	.0000	.0015	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.4395	.0000	-.0010	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.1161	.0002	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0267	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	-.0644	.3277	-.0012	-.0183	-.1476	.7457	-.0106	-.6497	1.0000
sal	-.4258	.0603	-.0195	-.0012	-.9760	.1371	-.1679	.0182	-.0745
suel	.1398	.0910	-.1069	-.0019	.3204	.2071	-.9213	-.0745	-.5615
dboca	.0639	-.3579	-.0003	-.0140	.1465	-.8144	-.0022	-.5615	-.5615
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

Resumen de la ordenación sin considerar interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	: .070	.058	.004	.000	2.264
Species-environment correlations	: .436	.439	.116	.027	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 3.1	5.7	5.8	5.8	
of species-environment relation:	53.2	97.0	99.8	100.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					2.264
Sum of all canonical eigenvalues					.132

Matriz de correlación de pesos considerando el efecto de las interacciones

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	.0092	1.0000							
SPEC AX3	.0044	-.2065	1.0000						
SPEC AX4	.0554	.1817	-.1010	1.0000					
ENVI AX1	.5774	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.4997	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.3541	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.1706	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.1128	-.2978	-.1107	-.0471	.1954	-.5960	-.3127	-.2762	1.0000
sal	-.2753	-.3571	-.0150	.0304	-.4767	-.7147	-.0423	.1783	-.2762
suel	.1188	.0589	-.1308	-.0850	.2058	.1178	-.3693	-.4979	.1783
dboca	-.1286	.3199	.1240	.0417	-.2227	.6403	.3502	.2443	-.4979
des*sal	-.1105	-.3228	-.1447	-.0213	-.1913	-.6459	-.4086	-.1248	-.2443
des*suel	.1501	-.2688	-.1202	-.0541	.2599	-.5380	-.3394	-.3171	-.1248
sal*suel	-.1947	-.2687	-.0607	-.0402	-.3373	-.5378	-.1713	-.2355	-.3171
sal*dboc	-.2599	-.2408	.0542	.0568	-.4502	-.4819	.1532	.3330	-.2355
sue*dboc	.0152	.2366	-.0576	-.0363	.0263	.4735	-.1626	-.2126	.3330
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

Resumen de la ordenación considerando interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	: .145	.069	.036	.004	2.264
Species-environment correlations	: .577	.500	.354	.171	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 6.4	9.4	11.0	11.2	
of species-environment relation:	56.7	83.7	97.7	99.2	
Sum of all unconstrained eigenvalues					2.264
Sum of all canonical eigenvalues					.255

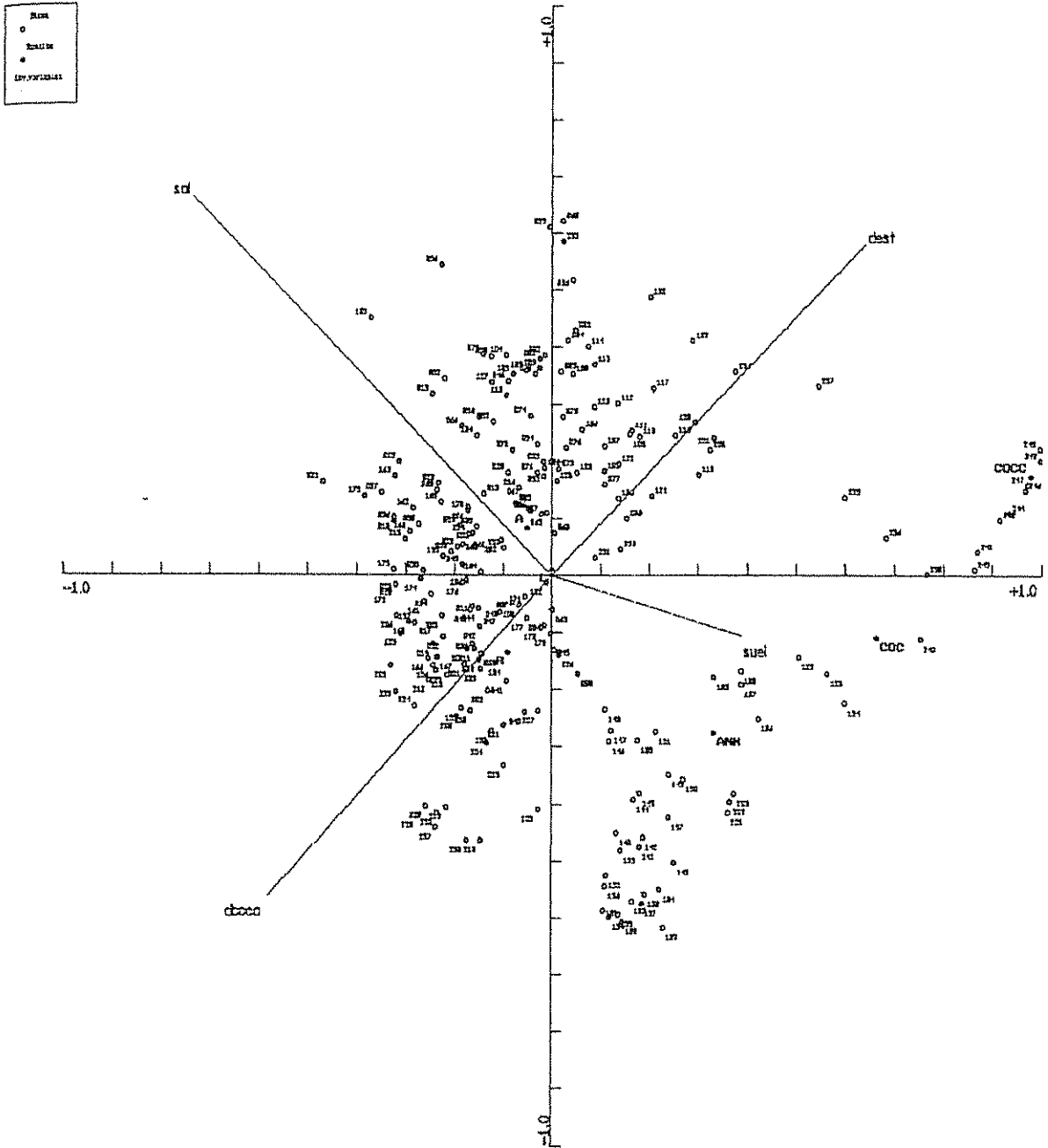


Grafico 1: Diagrama de resultados del análisis de correspondencia canónico el IVI del grupo 2. Donde las variables ambientales se definen como dest = distancia al estero; dboca = distancia a la boca; sal = salinidad y suelo = substrato; A = Avicennia; L = Laguncularia; R = Rhizophora

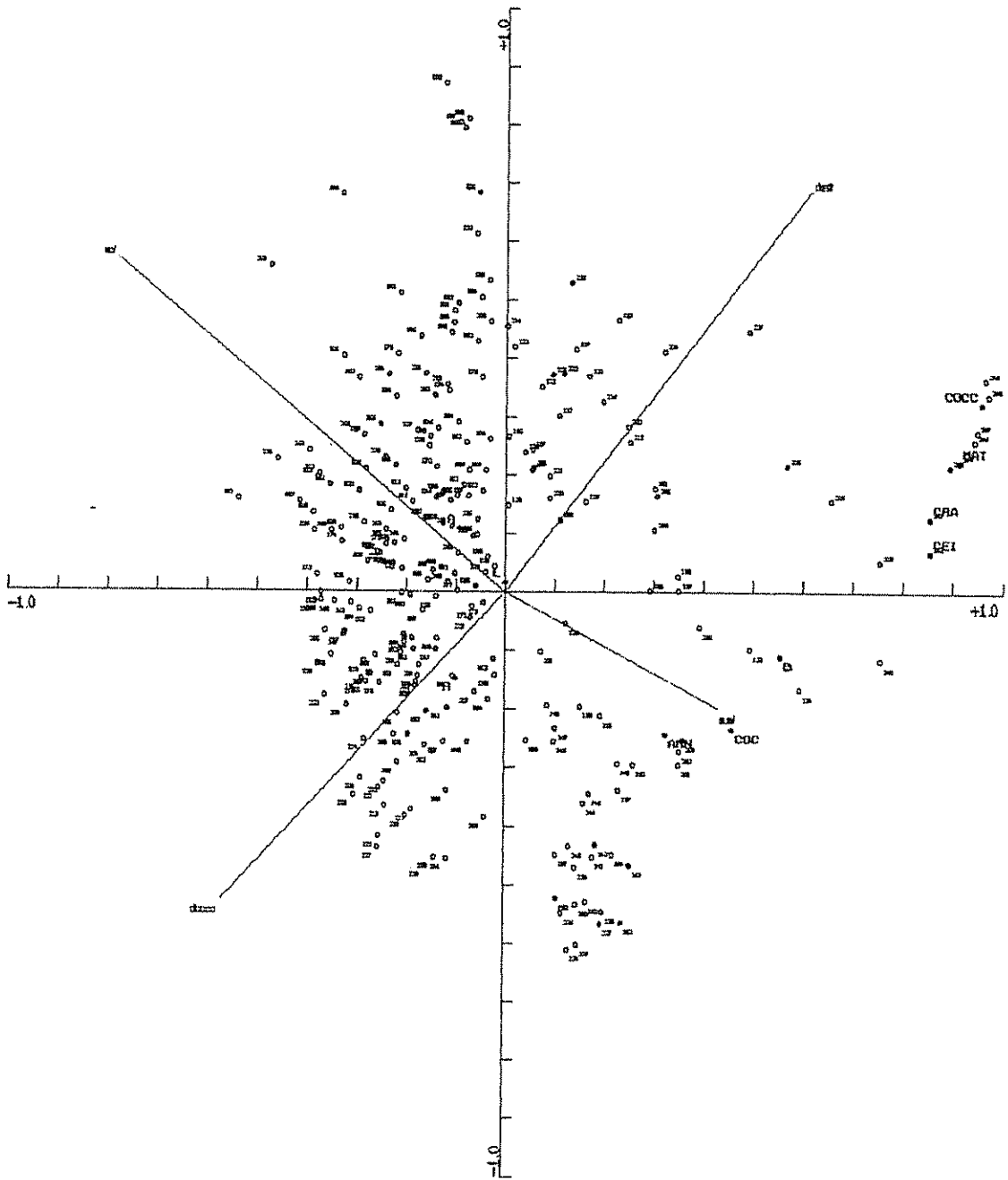


Grafico 2: Diagrama de resultados del análisis de correspondencia canónico área basal del grupo 2. Donde las variables ambientales se definen como dest = distancia al estero; dboca = distancia a la boca; sal = salinidad y suelo = substrato; A = Avicennia; L = Laguncularia; R = Rhizophora

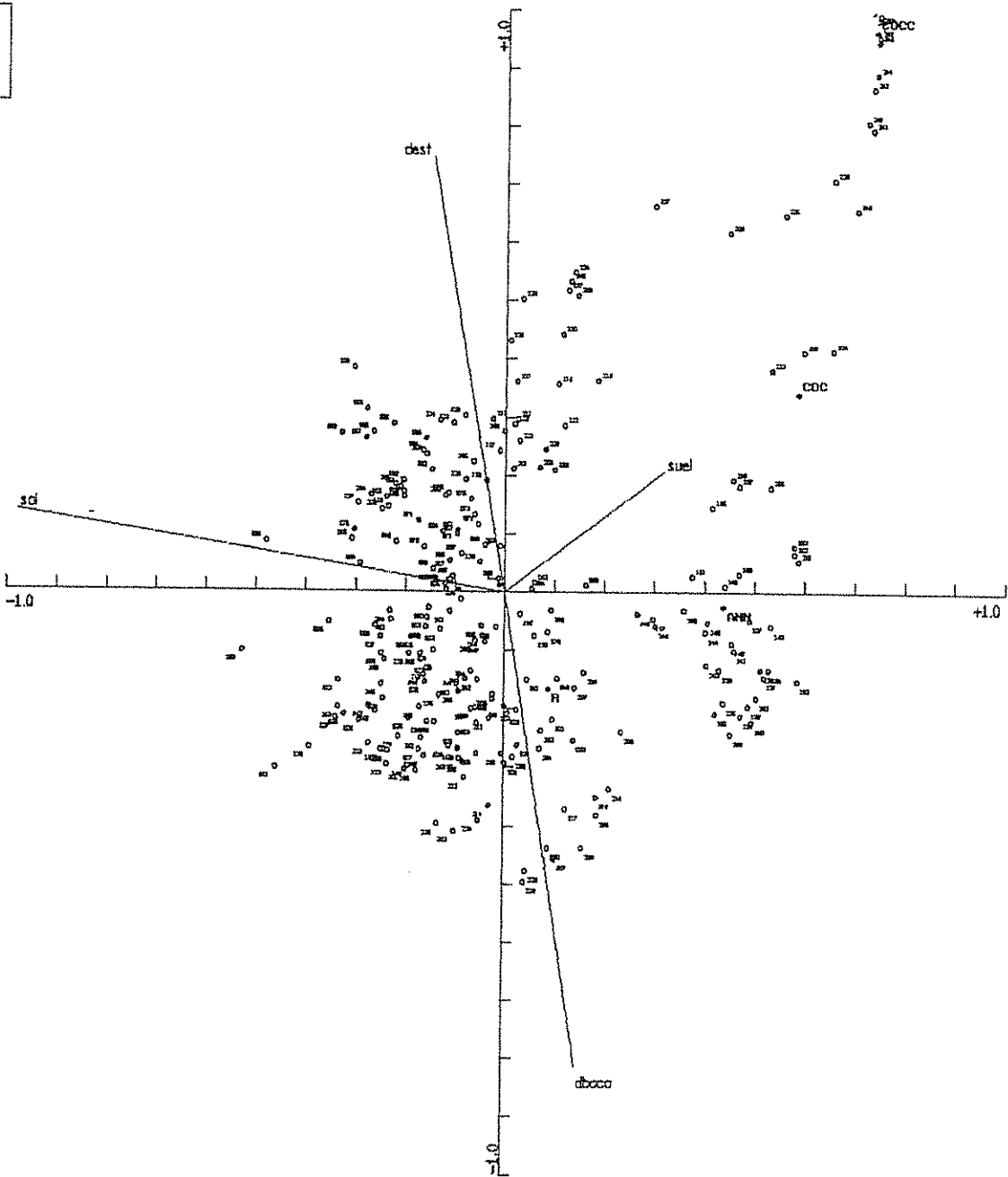


Grafico 3: Diagrama de resultados del análisis de correspondencia canónica para la densidad del grupo 2. Donde las variables ambientales se definen como dest = distancia al estero; dboca = distancia a la boca; sal = salinidad y suelo = substrato; A = Avicennia; L = Laguncularia; R = Rhizophora

## Anexo 4: Análisis de correspondencia canónico para el grupo 3, tanto para el IVI, area basal y densidad

Cuadro 1: Matriz de correlación de pesos (peso = total de la parcela) y resumen de la ordenación para el ivi del grupo 3, sin tomar el efecto de las interacciones.

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	.0227	1.0000							
SPEC AX3	-.1762	-.1350	1.0000						
SPEC AX4	.0000	.0000	.0000	1.0000					
ENVI AX1	.5227	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.4960	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.1604	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.2256	-.1171	.0550	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
sal	-.5080	.0180	.0088	.0000	.4316	-.2360	.3429	.0000	.0000
suel	.0786	.0000	-.1448	.0000	-.9720	.0362	.0548	.0000	.0000
dboca	-.0337	-.4859	.0142	.0000	.1504	-.0001	-.9027	.0000	.0000
					-.0645	-.9796	.0885	.0000	.0000
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

### Resumen de la ordenación sin considerar interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	: .111	.040	.005	.000	.949
Species-environment correlations	: .523	.496	.160	.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 11.7	15.9	16.5	.0	
of species-environment relation:	70.7	96.6	100.0	.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					.949
Sum of all canonical eigenvalues					.156

### Matriz de correlación de pesos considerando el efecto de las interacciones

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	.0005	1.0000							
SPEC AX3	-.0641	-.1435	1.0000						
SPEC AX4	.1279	-.0130	-.0275	1.0000					
ENVI AX1	.8545	.0000	.0000	-.0032	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.5073	.0000	-.0012	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.3238	-.0001	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0304	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.2074	-.1437	.1007	.0147	.2427	-.2833	.3110	.5006	
sal	-.4913	.0691	-.1193	.0025	-.5749	.1362	-.3684	.0262	
suel	.0946	.0076	-.1267	-.0147	.1107	.0150	-.3912	-.4717	
dboca	-.0490	-.4734	-.0432	.0045	-.0573	-.9332	-.1335	.1063	
des*sal	-.0945	-.1275	.1114	.0144	-.1106	-.2512	.3442	.4544	
des*suel	.2791	-.1276	.0467	.0096	.3266	-.2515	.1443	.3416	
sal*suel	-.2710	.0545	-.1728	-.0088	-.3172	.1074	-.5337	-.3211	
sal*dboc	-.1470	-.4061	-.0685	.0036	-.1720	-.8004	-.2117	.0683	
sue*dboc	-.0134	-.4566	-.0869	-.0007	-.0157	-.9000	-.2684	-.0607	
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

### Resumen de la ordenación considerando interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	: .305	.044	.020	.000	.949
Species-environment correlations	: .854	.507	.324	.030	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 32.2	36.8	38.9	38.9	
of species-environment relation:	82.7	94.5	100.0	100.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					.949
Sum of all canonical eigenvalues					.369

Cuadro 2: Matriz de correlación de pesos (peso = total de la parcela) y resumen de la ordenación para el área basal del grupo 3, sin tomar el efecto de las interacciones.

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	.0698	1.0000							
SPEC AX3	-.1351	-.1304	1.0000						
SPEC AX4	.0000	.0000	.0000	.0000					
ENVI AX1	.5746	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.5855	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.1850	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.2600	-.1746	.0637	.0000	.4525	-.2982	.3443	.0000	.0000
sal	-.5591	.0235	-.0028	.0000	-.9730	.0402	-.0149	.0000	.0000
suel	.0896	-.0949	-.1681	.0000	.1559	-.1621	-.9085	.0000	.0000
dboca	-.0231	-.5821	.0181	.0000	-.0403	-.9942	.0980	.0000	.0000
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

Resumen de la ordenación sin considerar interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	: .129	.066	.007	.000	.940
Species-environment correlations	: .575	.586	.185	.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 13.7	20.7	21.5	.0	
of species-environment relation:	63.8	96.5	100.0	.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					.940
Sum of all canonical eigenvalues					.202

Matriz de correlación de pesos considerando el efecto de las interacciones

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	.0037	1.0000							
SPEC AX3	-.0344	.1117	1.0000						
SPEC AX4	-.1431	-.0156	.0259	1.0000					
ENVI AX1	.8887	.0000	.0000	-.0012	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.6089	.0000	.0024	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.3185	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0398	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.2275	.2228	.1168	-.0155	.2561	.3658	.3668	.4032	1.0000
sal	-.5355	-.1251	-.1389	-.0001	-.6026	-.2054	-.4361	-.0098	.4032
suel	.1002	.1041	-.1517	.0174	.1127	.1710	-.4763	.4299	.4032
dboca	-.0727	.5736	-.0208	.0014	-.0818	.9420	-.0653	-.0245	.4299
des*sal	-.1068	.1873	.1188	-.0129	-.1201	.3075	.3730	-.3467	.4299
des*suel	.3062	.2177	.0589	-.0105	.3446	.3576	.1851	-.2743	.4299
sal*suel	-.2933	.0115	-.1973	.0119	-.3301	.0190	-.6194	.2873	.4299
sal*dboc	-.1803	.4819	-.0622	.0031	-.2029	.7914	-.1954	.0227	.4299
sue*dboc	-.0363	.5720	-.0731	.0072	-.0409	.9394	-.2295	.1231	.4299
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

Resumen de la ordenación considerando interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	: .318	.071	.020	.000	.940
Species-environment correlations	: .889	.609	.318	.040	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 33.8	41.4	43.5	43.5	
of species-environment relation:	77.6	95.0	99.9	100.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					.940
Sum of all canonical eigenvalues					.410

Cuadro 3: Matriz de correlación de pesos (peso = total de la parcela) y resumen de la ordenación para la densidad del grupo 3, sin tomar el efecto de las interacciones.

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	.3392	1.0000							
SPEC AX3	-.4231	-.2784	1.0000						
SPEC AX4	.0000	.0000	.0000	1.0000					
ENVI AX1	.3402	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.4701	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.1111	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.1531	-.0846	.0658	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
sal	-.3293	-.0300	.0106	.0000	-.9680	-.1800	.5920	.0000	.0000
suel	.0309	.0233	-.0820	.0000	.0907	-.0639	.0955	.0000	.0000
dboca	.0497	-.4605	-.0032	.0000	.1461	-.9795	-.0288	.0000	.0000
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

Resumen de la ordenación sin considerar interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	.067	.045	.003	.000	1.236
Species-environment correlations	.340	.470	.111	.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	5.4	9.1	9.4	.0	
of species-environment relation:	57.9	97.2	100.0	.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					1.236
Sum of all canonical eigenvalues					.116

Matriz de correlación de pesos considerando el efecto de las interacciones

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	.0009	1.0000							
SPEC AX3	-.2020	-.0933	1.0000						
SPEC AX4	.0000	.0000	.0000	1.0000					
ENVI AX1	.6580	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.5361	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.2909	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.1064	-.1871	.1086	.0000	.1617	-.3489	.3735	.0000	.0000
sal	-.2870	.1657	-.1080	.0000	-.4361	.3090	-.3713	.0000	.0000
suel	.0429	.0172	-.0757	.0000	.0653	.0321	-.2601	.0000	.0000
dboca	-.0316	-.4946	-.0787	.0000	-.0480	-.9227	-.2706	.0000	.0000
des*sal	-.0400	-.1634	.1166	.0000	-.0608	-.3048	.4008	.0000	.0000
des*suel	.1395	-.1697	.0616	.0000	.2121	-.3166	.2117	.0000	.0000
sal*suel	-.1422	.1035	-.1164	.0000	-.2162	.1931	-.4001	.0000	.0000
sal*dboc	-.0807	-.4254	-.0992	.0000	-.1227	-.7936	-.3410	.0000	.0000
sue*dboc	-.0164	-.4465	-.0915	.0000	-.0250	-.8329	-.3146	.0000	.0000
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

Resumen de la ordenación considerando interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	.294	.051	.017	.000	1.236
Species-environment correlations	.658	.536	.291	.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	23.8	27.9	29.2	.0	
of species-environment relation:	81.4	95.4	100.0	.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					1.236
Sum of all canonical eigenvalues					.361

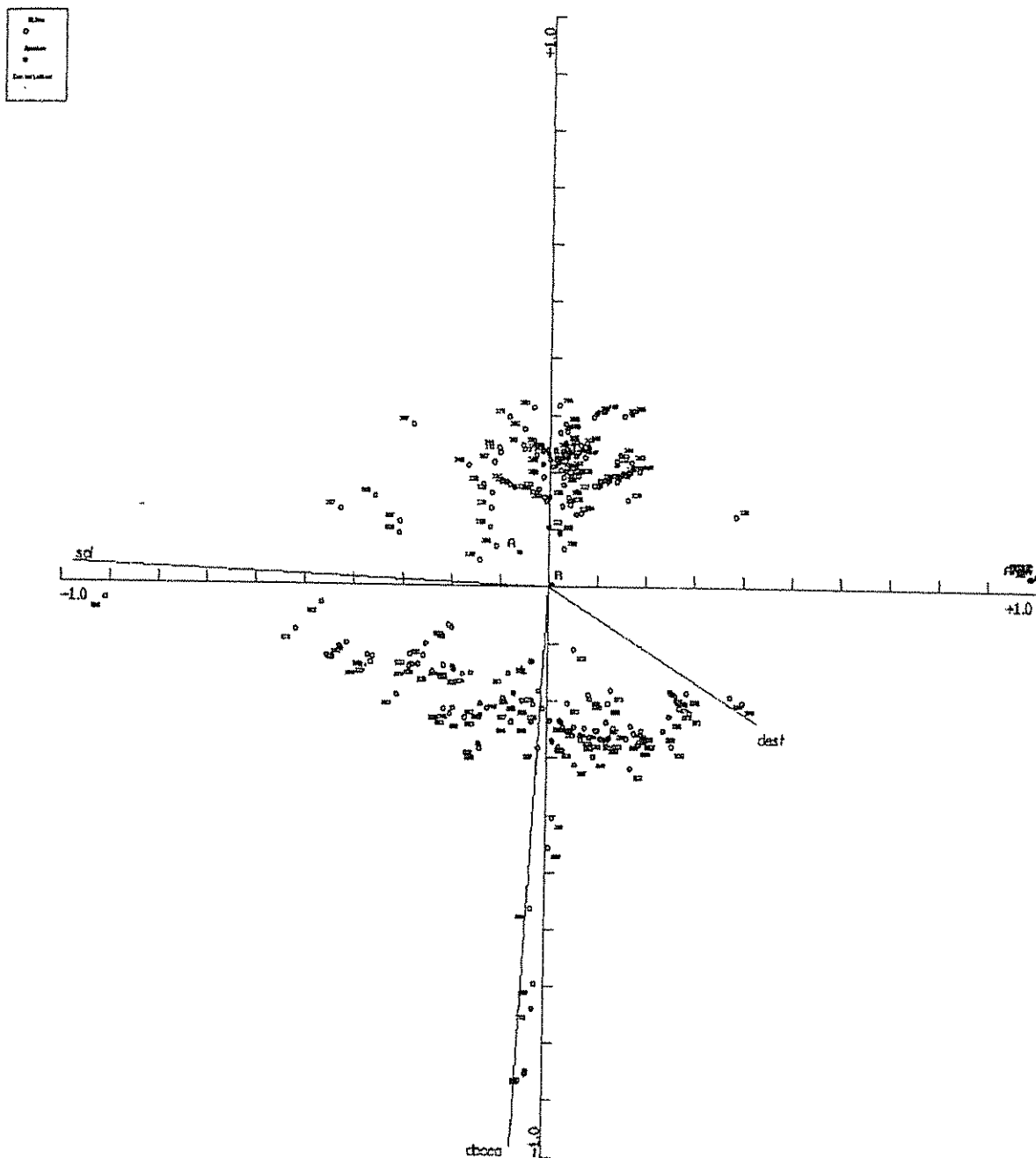


Grafico 1: Diagrama de resultados del análisis de correspondencia canónico para el IVI del grupo 3. Donde las variables ambientales se definen como dest = distancia al estero; dboca = distancia a la boca; sal = salinidad y suelo = substrato; A = Avicennia; L = Laguncularia; R = Rhizophora



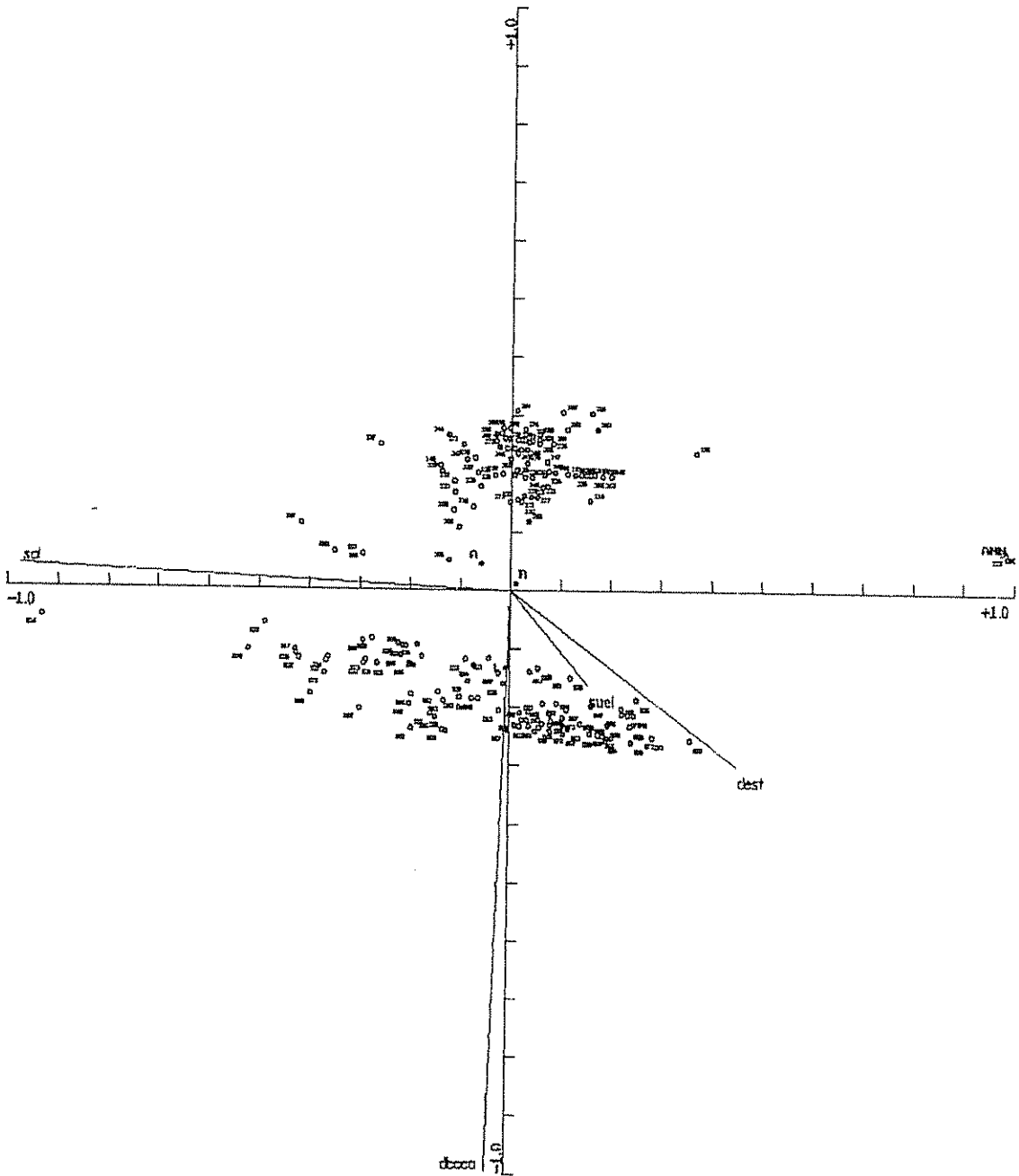


Grafico 2: Diagrama de resultados del análisis de correspondencia canónico para el área basal del grupo 3. Donde las variables ambientales se definen como dest = distancia al estero; dboca = distancia a la boca; sal = salinidad y suelo = substrato; A = Avicennia; L = Laguncularia; R = Rhizophora

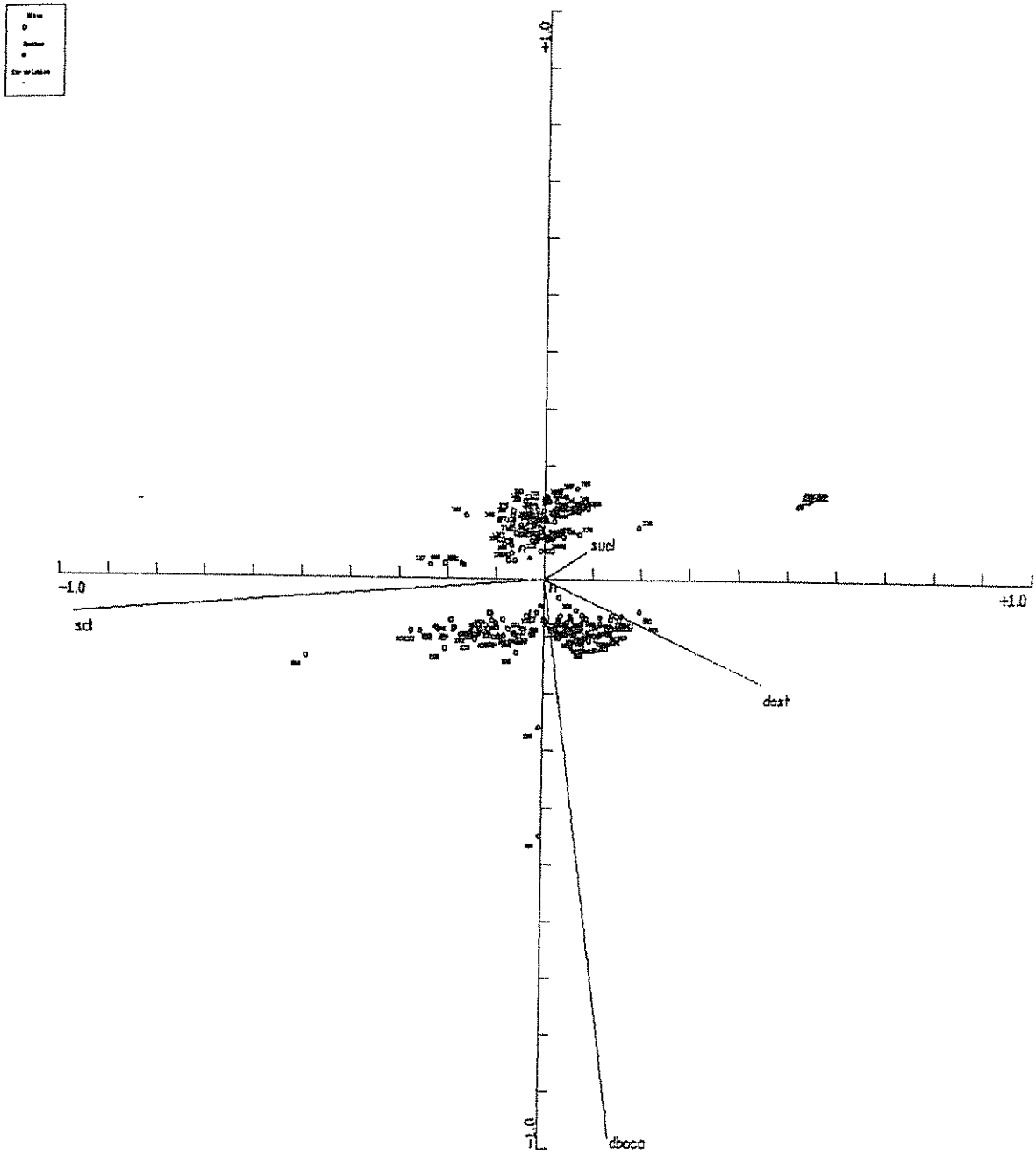


Grafico 3: Diagrama de resultados del análisis de correspondencia canónico para la densidad del grupo 3. Donde las variables ambientales se definen como dest = distancia al estero; dboca = distancia a la boca; sal = salinidad y suelo = substrato; A = Avicennia; L = Laguncularia; R = Rhizophora

## Anexo 5. Análisis de correspondencia canónico para el grupo 4, tanto para IVI, area basal y densidad.

Cuadro 1: Matriz de correlación de pesos (peso = total de la parcela) y resumen de la ordenación para el ivi del grupo 4, sin tomar el efecto de las interacciones.

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	.0440	1.0000							
SPEC AX3	.1163	.2501	1.0000						
SPEC AX4	-.0584	-.3605	.1625	1.0000					
ENVI AX1	.7225	.0000	.0000	-.0001	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.2798	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.2786	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0838	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.6325	.1149	-.0685	.0057	.8754	.4104	.0000	.0000	1.0000
sal	-.5945	.1427	-.0572	.0122	-.8228	.5100	-.2460	.0687	.0687
suel	.1219	.1105	.0577	-.0737	.1687	.3947	-.2053	.1443	.1443
dboca	-.1923	-.0882	-.2525	-.0078	-.2661	-.3151	.2070	-.8791	-.8791
							-.9062	-.0931	-.0931
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

### Resumen de la ordenación sin considerar interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	: .454	.049	.032	.003	4.907
Species-environment correlations	: .723	.280	.279	.084	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 9.3	10.3	10.9	11.0	
of species-environment relation:	84.3	93.5	99.4	100.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					4.907
Sum of all canonical eigenvalues					.539

### Matriz de correlación de pesos considerando el efecto de las interacciones

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	.0566	1.0000							
SPEC AX3	-.0514	-.0337	1.0000						
SPEC AX4	-.0173	-.0297	-.3144	1.0000					
ENVI AX1	.8594	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.4014	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.2991	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.2611	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.6226	.1256	.1352	.0745	.7244	.3128	.4519	.2852	.2852
sal	-.5998	.0634	.0000	.0883	-.6979	.1579	-.0001	.3382	.3382
suel	.1158	.1261	-.0244	-.0101	.1347	.3140	-.0816	-.0385	-.0385
dboca	-.1955	-.1005	.2071	-.0506	-.2275	-.2502	.6925	-.1939	-.1939
des*sal	-.1594	.2158	.1688	.1379	-.1854	.5377	.5643	.5280	.5280
des*suel	.6077	.1692	.1170	.0450	.7071	.4214	.3912	.1723	.1723
sal*suel	-.4502	.1141	-.0163	.0887	-.5238	.2841	-.0547	.3398	.3398
sal*dboc	-.4116	-.0754	.1609	.0184	-.4789	-.1878	.5378	.0705	.0705
sue*dboc	-.1129	-.0383	.2007	-.0585	-.1314	-.0955	.6709	-.2240	-.2240
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

### Resumen de la ordenación considerando interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	: .639	.124	.040	.027	4.907
Species-environment correlations	: .859	.401	.299	.261	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 13.0	15.6	16.4	16.9	
of species-environment relation:	75.1	89.7	94.4	97.5	
Sum of all unconstrained eigenvalues					4.907
Sum of all canonical eigenvalues					.851

Cuadro 2: Matriz de correlación de pesos (peso = total de la parcela) y resumen de la ordenación para el área basal del grupo 4, sin tomar el efecto de las interacciones.

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	-.1342	1.0000							
SPEC AX3	-.1080	-.4390	1.0000						
SPEC AX4	.1080	-.2296	-.0034	1.0000					
ENVI AX1	.7091	.0000	.0000	.0009	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.3668	.0000	.0001	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.1618	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.1114	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.6312	.1542	-.0238	.0115	.8902	.4204	.0000	.0000	1.0000
sal	-.5714	.1979	-.0280	.0184	-.8059	.5397	-.1732	.0955	.0955
suel	.0980	.0317	-.1057	-.0822	.1382	.0865	-.6535	.1713	.1713
dboca	-.1699	.1521	.1262	-.0451	-.2396	.4147	.7799	-.7392	-.7392
								-.4030	-.4030
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

Resumen de la ordenación sin considerar interacciones

Axes	1	2	3	4	Total	inertia
Eigenvalues	: .434	.042	.015	.003		4.086
Species-environment correlations	: .709	.367	.162	.111		
Cumulative percentage variance						
of species data	: 10.6	11.6	12.0	12.1		
of species-environment relation:	87.9	96.3	99.3	100.0		
Sum of all unconstrained eigenvalues						4.086
Sum of all canonical eigenvalues						.493

Matriz de correlación de pesos considerando el efecto de las interacciones

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	-.0085	1.0000							
SPEC AX3	-.1207	.1239	1.0000						
SPEC AX4	-.0271	.0854	-.2167	1.0000					
ENVI AX1	.8424	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.3590	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.4303	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.2869	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.6165	-.1160	.2089	-.0557	.7318	-.3232	.4856	.1691	1.0000
sal	-.5712	-.0667	.0727	.1481	-.6780	-.1859	.4856	-.1940	-.1940
suel	.0935	-.1084	-.0599	-.0702	.1110	-.3020	.1691	.5160	.5160
dboca	-.1736	.0102	.1963	.1003	-.2061	.0284	.4561	-.2447	-.2447
des*sal	-.1644	-.2044	.3029	-.0034	-.1951	-.5695	.7040	-.0119	-.0119
des*suel	.5970	-.1651	.1563	-.0525	.7087	-.4599	.3632	-.1831	-.1831
sal*suel	-.4518	-.0950	.0436	.0494	-.5363	-.2646	.1014	.1720	.1720
sal*dboc	-.3863	-.0031	.2092	.1761	-.4586	-.0086	.4863	.6137	.6137
sue*dboc	-.1059	-.0360	.1551	.0324	-.1257	-.1004	.3604	.1130	.1130
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

Resumen de la ordenación considerando interacciones

Axes	1	2	3	4	Total	inertia
Eigenvalues	: .621	.078	.042	.016		4.086
Species-environment correlations	: .842	.359	.430	.287		
Cumulative percentage variance						
of species data	: 15.2	17.1	18.1	18.5		
of species-environment relation:	80.9	91.1	96.5	98.6		
Sum of all unconstrained eigenvalues						4.086
Sum of all canonical eigenvalues						.767

**Cuadro 3: Matriz de correlación de pesos (peso = total de la parcela) y resumen de la ordenación para la densidad del grupo 4, sin tomar el efecto de las interacciones.**

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	.0425	1.0000							
SPEC AX3	-.0149	-.0371	1.0000						
SPEC AX4	-.0900	-.2525	-.2633	1.0000					
ENVI AX1	.5236	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.4311	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.3883	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0512	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.3574	.3075	-.0598	-.0023	.6825	.7132	-.1540	-.0440	1.0000
sal	-.4136	.2639	-.0144	-.0003	-.7899	.6121	-.0372	-.0061	-.0440
suel	.0546	.0172	.1230	-.0483	.1044	.0400	.3168	-.9419	-.0061
dboca	-.1071	-.0477	-.3699	-.0101	-.2046	-.1106	-.9525	-.1966	-.9419
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

**Resumen de la ordenación sin considerar interacciones**

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	.225	.058	.041	.002	4.633
Species-environment correlations	.524	.431	.388	.051	
Cumulative percentage variance					
of species data	4.9	6.1	7.0	7.0	
of species-environment relation:	69.0	86.9	99.5	100.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					4.633
Sum of all canonical eigenvalues					.326

**Matriz de correlación de pesos considerando el efecto de las interacciones**

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	.0048	1.0000							
SPEC AX3	-.0076	-.0479	1.0000						
SPEC AX4	-.0974	.2946	-.2485	1.0000					
ENVI AX1	.7369	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.4269	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.4451	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.2317	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.3711	-.2389	.0276	.0438	.5036	-.5597	.0621	.1888	1.0000
sal	-.4021	-.2711	.0363	.0752	-.5457	-.6350	.0816	.3245	.1888
suel	.0510	-.0099	.1224	-.0684	.0692	-.0233	.2750	-.2953	.3245
dboca	-.1012	-.0190	-.4142	.0554	-.1374	-.0445	-.9307	.2391	-.2953
des*sal	-.0779	-.3428	.0277	.0646	-.1058	-.8032	.0621	.2790	.2391
des*suel	.3649	-.2270	.0439	.0011	.4951	-.5317	.0986	.0048	.2790
sal*suel	-.2874	-.1918	.1144	.0203	-.3900	-.4494	.2570	.0876	.0048
sal*dboc	-.2379	-.1378	-.3017	.1040	-.3229	-.3229	-.6779	.4490	.0876
sue*dboc	-.0709	-.0058	-.3258	.0251	-.0962	-.0136	-.7321	.1082	.4490
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

**Resumen de la ordenación considerando interacciones**

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	.441	.068	.043	.029	4.633
Species-environment correlations	.737	.427	.445	.232	
Cumulative percentage variance					
of species data	9.5	11.0	11.9	12.5	
of species-environment relation:	75.0	86.5	93.9	98.8	
Sum of all unconstrained eigenvalues					4.633
Sum of all canonical eigenvalues					.588



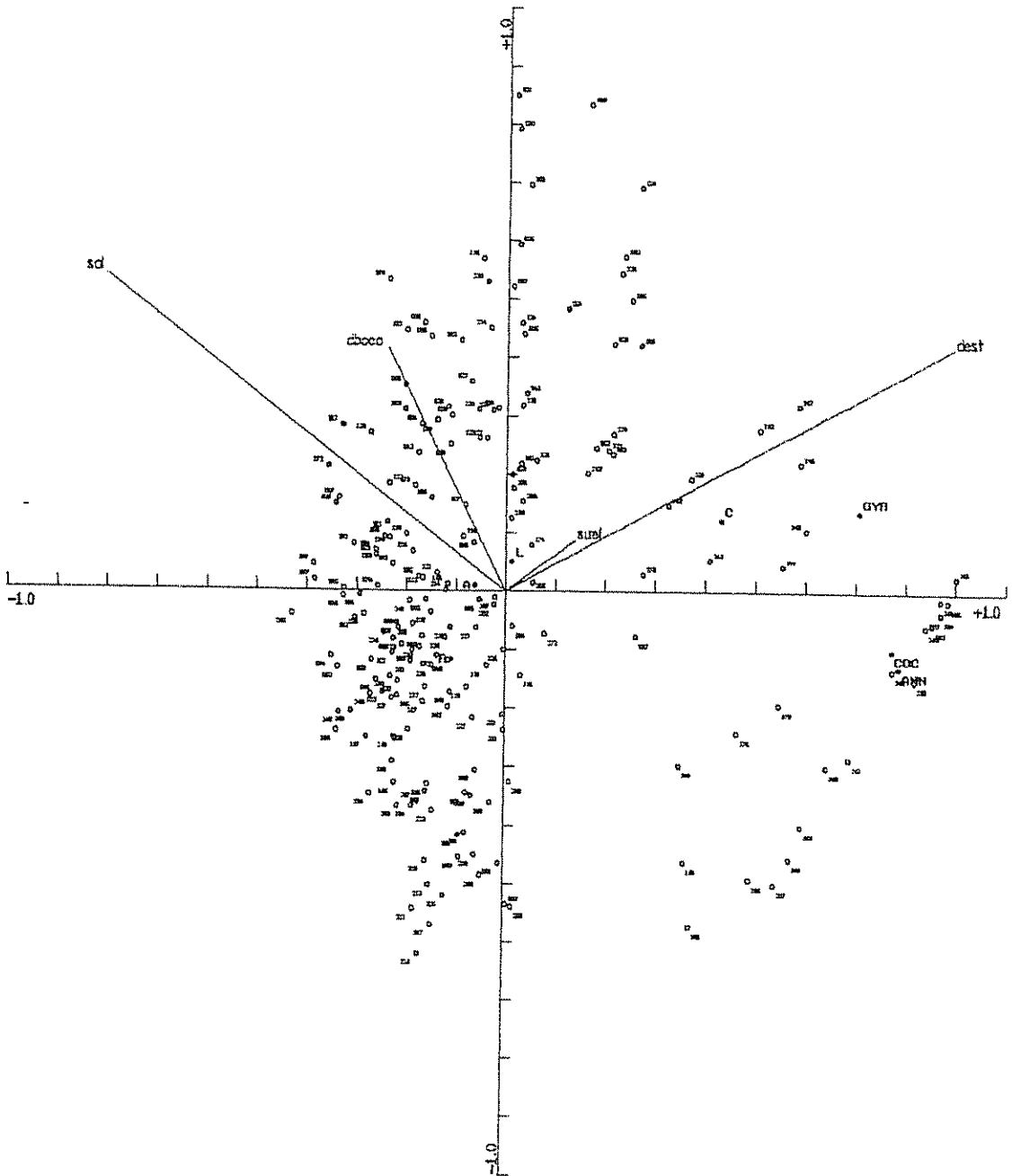


Grafico 2: Diagrama de resultados del análisis de correspondencia canónico para el área basal del grupo 4. Donde las variables ambientales se definen como dest = distancia al estero; dboca = distancia a la boca; sal = salinidad y suelo = substrato; A = Avicennia; L = Laguncularia; R = Rhizophora

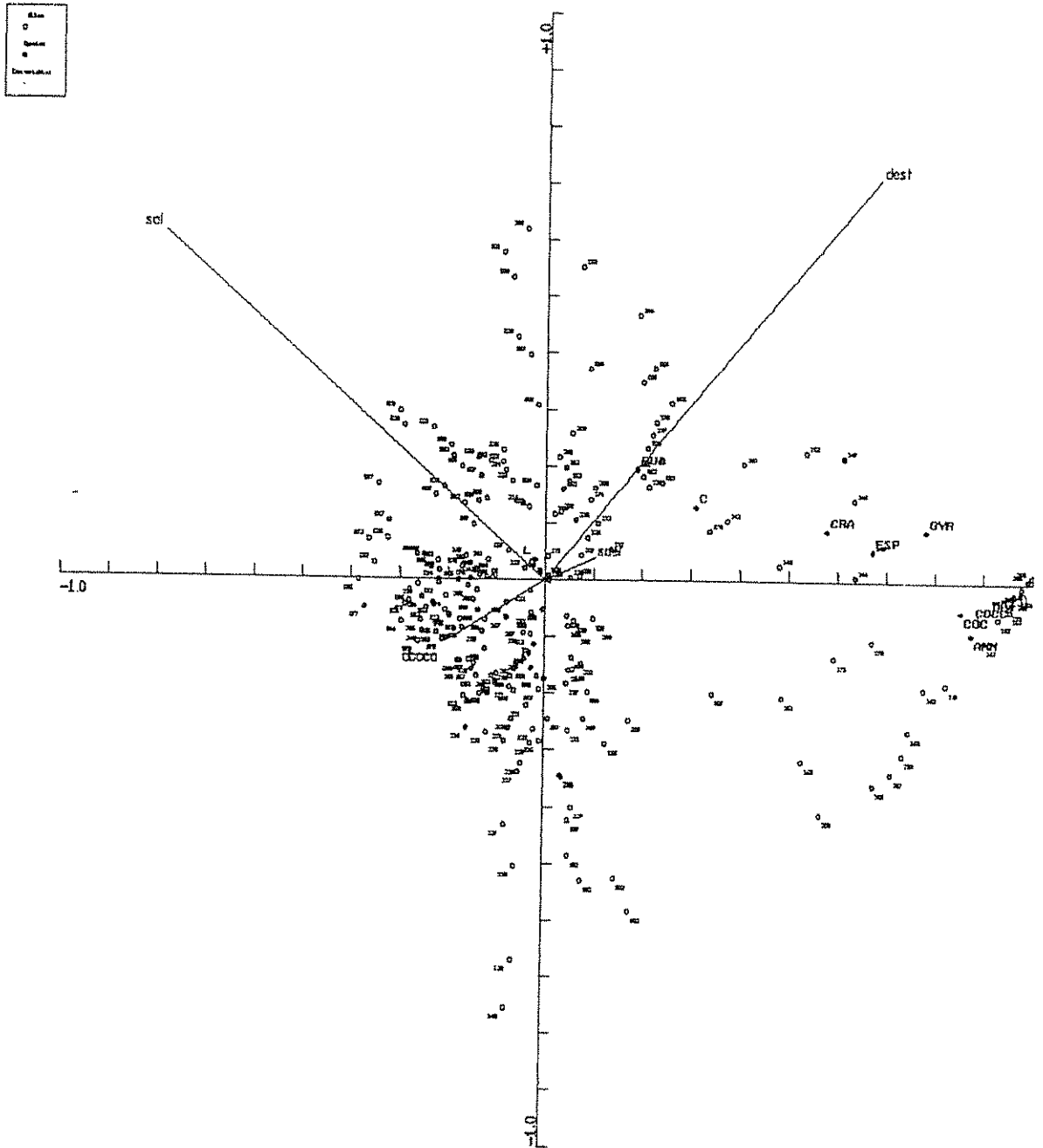


Grafico 3: Diagrama de resultados del análisis de correspondencia canónico para la densidad del grupo 4. Donde las variables ambientales se definen como dest = distancia al estero; dboca = distancia a la boca; sal = salinidad y suelo = substrato; A = Avicennia; L = Laguncularia; R = Rhizophora



## Anexo 6: Análisis de correspondencia canónico para el grupo 5, tanto para el IVI, area basal y densidad

Cuadro 1: Matriz de correlación de pesos (peso = total de la parcela) y resumen de la ordenación para el ivi del grupo 5, sin tomar el efecto de las interacciones.

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	.0021	1.0000							
SPEC AX3	-.8952	-.0032	1.0000						
SPEC AX4	.0008	-.9361	.0000	1.0000					
ENVI AX1	.4457	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.3517	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.2914	.0964	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
sal	-.1040	-.1034	.0000	.0000	.6537	.2741	.0000	.0000	.0000
suel	-.2340	.0871	.0000	.0000	-.2333	-.2941	.0000	.0000	.0000
dboca	.1359	-.2482	.0000	.0000	-.5250	.2478	.0000	.0000	.0000
					.3050	-.7057	.0000	.0000	.0000
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

### Resumen de la ordenación sin considerar interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues					.117
Species-environment correlations	.019	.003	.076	.020	
Cumulative percentage variance	.446	.352	.000	.000	
of species data	16.1	19.4	83.2	100.0	
of species-environment relation:	87.1	100.0	.0	.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					.117
Sum of all canonical eigenvalues					.022

### Matriz de correlación de pesos considerando el efecto de las interacciones

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	.0352	1.0000							
SPEC AX3	.8644	-.0563	1.0000						
SPEC AX4	.0145	-.9286	.0000	1.0000					
ENVI AX1	.5026	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.3669	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	-.2925	.0820	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
sal	-.1052	-.0982	.0000	.0000	-.5819	.2236	.0000	.0000	.0000
suel	.2330	.0985	.0000	.0000	.2093	-.2677	.0000	.0000	.0000
dboca	-.1330	-.2545	.0000	.0000	.4635	.2684	.0000	.0000	.0000
des*sal	-.2549	-.0099	.0000	.0000	-.2647	-.6938	.0000	.0000	.0000
des*suel	-.2467	.1118	.0000	.0000	-.5071	-.0271	.0000	.0000	.0000
sal*dboc	-.0300	-.2471	.0000	.0000	-.4908	.3046	.0000	.0000	.0000
sue*dboc	.0530	-.1017	.0000	.0000	-.0597	-.6734	.0000	.0000	.0000
					.1054	-.2771	.0000	.0000	.0000
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

### Resumen de la ordenación considerando interacciones

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues					.117
Species-environment correlations	.024	.003	.071	.019	
Cumulative percentage variance	.503	.367	.000	.000	
of species data	20.4	23.0	83.4	100.0	
of species-environment relation:	88.8	100.0	.0	.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					.117
Sum of all canonical eigenvalues					.027

Cuadro 2: Matriz de correlación de pesos (peso = total de la parcela) y resumen de la ordenación para el área basal del grupo 5, sin tomar el efecto de las interacciones.

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	-.0086	1.0000							
SPEC AX3	-.9004	.0143	1.0000						
SPEC AX4	-.0047	-.8998	.0000	1.0000					
ENVI AX1	.4350	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.4360	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.3317	-.1458	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
sal	-.1357	.3220	.0000	.0000	.7625	-.3344	.0000	.0000	.0000
suel	-.1819	-.2753	.0000	.0000	-.3118	.7385	.0000	.0000	.0000
dboca	.1017	-.2398	.0000	.0000	.4182	-.6315	.0000	.0000	.0000
					.2337	-.5501	.0000	.0000	.0000
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

Resumen de la ordenación sin considerar interacciones

Axes		1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	:	.023	.008	.099	.032	.162
Species-environment correlations	:	.435	.436	.000	.000	
Cumulative percentage variance						
of species data	:	14.3	18.9	80.0	100.0	
of species-environment relation:	:	75.2	100.0	.0	.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues						.162
Sum of all canonical eigenvalues						.031

Matriz de correlación de pesos considerando el efecto de las interacciones

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	-.0728	1.0000							
SPEC AX3	.8832	-.1207	1.0000						
SPEC AX4	-.0391	-.8645	.0000	1.0000					
ENVI AX1	.4673	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.4880	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	-.3372	-.1047	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
sal	.1484	.3035	.0000	.0000	-.7215	-.2146	.0000	.0000	.0000
suel	.1707	-.2956	.0000	.0000	.3175	.6219	.0000	.0000	.0000
dboca	-.1111	-.2260	.0000	.0000	.3654	-.6058	.0000	.0000	.0000
des*sal	-.2554	.0601	.0000	.0000	-.2378	-.4631	.0000	.0000	.0000
sal*suel	.2552	.0835	.0000	.0000	-.5466	.1231	.0000	.0000	.0000
des*suel	-.2991	-.1910	.0000	.0000	.5461	-.1711	.0000	.0000	.0000
					-.6401	-.3913	.0000	.0000	.0000
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

Resumen de la ordenación considerando interacciones

Axes		1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	:	.027	.010	.095	.030	.162
Species-environment correlations	:	.467	.488	.000	.000	
Cumulative percentage variance						
of species data	:	16.4	22.3	81.3	100.0	
of species-environment relation:	:	73.5	100.0	.0	.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues						.162
Sum of all canonical eigenvalues						.036

**Cuadro 3: Matriz de correlación de pesos (peso = total de la parcela) y resumen de la ordenación para la densidad del grupo 5, sin tomar el efecto de las interacciones.**

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	-.0086	1.0000							
SPEC AX3	-.9004	.0143	1.0000						
SPEC AX4	-.0047	-.8998	.0000	1.0000					
ENVI AX1	.4350	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.4360	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	.3317	-.1458	.0000	.0000	.7625	-.3344	.0000	.0000	.0000
sal	-.1357	.3220	.0000	.0000	-.3118	.7385	.0000	.0000	.0000
suel	-.1819	-.2753	.0000	.0000	-.4182	-.6315	.0000	.0000	.0000
dboca	.1017	-.2398	.0000	.0000	.2337	-.5501	.0000	.0000	.0000
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

**Resumen de la ordenación sin considerar interacciones**

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	: .023	.008	.099	.032	.162
Species-environment correlations	: .435	.436	.000	.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 14.3	18.9	80.0	100.0	
of species-environment relation:	75.2	100.0	.0	.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					.162
Sum of all canonical eigenvalues					.031

**Matriz de correlación de pesos considerando el efecto de las interacciones**

SPEC AX1	1.0000								
SPEC AX2	-.0728	1.0000							
SPEC AX3	.8832	-.1207	1.0000						
SPEC AX4	-.0391	-.8645	.0000	1.0000					
ENVI AX1	.4673	.0000	.0000	.0000	1.0000				
ENVI AX2	.0000	.4880	.0000	.0000	.0000	1.0000			
ENVI AX3	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000		
ENVI AX4	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.0000	
dest	-.3372	-.1047	.0000	.0000	-.7215	-.2146	.0000	.0000	.0000
sal	.1484	.3035	.0000	.0000	.3175	.6219	.0000	.0000	.0000
suel	.1707	-.2956	.0000	.0000	.3654	-.6058	.0000	.0000	.0000
dboca	-.1111	-.2260	.0000	.0000	-.2378	-.4631	.0000	.0000	.0000
des*sal	-.2554	.0601	.0000	.0000	-.5466	.1231	.0000	.0000	.0000
sal*suel	.2552	.0835	.0000	.0000	.5461	.1711	.0000	.0000	.0000
des*suel	-.2991	-.1910	.0000	.0000	-.6401	-.3913	.0000	.0000	.0000
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4	

**Resumen de la ordenación considerando interacciones**

Axes	1	2	3	4	Total inercia
Eigenvalues	: .027	.010	.095	.030	.162
Species-environment correlations	: .467	.488	.000	.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	: 16.4	22.3	81.3	100.0	
of species-environment relation:	73.5	100.0	.0	.0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					.162
Sum of all canonical eigenvalues					.036

### Anexo 7: Densidad y area basal por hectarea para cada zona, linea y clase diamétrica

ZONA	LINEA	CLASE DAP	DENSIDAD/ha	ABASAL/ha
1	1	2.5-4.9	768.2	1.0531
1	1	5.0-9.9	395.3	2.7875
1	1	10.0-14.9	64.7	1.9444
1	1	15.0-19.9	20.0	1.2423
1	1	20.0-24.9	15.3	1.2992
1	1	25.0-29.9	2.4	0.4376
1	1	30.0-34.9	4.7	0.4004
1	1	35.0-39.9	3.5	0.3990
1	1	40.0-44.9	3.5	0.4904
1		TOTAL	1277.6	10.0539
1	2	2.5-4.9	1104.5	2.4027
1	2	5.0-9.9	690.3	3.6725
1	2	10.0-14.9	48.7	1.3022
1	2	15.0-19.9	10.4	0.4019
1	2	20.0-24.9	1.3	0.1882
1	2	25.0-29.9	1.9	0.1201
1	2	30.0-34.9	2.6	0.1930
1	2	40.0-44.9	1.9	0.5549
1	2	50 +	1.9	0.6674
1		TOTAL	1863.6	9.5028
1	3	2.5-4.9	354.5	0.4939
1	3	5.0-9.9	254.5	1.2065
1	3	10.0-14.9	45.5	0.8660
1	3	15.0-19.9	18.2	0.4293
1	3	20.0-24.9	27.3	1.0322
1	3	35.0-39.9	9.1	0.8746
1		TOTAL	709.1	4.9025
1	4	2.5-4.9	985.1	1.7345
1	4	5.0-9.9	498.5	2.7743
1	4	10.0-14.9	38.8	1.5821
1	4	15.0-19.9	19.4	1.0965
1	4	20.0-24.9	9.0	0.8688
1	4	25.0-29.9	6.0	0.5334
1	4	35.0-39.9	1.5	0.1711
1	4	50 +	1.5	0.3109
1		TOTAL	1559.7	8.7608
1	5	2.5-4.9	458.8	0.9668
1	5	5.0-9.9	400.0	2.3242
1	5	10.0-14.9	82.4	0.9674
1	5	15.0-19.9	17.6	0.7405
1	5	20.0-24.9	23.5	0.8597
1	5	25.0-29.9	5.9	0.3622
1	5	30.0-34.9	5.9	0.5031
1		TOTAL	994.1	6.7241

2	1	2.5-4.9	382.9	0.5960
2	1	5.0-9.9	367.9	2.7764
2	1	10.0-14.9	101.4	2.8402
2	1	15.0-19.9	47.9	1.8689
2	1	20.0-24.9	16.4	0.9612
2	1	25.0-29.9	4.3	0.3851
2	1	30.0-34.9	0.7	0.0582
2	1	35.0-39.9	1.4	0.1394
2		TOTAL	922.9	9.6254
2	2	2.5-4.9	928.9	1.4951
2	2	5.0-9.9	719.7	4.2592
2	2	10.0-14.9	89.5	2.0286
2	2	15.0-19.9	7.9	0.2016
2	2	20.0-24.9	6.6	0.6248
2	2	25.0-29.9	1.3	0.4758
2	2	30.0-34.9	2.6	0.3914
2	2	45.0-49.9	2.6	0.4307
2	2	50 +	1.3	0.3115
2		TOTAL	1760.5	10.2187
2	3	2.5-4.9	678.5	0.9744
2	3	5.0-9.9	701.1	3.7449
2	3	10.0-14.9	104.3	1.7995
2	3	15.0-19.9	33.3	0.7912
2	3	20.0-24.9	12.9	0.4559
2	3	25.0-29.9	4.3	0.2497
2	3	30.0-34.9	3.2	0.2727
2	3	35.0-39.9	1.1	0.1070
2		TOTAL	1538.7	8.3953
2	4	2.5-4.9	586.3	0.8573
2	4	5.0-9.9	435.6	3.0864
2	4	10.0-14.9	115.1	2.6720
2	4	15.0-19.9	43.8	2.0455
2	4	20.0-24.9	28.8	1.3999
2	4	25.0-29.9	5.5	0.3520
2	4	30.0-34.9	9.6	1.1257
2	4	35.0-39.9	2.7	0.3026
2			1227.4	11.8413
2	5	2.5-4.9	810.9	1.1381
2	5	5.0-9.9	712.7	4.7480
2	5	10.0-14.9	120.0	2.6931
2	5	15.0-19.9	20.0	0.5029
2	5	20.0-24.9	3.6	0.3382
2	5	25.0-29.9	5.5	0.6192
2	5	35.0-39.9	1.8	0.2062
2		TOTAL	1674.5	10.2457

3	1	2.5-4.9	529.5	0.9879
3	1	5.0-9.9	498.1	3.1426
3	1	10.0-14.9	92.9	1.9453
3	1	15.0-19.9	17.9	0.5040
3	1	20.0-24.9	13.5	0.6649
3	1	25.0-29.9	7.7	0.4508
3	1	30.0-34.9	4.5	0.3709
3	1	35.0-39.9	2.6	0.2689
3	1	40.0-44.9	0.6	0.0859
3	1	45.0-49.9	2.6	0.4276
3		TOTAL	1169.9	8.8489
3	2	2.5-4.9	331.6	0.6304
3	2	5.0-9.9	273.7	1.3760
3	2	10.0-14.9	78.9	2.6745
3	2	15.0-19.9	15.8	0.5219
3	2	20.0-24.9	21.1	2.1249
3	2	25.0-29.9	15.8	0.9958
3	2	30.0-34.9	5.3	0.8003
3	2	35.0-39.9	10.5	1.8855
3	2	40.0-44.9	5.3	0.8003
3	2	45.0-49.9	10.5	1.8855
3	2	50 +	15.8	3.8443
3		TOTAL	768.4	14.8536
3	3	2.5-4.9	186.7	0.5239
3	3	5.0-9.9	320.0	2.2336
3	3	10.0-14.9	60.0	1.0366
3	3	15.0-19.9	40.0	1.2581
3	3	20.0-24.9	6.7	0.3016
3		TOTAL	613.3	5.3537
3	4	2.5-4.9	502.2	0.9056
3	4	5.0-9.9	393.3	3.2447
3	4	10.0-14.9	88.9	1.6210
3	4	15.0-19.9	31.1	1.1632
3	4	20.0-24.9	26.7	1.7013
3	4	25.0-29.9	13.3	0.9643
3	4	30.0-34.9	2.2	0.1710
3	4	35.0-39.9	4.4	0.4846
3	4	40.0-44.9	4.4	0.6638
3	4	45.0-49.9	2.2	0.3774
3		TOTAL	1068.9	11.2970
3	5	2.5-4.9	387.5	0.9578
3	5	5.0-9.9	387.5	1.6145
3	5	10.0-14.9	12.5	0.1924
3	5	15.0-19.9	25.0	2.5665
3	5	25.0-29.9	25.0	1.4854
3	5	30.0-34.9	12.5	1.0053
3	5	35.0-39.9	12.5	1.4176
3	5	50 +	12.5	2.6546
3		TOTAL	875.0	11.8940

5	1	2.5-4.9	1127.3	1.5216
5	1	5.0-9.9	746.5	3.8399
5	1	10.0-14.9	101.0	1.9732
5	1	15.0-19.9	24.2	1.0385
5	1	20.0-24.9	13.1	0.8439
5	1	25.0-29.9	7.1	0.8130
5	1	30.0-34.9	1.0	0.0917
5	1	35.0-39.9	1.0	0.1146
5	1	45.0-49.9	1.0	0.1905
5	1	50 +	1.0	0.2762
5		TOTAL	2023.2	10.7028
5	2	2.5-4.9	1600.0	3.4870
5	2	5.0-9.9	950.0	5.1950
5		TOTAL	2550.0	8.6820
5	3	2.5-4.9	561.5	1.1064
5	3	5.0-9.9	609.0	4.4770
5	3	10.0-14.9	69.2	1.1155
5	3	15.0-19.9	10.3	0.2849
5	3	20.0-24.9	6.4	0.2410
5	3	30.0-34.9	1.3	0.1097
5		TOTAL	1257.7	7.3343
5	4	2.5-4.9	1091.7	1.7136
5	4	5.0-9.9	611.1	4.0902
5	4	10.0-14.9	58.3	0.8813
5	4	15.0-19.9	19.4	0.4688
5	4	20.0-24.9	19.4	0.8637
5	4	25.0-29.9	8.3	0.4834
5	4	30.0-34.9	2.8	0.2642
5	4	45.0-49.9	2.8	0.5238
5		TOTAL	1813.9	9.2891
5	5	2.5-4.9	800.0	0.9580
5	5	5.0-9.9	100.0	1.7060
		TOTAL	900.0	2.6640