



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**PATRONES BIOTIPOLOGICOS A NIVEL FOLIAR DE LA
VEGETACION Y SU RESPUESTA A LAS SERIES HIDRICAS EN
AREAS DE LA REGION CARIBE DE COLOMBIA**

MARY LEE BERDUGO LATTKE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS-DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLOGÍA
BOGOTÁ D.C, COLOMBIA
2011

**PATRONES BIOTIPOLOGICOS A NIVEL FOLIAR DE LA
VEGETACION Y SU RESPUESTA A LAS SERIES HIDRICAS EN
AREAS DE LA REGION CARIBE DE COLOMBIA**

MARY LEE BERDUGO LATTKE

Tesis presentada como requisito parcial para optar al titulo de:
Magister en Ciencias Biología

DIRECTOR:
Dr. J. ORLANDO RANGEL-Ch

Línea de Investigación:
Biodiversidad y Conservación
Grupo de Investigación:
Biodiversidad y conservación del Instituto de Ciencias Naturales

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS-DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLOGÍA
BOGOTÁ D.C, COLOMBIA
2011

A mi hermoso país, a mis padres y hermanos....

“La naturaleza ha puesto en nuestras mentes
un insaciable deseo de ver la verdad”

Cicerón, Marco Tulio

“Una sociedad que decide organizarse sin una ética mínima,
altruista y respetuosa de la naturaleza,
está trazando el camino de su propia autodestrucción”

Leonardo Boff

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar le agradezco a Dios, quien me ha dado todas las herramientas posibles para culminar con éxito este estudio, así mismo a mis padres y hermanos quienes siempre me han dado su apoyo y amor incondicional, vital para culminar todos los proyectos en los que he participado.

A mi director de tesis Dr. J. Orlando Rangel-Ch, quien me ha brindado la oportunidad de desarrollar esta investigación dentro del grupo de Biodiversidad y Conservación del ICN, también porque ha edificado con su valiosa experiencia, gran parte de mi formación como profesional. Al M.Sc. Doctor (c) Henry Arellano Peña por su colaboración, observaciones y trabajo en la aplicación de su metodología para extraer con precisión el área foliar. Al M.Sc. René López quien me brindo su guía y observaciones en los análisis estadísticos. Al M.Sc. Andres Avella, M.Sc. Denisse Cortés y a la estudiante de maestría Adela Vásquez, quienes me facilitaron los análisis florísticos y climáticos para la mayoría de los sitios de muestreo. A la bióloga Lorena Roza, M.Sc. Yennifer García y M.Sc. Viviana Cortés por brindarme su incondicional ayuda en el procesamiento del material vegetal y sus aportes en el transcurso de esta investigación. Al grupo de Biodiversidad y Conservación porque la mayoría de sus integrantes me aportaron herramientas y críticas para culminar este trabajo.

En el marco del proyecto “Valoración de la biodiversidad del Caribe Colombiano: Síntesis del conocimiento y servicios ambientales” expreso mi agradecimiento a la Vicerrectoría de investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá - DIB, por el financiamiento de esta investigación. Al Instituto de Ciencias Naturales (ICN) por brindarme sus instalaciones para el procesamiento del material vegetal. Finalmente a todos mis amigos cercanos y aquellas personas que desde el comienzo hasta el final de esta investigación me brindaron su ayuda y aportes.

RESUMEN

Se presentan los resultados del análisis de las variaciones morfo-ecológicas en diferentes formaciones vegetales a lo largo de un gradiente de precipitación en localidades del Caribe de Colombia. El patrón biotipológico para todo el gradiente de precipitación corresponde a hojas simples, grandes (mesófilas y macrófilas), alargadas, de borde entero, ápice puntiforme, con base aguda u obtusa, consistencia membranosa y subcoriácea, sin protección, nerviación penninervia y tipo de grosor B (0.16 mm-0.35 mm). En los sitios con mayor precipitación aumentó el predominio de las hojas simples, mesófilas y macrófilas, de consistencia coriácea y sub-coriácea, ápice puntiforme condición que se relaciona con el drenaje efectivo del agua sobre la lámina foliar, forma alargada, base aguda y obtusa, bordes irregulares (serrulados y ondeados), tipo de grosor B, C, D y E, nerviación penninervia y sin protección. En los sitios con menor precipitación aumentó la representación de hojas micrófilas, ápice angulado, categoría de grosor tipo A, y protección en ambas caras de la lámina foliar. En las características cuantitativas se observó una tendencia al aumento del área de la lámina foliar, el peso específico, la esclerofilia y el grosor en los sitios con mayor precipitación especialmente en los estratos inferiores donde estas características mostraron mayor representación. La participación de la esclerofilia se redujo en los estratos inferiores en todos los sitios. El modelo biotipológico foliar en la mayoría de las familias y géneros muestra las mismas tendencias observadas para el gradiente de precipitación.

Palabras clave:

Patrón biotipológico, Morfoecología, precipitación, textura foliar.

ABSTRACT

The results of the analysis of the morpho-ecological leaf variations according to vegetation types in along a rainy gradient at the Caribbean region of Colombia are presented. The morfo-ecological pattern corresponds to simple leaves, large (mesophyll and macrophyll leaf), elongated, entire margin, apex punctate (acuminate), with acute or obtuse base, membranaceous and sub-coriaceous consistency, absence of indument, pinnate nervation-type and thickness degree type B (0.16 mm-0.35 mm). The predominance of simple leaves, mesophyll and macrophyll, coriaceous and sub-coriaceous consistency, punctate apex (condition related whit effective drainage of water on the leaf), elongated, acute and obtuse base, irregular margin (serrate and undulated), thickness degree type B, C, D and E, pinnate nervation and absence of indumenta increased in rainy sites, meantime, the microphyll leaves and angled apex, thickness type A (0.005-0.15 mm) and presence of indument on both sides of the leaf increased in dry sites. The venation of leaf, base and type leaf (simple or compound) didn't show along with the rainy gradient. The area leaf, specific weight, sclerophyllous and thickness degree increased at rainy sites specially in the lower strata where these characteristics showed a higher representation. The percentage of sclerophyllous decreased in the lower strata in all sites. The leaf model in most important families and genera in the rainy sites show the same tendencies that in the precipitation gradient.

Keywords:

Biotypological pattern, Morfo-ecology, precipitation, leaf texture

CONTENIDO

RESUMEN	VIII
INDICE DE FIGURAS	XII
INDICE DE TABLAS	XV
1. INTRODUCCIÓN	19
2. MARCO TEORICO	20
2.1 ESPECTRO BIOTIPOLOGICO FOLIAR EN EL MUNDO	20
2.2 ESPECTRO BIOTIPOLOGICO FOLIAR EN COLOMBIA	23
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
3.1 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	25
3.2 JUSTIFICACIÓN	25
4. OBJETIVOS	26
4.1 OBJETIVO GENERAL	26
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
5. METODOLOGÍA	26
5.1 MÉTODOS DE MUESTREO	26
5.1.1 Fase de campo	26
5.1.2 Fase de laboratorio	28
5.2 MÉTODOS DE ANÁLISIS	29
6. GENERALIDADES	31
6.1 ÁREA DE ESTUDIO	31
6.2 CLIMA Y SUELO	32
6.2.1 Departamento de Córdoba	32
6.2.2 Departamento de Córdoba, bosques de manglar	32
6.2.3 Departamento de Atlántico, municipio Juan de Acosta.....	32
6.2.4 Serranía del Perijá baja montaña (1000m – 2000m)	36
6.2.5 Descripción de clima y de las características de los suelos en los sitios del área de estudio	36
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
7.1 DESCRIPCIÓN DEL PATRON FOLIAR PARA CADA LEVANTAMIENTO	42
7.1.1 Departamento de Córdoba, municipio Puerto Libertador, vereda “Candelaria”, finca “Lagundera” (altitud 130-145m)	42
7.1.2 Departamento de Córdoba, municipio de Tierralta, vereda “La Oscurana”.....	46
7.1.3 Departamento de Córdoba, municipio de Tierra Alta, vereda “Tuis Tuis”, finca “Tuti-fruti”	52
7.1.4 Departamento de Córdoba, municipio de Canalete, corregimiento de Popayán, vereda “Canalete”, finca “Las Delicias”.....	55
7.1.5 Departamento de Córdoba, municipio de Moñitos, vereda “La Vega”	58
7.1.6 Departamento de Córdoba, municipio los Córdoba, vereda “Santa Rosa”, reserva “Campo Alegre”	62

7.1.7 Departamento de La Guajira, municipio Urumita, vereda “Tres Picos”, finca “Nueva Idea” (bosque subandino).....	66
7.1.8 Departamento de Córdoba, municipio de San Bernardo del Viento y San Antero, bahía de Cispatá.....	71
7.1.9 Departamento de Atlántico, municipio Juan de Acosta, reserva “Batatilla” y “Sarmiento”; y municipio de Usiacurí, caño Lurisa	80
7.2 DESCRIPCIÓN DEL PATRON FOLIAR SEGÚN UNIDADES SINTAXONOMICAS	85
7.3 RIQUEZA FLORÍSTICA Y PATRON BIOTIPOLOGICO FOLIAR	90
7.3.1 Bosques de la franja tropical (gradiente de precipitación)	90
7.3.1.1 Riqueza y composición florística	90
7.3.1.2 Selectividad de las familias en el gradiente de precipitación	93
7.3.1.3 Riqueza de familias según la estratificación de la vegetación	100
7.3.1.4 Selectividad de las familias según la estratificación	103
7.3.2 Análisis de las características morfoecológicas a nivel foliar de las familias más representativas	104
7.4 ANALISIS DE LAS RELACIONES ENTRE CARACTERÍSTICAS FOLIARES CON LA PRECIPITACIÓN (SERIE HÍDRICA)	127
7.4.1 Análisis de la relación de las características cuantitativas con a la precipitación (serie hídrica).....	127
7.4.1.1 Análisis de la tendencia de las características cuantitativas con respecto a la precipitación	127
7.4.1.1 Relación entre las características cuantitativas y la precipitación	134
7.4.2 Análisis de la relación de las características cualitativas con la precipitación (serie hídrica).....	136
7.4.2.1 Relación entre las características cualitativas	151
7.4.3 Análisis multivariado de las características foliares cuantitativas y el gradiente de precipitación.....	156
7.4.4 Síntesis del análisis de las características foliares con el gradiente de precipitación ...	158
7.5 RELACIONES ENTRE LA PRECIPITACION Y LAS CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS.	161
7.5.1 Características de los suelos con relación al gradiente de precipitación	161
7.5.2 Análisis multivariado de las características foliares cuantitativas, suelo y precipitación.	164
7.6 ANALISIS DE OTROS TIPOS DE BOSQUE	166
7.6.1 BOSQUES DE MANGLAR	166
7.6.2 BOSQUE SUB-ANDINO	169
7.7 PATRÓN BIOTIPOLOGICO FOLIAR PARA LA REGION DE VIDA TROPICAL DE COLOMBIA	172
8. CONCLUSIONES	173
9. LITERATURA CITADA	175
10.ANEXOS	181

INDICE DE FIGURAS

Figura A. Perfil Fisionómico de vegetación. Estrato Arbóreo superior (As) > 25 m, Arbóreo inferior (Ai) 25 – 12 m, Subarbóreo (Ar) 12 - 5 m, Arbustivo (Arb) 5 – 1,5 m, Herbáceo (H) 1.5 – 0.25 m, Rasante (R) < 0.25 m. Fuente gráfica: Meier (2004).....	27
Figura B. Área de estudio.....	35
Figura 1. A la derecha: Figuras de tipo <i>boxplot</i> para cada variable cuantitativa de los levantamientos SC-1 y SC-2, en cada figura se indica los valores atípicos (<i>outliers</i>), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.....	45
Figura 2. Figuras de tipo <i>boxplot</i> para cada variable cuantitativa de los levantamientos SC-6, SC-7/8 y SC-9, en cada figura se indica los valores atípicos (<i>outliers</i>), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.....	51
Figura 3. A la derecha: Figuras de tipo <i>boxplot</i> para cada variable cuantitativa del levantamiento SC-16B, en cada figura se indica los valores atípicos (<i>outliers</i>), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.....	54
Figura 4. A la derecha: Figuras de tipo <i>boxplot</i> para cada variable cuantitativa del levantamiento NC-5, en cada figura se indica los valores atípicos (<i>outliers</i>), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.....	57
Figura 5. A la derecha: Figuras de tipo <i>boxplot</i> para cada variable cuantitativa de los levantamientos NC-1 y NC-2, en cada figura se indica los valores atípicos (<i>outliers</i>), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.....	61
Figura 6. A la derecha: Figuras de tipo <i>boxplot</i> para cada variable cuantitativa de los levantamientos NC-3 y NC-4, en cada figura se indica los valores atípicos (<i>outliers</i>), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.....	65
Figura 7. Figuras de tipo <i>boxplot</i> para cada variable cuantitativa de los levantamientos GU-P1, GU-P2, GU-P3 y GU-P4, en cada figura se indica los valores atípicos (<i>outliers</i>), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.....	70
Figura 8A. Figuras de tipo <i>boxplot</i> para cada variable cuantitativa de los levantamientos del bosque de manglar (desde S-01 a S-05), en cada figura se indica los valores atípicos (<i>outliers</i>), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.....	77
Figura 8B. Figuras de tipo <i>boxplot</i> para cada variable cuantitativa de los levantamientos del bosque de manglar (desde S-06 a S-09), en cada figura se indica los valores atípicos (<i>outliers</i>), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.....	78
Figura 8C. Figuras de tipo <i>boxplot</i> para cada variable cuantitativa de los levantamientos del bosque de manglar (desde S-10 a S-15), en cada figura se indica los valores atípicos (<i>outliers</i>), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.....	79
Figura 9. Figuras de tipo <i>boxplot</i> para cada variable cuantitativa de los levantamientos JA-1, JA-2, JA-3 y JA-4, en cada figura se indica los valores atípicos (<i>outliers</i>), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.....	84
Figura 10. Número de especies utilizadas en la caracterización morfoecológica a nivel foliar y en los inventarios de composición florística.	90
Figura 11. Riqueza de especies por familia, para todo el gradiente de precipitación. En la etiqueta “Indet.” se agrupan todos los individuos que no lograron ser identificados taxonómicamente y la etiqueta “Otras Familias” agrupa aquellas con un número menor a cuatro especies.....	94
Figura 12. Riqueza de especies por género, para todo el gradiente de precipitación. En la etiqueta “Indet.” se agrupan todos los individuos que no lograron ser identificados taxonómicamente y la etiqueta “Otros Géneros” agrupa aquellos con un número de especies inferior a cuatro (Anexo 13).	95
Figura 13. Riqueza de especies por Familia, para cada levantamiento. Los levantamientos se encuentran ordenados de mayor a menor precipitación. La etiqueta “Indet.” Agrupa todos los individuos que no lograron ser identificados taxonómicamente.	96
Figura 14. Riqueza relativa ponderada (*10 ²) de especies por levantamiento. A: familias presentes en más de ocho levantamientos. B y C: familias presentes en nueve levantamientos, comparadas	

con las familias de mayor frecuencia (Rubiaceae y Moraceae). D: familias presentes en el 25% de los levantamientos, comparadas con las familias de mayor frecuencia. Los sitios están organizados de mayor a menor precipitación.	98
Figura 15. Distribución de las familias según el estrato donde se presentaron. Estrato arbóreo (Ai), sub-arbóreo (Ar), arbustivo (Arb), herbáceo (H) y rasante (R).	103
Figura 16. Valores del área foliar con respecto a los tipos de bosque de acuerdo al gradiente de precipitación, se muestran como puntos los datos atípicos resultantes al reunir todos los datos de los bosques.	129
Figura 17. Valores del SLW con respecto a los tipos de bosque de acuerdo al gradiente de precipitación, se muestran como puntos los datos atípicos resultantes al reunir todos los datos de los bosques.	130
Figura 18. Valores de la succulencia con respecto a los tipos de bosque de acuerdo al gradiente de precipitación, se muestran como puntos los datos atípicos resultantes al reunir todos los datos de los bosques.	131
Figura 19. Valores de la esclerofilia con respecto a los tipos de bosque de acuerdo al gradiente de precipitación, se muestran como puntos los datos atípicos resultantes al reunir todos los datos de los bosques.	132
Figura 20. Valores del grosor con respecto a los tipos de bosque de acuerdo al gradiente de precipitación, se muestran como puntos los datos atípicos resultantes al reunir todos los datos de los bosques.	133
Figura 21. CLASES DE TAMAÑO: Distribución de cada categoría de tamaño con respecto al gradiente de precipitación. Se muestra una línea de tendencia para aquellas categorías que poseen una correlación (Spearman) estadísticamente significativa. En algunas categorías no se obtuvo datos para todo el gradiente y solo se observa la distribución de acuerdo a los montos de precipitación donde apareció. Nanófilas (entre 26 y 225mm ²), Micrófilas (entre 226 y 2.025 mm ²), Notófilas (entre 2.026 y 4.500 mm ²), Mesófilas (entre 4.501 y 18.225 mm ²), Macrófilas (entre 18.226 y 164.025 mm ²) y Megáfilas (> 164.025 mm ²).	138
Figura 22. TIPOS DE CONSISTENCIA: Distribución de las clases de consistencia con respecto al gradiente de precipitación. Se muestra una línea de tendencia para aquellas categorías que poseen una correlación (Spearman) estadísticamente significativa. En algunas categorías no se obtuvo datos para todo el gradiente y solo se observa la distribución de acuerdo a los montos de precipitación donde se presentó.	139
Figura 23. TIPOS DE ÁPICE: Distribución de los tipos de ápice con respecto al gradiente de precipitación. Se muestra una línea de tendencia para aquellas categorías que poseen una correlación (Spearman) estadísticamente significativa. En algunas categorías no se obtuvo datos para todo el gradiente y solo se observa la distribución de acuerdo a los montos de precipitación donde se presentó.	140
Figura 24. FORMA: Distribución de los tipos de forma con respecto al gradiente de precipitación. Se muestra una línea de tendencia para aquellas categorías que poseen una correlación (Spearman) estadísticamente significativa. En algunas categorías no se obtuvo datos para todo el gradiente y solo se observa la distribución de acuerdo a los montos de precipitación donde se presentó.	141
Figura 25. TIPOS DE BASE: Distribución de los tipos de base con respecto al gradiente de precipitación. Se muestra una línea de tendencia para aquellas categorías que poseen una correlación (Spearman) estadísticamente significativa. En algunas categorías no se obtuvo datos para todo el gradiente y solo se observa la distribución de acuerdo a los montos de precipitación donde se presentó.	142
Figura 26. BORDE: Distribución de los tipos de borde con respecto al gradiente de precipitación. Se muestra una línea de tendencia para aquellas categorías que poseen una correlación (Spearman) estadísticamente significativa. En algunas categorías no se obtuvo datos para todo el gradiente y solo se observa la distribución de acuerdo a los montos de precipitación donde se presentó.	143
Figura 27. CATEGORÍA DE GROSOR: Distribución de los tipos de borde con respecto al gradiente de precipitación. Se muestra una línea de tendencia para aquellas categorías que poseen una correlación (Spearman) estadísticamente significativa. En algunas categorías no se	

obtuvo datos para todo el gradiente y solo se observa la distribución de acuerdo a los montos de precipitación donde se presentó. Los tipos de grosor A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C(0.36 a 0.45 mm), D(0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F(> 0.66 mm).....	144
Figura 28. TIPO DE HOJA: Distribución de los tipos de hoja con respecto al gradiente de precipitación. Se muestra una línea de tendencia para aquellas categorías que poseen una correlación (Spearman) estadísticamente significativa. En algunas categorías no se obtuvo datos para todo el gradiente y solo se observa la distribución de acuerdo a los montos de precipitación donde se presentó.....	145
Figura 29. TIPO DE NERVIACION: Distribución de los tipos de nerviación con respecto al gradiente de precipitación. Se muestra una línea de tendencia para aquellas categorías que poseen una correlación (Spearman) estadísticamente significativa. En algunas categorías no se obtuvo datos para todo el gradiente y solo se observa la distribución de acuerdo a los montos de precipitación donde se presentó.....	146
Figura 30. PROTECCIÓN FOLIAR: Distribución de los tipos de nerviación con respecto al gradiente de precipitación. Se muestra una línea de tendencia para aquellas categorías que poseen una correlación (Spearman) estadísticamente significativa. En algunas categorías no se obtuvo datos para todo el gradiente y solo se observa la distribución de acuerdo a los montos de precipitación donde se presentó. La característica g/g refiere a hojas sin protección, g/to hojas con protección en el envés, to/g hojas con protección en el haz y to/to hojas con protección en ambas caras de la lámina foliar.	147
Figura 31. Resultados del análisis de componentes principales. Los levantamientos del interior de las elipses corresponden al tipo de bosque. En cada eje se indica el porcentaje de varianza explicada. El tamaño del triángulo muestra el peso o el aporte del levantamiento en la ordenación.	157
Figura 32. Resultados del análisis de componentes principales. Los levantamientos del interior de las elipses corresponden al tipo de bosque. En cada eje se indica el porcentaje de varianza explicada. El tamaño del triángulo muestra el peso o el aporte del levantamiento en la ordenación.	165

INDICE DE TABLAS

Tabla A. Levantamientos realizados en el Área de estudio, se indica la fecha, localidad, código del levantamiento, área de muestreo, altitud y coordenadas (latitud y longitud).....	33
Tabla B. Resumen de las características de los suelos para cada levantamiento según el tipo de bosque. (AI) indica la acidez intercambiable, (CIC) capacidad de intercambio catiónico y (CICE) capacidad de intercambio catiónico efectiva.....	40
Tabla C. Resumen de las características de los suelos para cada levantamiento según el tipo de bosque. (Ar) indica el porcentaje de arcilla, (L) porcentaje de limo, (A) porcentaje de arena y (ns) no reportado.....	41
Tabla 1. Características foliares (%) para los levantamientos SC-1 y SC-2. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm).....	42
Tabla 2. A la izquierda: resumen de las características cuantitativas para los levantamientos SC-1 y SC-2, se muestra la media, desviación estándar, mediana y percentiles (25 y 75). Se resumen los datos globales y para cada estrato por levantamiento. (Ai) Estrato arbóreo inferior, (Ar) sub-arbóreo, (Arb) arbustivo, (H) herbáceo y (R) rasante.....	45
Tabla 3. Características foliares en porcentajes, para los levantamientos SC-6, SC-7/8 y SC-9. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm).....	46
Tabla 4. Resumen de las características cuantitativas para los levantamientos SC-6, SC-7/8 y SC-9, se muestra la media, desviación estándar, mediana y percentiles (25 y 75). Se resumen los datos globales y para cada estrato por levantamiento. (Ai) Estrato arbóreo inferior, (Ar) sub-arbóreo, (Arb) arbustivo, (H) herbáceo y (R) rasante.....	50
Tabla 5. Características foliares (%) para el levantamiento SC-16B. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm).....	52
Tabla 6. A la izquierda: resumen de las características cuantitativas para el levantamiento SC-16B, se muestra la media, desviación estándar, mediana y percentiles (25 y 75). Se resumen los datos globales y para cada estrato. (Ai) Estrato arbóreo inferior, (Ar) sub-arbóreo, (Arb) arbustivo, (H) herbáceo y (R) rasante.....	54
Tabla 7. Características foliares (%) para el levantamiento NC-5. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm).....	55
Tabla 8. A la izquierda: resumen de las características cuantitativas para el levantamiento NC-5, se muestra la media, desviación estándar, mediana y percentiles (25 y 75). Se resumen los datos globales y para cada estrato. (Ai) Estrato arbóreo inferior, (Ar) sub-arbóreo, (Arb) arbustivo, (H) herbáceo y (R) rasante.....	57
Tabla 9. Características foliares (%) para los levantamientos NC-1, NC-2. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm).....	58
Tabla 10. A la izquierda: resumen de las características cuantitativas para los levantamientos NC-1 y NC-2, se muestra la media, desviación estándar, mediana y percentiles (25 y 75). Se resumen los	

datos globales y para cada estrato por levantamiento. (Ai) Estrato arbóreo inferior, (Ar) sub-arbóreo, (Arb) arbustivo, (H) herbáceo y (R) rasante.	61
Tabla 11. Características foliares (%) para los levantamientos NC-3, NC-4 y la colección general LC-CG. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm).	62
Tabla 12. A la izquierda: resumen de las características cuantitativas para los levantamientos NC-3 y NC-4, se muestra la media, desviación estándar, mediana y percentiles (25 y 75). Se resumen los datos globales y para cada estrato por levantamiento. (Ai) Estrato arbóreo inferior, (Ar) sub-arbóreo, (Arb) arbustivo, (H) herbáceo y (R) rasante.	65
Tabla 13. Características foliares (%) para los levantamientos GU-P1, GU-P2, GU-P3 y GU-P4. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm).	66
Tabla 14. Resumen de las características cuantitativas para los levantamientos GU-P1, GU-P2, GU-P3 y GU-P4, se muestra la media, desviación estándar, mediana y percentiles (25 y 75). Se resumen los datos globales y para cada estrato por levantamiento. (Ai) Estrato arbóreo inferior, (Ar) sub-arbóreo, (Arb) arbustivo, (H) herbáceo y (R) rasante.	69
Tabla 15. Características foliares (%) de los levantamientos S-01 al S-09. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm).	72
Tabla 16. Características foliares (%) de los levantamientos S-10 al S-15. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm).	73
Tabla 17. Resumen de las características cuantitativas para los levantamientos del bosque de manglar (desde S-01 a S-15), se muestra la media, desviación estándar, mediana y percentiles (25 y 75). Se resumen los datos globales y para cada estrato por levantamiento. (Ai) Estrato arbóreo inferior, (Ar) sub-arbóreo, (Arb) arbustivo, (H) herbáceo y (R) rasante.	76
Tabla 18. Características foliares (%) para los levantamientos JA-1, JA-2, JA-3 y JA-4. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm).	80
Tabla 19. Resumen de las características cuantitativas para los levantamientos JA-1, JA-2, JA-3 y JA-4, se muestra la media, desviación estándar, mediana y percentiles (25 y 75). Se resumen los datos globales y para cada estrato por levantamiento. (Ai) Estrato arbóreo inferior, (Ar) sub-arbóreo, (Arb) arbustivo, (H) herbáceo y (R) rasante.	83
Tabla 20. Patrón foliar para todas las Alianzas. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm). En “3 consistencias” indica que no hubo predominio de ninguna categoría de consistencia.	86
Tabla 21. Patrón foliar para todas las Asociaciones. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm). En “3 consistencias” indica que no hubo predominio de ninguna categoría de consistencia.	87

Tabla 22. Número de especies por familia y número de levantamientos en los cuales se encontraron. En “Otras familias” se agrupan las que solo estuvieron presentes en menos de cuatro levantamientos. “Indet” refiere al grupo de indeterminados. (Véase Anexo 13).....	92
(*) De 381 individuos, solo se identificaron plenamente 303 especies.....	92
Tabla 23. Familias presentes en todo el gradiente de precipitación, se incluye el número de especies por familia en cada levantamiento, los cuales están organizados según el monto de precipitación. El número total de familias en el estudio fue de 57.....	97
Tabla 24. Distribución de las familias en el gradiente de precipitación, se diferencian familias de amplia distribución y familias restringidas para algunos tipos de bosques en el gradiente. El borde punteado para algunas familias, indica que están representadas (inventario florístico) donde se recolectaron muestras para la caracterización foliar.....	99
Tabla 25. Riqueza específica de las familias según los estratos: estrato arbóreo (Ai), sub-arbóreo (Ar), arbustivo (Arb), herbáceo (H) y rasante (R). Se compara con la riqueza general de especies para cada familia.....	101
Tabla 26. Representación de las familias totales por estrato según el gradiente de precipitación.....	102
Tabla 27. Patrón biotipológico foliar de la familia Moraceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global... 105	105
Tabla 28. Patrón biotipológico foliar de la familia Rubiaceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global... 106	106
Tabla 29. Patrón biotipológico foliar de la familia Lecythidaceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global... 107	107
Tabla 30. Patrón biotipológico foliar de la familia Fabaceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global... 108	108
Tabla 31. Patrón biotipológico foliar de la familia Mimosaceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global. (*) Indica el tipo de base foliar sentada.....	109
Tabla 32. Patrón biotipológico foliar de la familia Sapotaceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global... 110	110
Tabla 33. Patrón biotipológico foliar de la familia Meliaceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global... 111	111
Tabla 34. Patrón biotipológico foliar de la familia Flacourtiaceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global... 112	112
Tabla 35. Patrón biotipológico foliar de la familia Euphorbiaceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global... 113	113
Tabla 36. Patrón biotipológico foliar de la familia Apocynaceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global... 114	114
Tabla 37. Patrón biotipológico foliar de la familia Burseraceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global... 115	115
Tabla 38. Patrón biotipológico foliar de la familia Anacardiaceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global... 116	116
Tabla 39. Patrón biotipológico foliar de los Indeterminados. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global. (*) Indica el tipo de base sentada, algunas descripciones no se lograron representar debido a que predominaron varias características foliares.....	117
Tabla 40. Patrón biotipológico foliar del género <i>Pouteria</i> (Sapotaceae). En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global.....	118
Tabla 41. Patrón biotipológico foliar del género <i>Brosimum</i> (Moraceae). En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global.....	119
Tabla 42. Patrón biotipológico foliar del género <i>Gustavia</i> (Lecythidaceae). En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global.....	120

Tabla 43. Área foliar: Resultados de la prueba de varianza Kruskal-Wallis y el test de Mann-Whitney. Se muestra el “p-value” entre levantamientos, hay diferencias significativas cuando se cumple $p < 0.05$	129
Tabla 44. PESO ESPECÍFICO (SLW): Resultados de la prueba de varianza Kruskal-Wallis y el test de Mann-Whitney. Se muestra el “p-value” entre levantamientos, hay diferencias significativas cuando se cumple $p < 0.05$	130
Tabla 45. SUCULENCIA: Resultados de la prueba de varianza Kruskal-Wallis y el test de Mann-Whitney. Se muestra el “p-value” entre levantamientos, hay diferencias significativas cuando se cumple $p < 0.05$	131
Tabla 46. ESCLEROFILIA: Resultados de la prueba de varianza Kruskal-Wallis y el test de Mann-Whitney. Se muestra el “p-value” entre levantamientos, hay diferencias significativas cuando se cumple $p < 0.05$	132
Tabla 47. GROSOR: Resultados de la prueba de varianza Kruskal-Wallis y el test de Mann-Whitney. Se muestra el “p-value” entre levantamientos, hay diferencias significativas cuando se cumple $p < 0.05$	133
Tabla 48. Resultados de la correlación de Spearman, en la parte superior derecha los datos con fondo rosado indican los valores “p-value” que mostraron una correlación significativa ($p < 0.05$). En la parte inferior izquierda los valores en negrilla muestran el coeficiente de las correlaciones estadísticamente significativas.....	134
Tabla 49 A. Resultados de la prueba de correlación de Spearman entre las características foliares de tamaño y consistencia, se muestran los coeficientes de correlación de las características foliares que se correlacionaron entre sí, con una significancia bilateral (<i>p-value</i>) de $p < 0.05$ y $p < 0.01$	153
Tabla 49 B. Resultados de la prueba de correlación de Spearman entre las características foliares de ápice y forma, se muestran los coeficientes de correlación de las características foliares que se correlacionaron entre sí, con una significancia bilateral (<i>p-value</i>) de $p < 0.05$ y $p < 0.01$	154
Tabla 49 C. Resultados de la prueba de correlación de Spearman entre las características foliares de base, borde, tipo de grosor y tipo de hoja, se muestran los coeficientes de correlación de las características foliares que se correlacionaron entre sí, con una significancia bilateral (<i>p-value</i>) de $p < 0.05$ y $p < 0.01$	155
Tabla 50. Resultados de los análisis de suelo, se muestra el promedio de cada variable según el tipo de bosque a lo largo del gradiente de precipitación. En la textura, “Ar” indica arcilla, “A” arena, “L” limo y “F” textura Franca.....	162
Tabla 51. Coeficientes de la correlación de Spearman entre las variables edáficas y la precipitación. En negrilla se resaltan los coeficientes estadísticamente significativos.	163
Tabla 52. Resumen de las características foliares cuantitativas (valor promedio, sin <i>outliers</i>); conductividad, temperatura y salinidad de las ciénagas que rodearon cada levantamiento. Los levantamientos están ordenados de mayor a menor salinidad, se indica la asociación a la cual pertenecen y en la parte inferior se hace una comparación de promedios entre las características foliares cuantitativas de los bosques de tierra firme y los bosques de manglar; el peso específico se indica con la sigla SLW.	167
Tabla 53. Resumen de las características foliares cuantitativas (valor promedio, sin <i>outliers</i>); pH, capacidad de intercambio catiónico (CICE), Fósforo (P), contenido de materia orgánica (CO), Nitrógeno (N) y textura. Se indican las comunidades vegetales a la cual pertenecen los levantamientos (GU-P1 a GU-P4). En la parte inferior se hace una comparación de promedios entre las características foliares cuantitativas de los bosques de la región de vida tropical y los bosques de la región de vida sub-andina; el peso específico se indica con la sigla SLW.....	170
Tabla 54. Relación de características en la zona tropical de Colombia. Gorgona (Rangel <i>et al.</i> 1986); Sierra Nevada de Santa Marta (Cleef <i>et al.</i> 1984); Transecto de Puracé (Rangel & Franco 1985; Rangel & Lozano 1986); Cordillera Oriental (Cuatrecasas 1934); Córdoba y Atlántico el presente estudio. El clima para las localidades de otros estudios se extrajo de Van der Hammen (1984).....	172

1. INTRODUCCIÓN

Los órganos foliares son fundamentales para el desarrollo exitoso de la vegetación y son sensibles a las variaciones de las condiciones ecológicas (clima, suelo, entre otras). El medio ambiente en el cual se establecen las plantas y posteriormente conforman comunidades, les ofrece condiciones favorables y/o adversas, razón por la cual se generan adaptaciones para su mantenimiento, se delimitan sus roles dentro del ecosistema como la resistencia a las condiciones cambiantes de su entorno. El papel fundamental de las hojas está centrado en autoabastecer y mantener los procesos vitales de las plantas, especialmente el proceso de la fotosíntesis en donde la luz es transformada en energía química. Éste proceso mantiene ciclos tróficos, flujos de materia orgánica, entre otros, vitales para el mantenimiento de las poblaciones animales y del ecosistema en general.

En diferentes regiones geográficas del globo, se han realizado estudios que muestran la relación entre adaptaciones morfológicas, ensamblajes estructurales (fisionómicos) y gradientes ambientales (Hamman, 1979), como la precipitación, los tipos de suelo, y la radiación efectiva.

En la mayoría de los estudios se toman diferentes rasgos foliares como: tamaño, margen, ápice, filotaxis, composición, succulencia, esclerofilia, relaciones entre peso fresco y seco. Raunkiaer (1934) propuso clasificar la vegetación según su forma de vida e igualmente adicionó una clasificación para el tamaño de las hojas midiendo su ancho y largo (leptófilas < 25 mm²; nanófilas 25-225 mm²; micrófilas 225-2.025 mm²; mesófilas 2.025-18.225 mm²; macrófilas 18.225-164.025 mm² y megáfilas > 164.025 mm²). Estas categorías siguen utilizándose ampliamente en los estudios de la vegetación. Webb (1959) refinó las clases la categoría de mesófila en dos: notófilas (2.025-4500 mm²) y mesófilas (4.500-18.225 mm²). La caracterización del tamaño foliar y otras características, se ha ido incorporando en los estudios florísticos y fisionómicos de la vegetación de manera muy lenta y en algunos aspectos como la relación con el clima todavía el asunto está muy incipiente. En el estudio de Cain *et al.* (1956) se estableció que en los bosques húmedos tropicales del Brasil (Mucambó, Belém y Pará) las hojas mesófilas predominaron con el 68.35% (incluyendo el tamaño de folíolos para hojas compuestas). En la clásica contribución "The tropical Rain forest" (Richards, 1952) se asoció las hojas mesófilas con los bosques húmedos tropicales. Las hojas mesófilas predominaron también en la reserva de Shasta, en Nigeria con el 84%, en el bosque estacional "siempre verde" de Trinidad entre el 80% y 86%; en el bosque húmedo de Dipterocarpaceas del Monte Maquiling (Filipinas) con el 86% y en el bosque submontano con el 96%.

En las últimas décadas, el estudio de la caracterización foliar y sus relaciones con el ambiente, se ha enriquecido gracias a diferentes enfoques (fisiológico, florístico y ecológico). Esta acción ha permitido que los análisis no solo queden como una sencilla descripción, sino que se profundice en los patrones de la vegetación y en explicar la forma posible en que se establece el equilibrio fisiológico con el ambiente. Los patrones morfoecológicos detectados han servido para la reconstrucción de paleofloras y paleoclimas a partir del análisis de hojas fósiles, es el caso de CLAMP (Climate Leaf Analysis Multivariate Programme, en <http://www.open.ac.uk/earth-research/spicer/CLAMP/Clampset1.html>) que permite relacionar y aproximarse a una "detección" de las condiciones climáticas, inherentes a las características de las hojas

fósiles de plantas dicotiledóneas leñosas. El programa se desarrolló como una herramienta evolutiva robusta y precisa para determinar el paleoclima de la tierra. CLAMP se ha aplicado eficazmente a las floras fósiles de hasta 100 millones de años, pero es más potente aplicado para el final del terciario y cuaternario (3 millones de años antes del presente).

La enorme capacidad adaptativa de las plantas con respecto a las condiciones cambiantes de su entorno y la plasticidad fenotípica para la mayoría de especies vegetales, es una respuesta al conjunto de procesos bióticos y abióticos que influyen en la conformación del ecosistema. Este estudio reúne y analiza la información sobre las variaciones morfológicas de las hojas (con varios índices fisiológicos), y establece la relación significativa con respecto al clima (expresado principalmente en la precipitación) para la región tropical del caribe de Colombia. En el análisis foliar se reúne información sobre la base de la caracterización fisionómica, florística y funcional. A manera de comparación del patrón tropical se incluye la información sobre una formación de manglar y una de bosque subandino, con lo cual se amplía el alcance del estudio.

2. MARCO TEORICO

2.1 ESPECTRO BIOTIPOLOGICO FOLIAR EN EL MUNDO

A nivel mundial los numerosos estudios sobre la caracterización foliar, se han centrado principalmente en el tamaño según las categorías propuestas por Raunkiaer (1934) con las modificaciones posteriores de Webb (1959), el margen, la nerviación y relaciones entre peso seco y fresco, entre otros. Entre los trabajos al respecto, figuran el de Parkhurst & Loucks (1972) quienes publicaron un modelo de tamaño foliar óptimo con respecto a la eficiencia fisiológica, bajo varios principios de diseño (resistencia, absorción, sistema vascular), sus resultados indican que el tamaño y geometría foliar pueden ser características vitales en el acoplamiento de la hoja a la temperatura, movimiento, y asimilación del CO₂. El modelo sentó las bases para concluir que bajo condiciones de niveles altos de radiación y temperatura, las hojas tienden a ser más pequeñas, mientras que cuando los niveles de radiación y temperatura son bajos el tamaño de la hoja tiende a ser mayor. Estas predicciones se relacionan con la distribución vertical de la vegetación (estratificación), en donde se observa una disminución de tamaño foliar hacia estratos superiores. Sin embargo todos los ambientes influyen en la selección del tamaño de la hoja (microclima), dando prioridad a la eficiencia en el uso del agua y a la relación de la tasa de captura del CO₂ con la pérdida de agua. Hamman (1979) estudió los tipos de vegetación y los tamaños foliares con respecto a las condiciones climáticas en las Islas Galápagos (Ecuador) y encontró que la morfología foliar estaba relacionada con el clima independientemente de la forma de vida. Encontró que a mayor precipitación aumentaba el tamaño foliar según la cobertura de los estratos superiores, si la cobertura era significativa se incrementaba el tamaño foliar. En el estudio de Huber *et al.* (1986) realizado en la selva nublada de Rancho Grande de Venezuela, se encontró que las hojas compuestas eran más frecuentes en los estratos superiores que en los inferiores, además predominaron las hojas de consistencia coriácea, simples y de tamaño mesófila.

Givnish *et al.* (1979) en su estudio de los aspectos foliares en lianas, en el bosque montano húmedo de Venezuela y varios hábitats de Costa Rica elaboraron predicciones sobre el área foliar en gradientes microclimáticos horizontales y verticales. Encontraron

que las hojas grandes, con bases cordadas y peciolo largos fueron favorecidas en condiciones soleadas, mientras que hojas pequeñas, con bases angostas y peciolo cortos fueron favorecidas en ambientes sombreados. Sus resultados son una condición que se aplica exclusivamente a las lianas y pueden ser contrastantes con respecto a otras formas de crecimiento en un tipo de vegetación.

El acervo de conocimientos sobre variación morfológica foliar se vio enriquecido con la integración de conceptos fisiológicos, como índices (suculencia, esclerófila, peso específico) que pueden servir para entender el funcionamiento de la vegetación y el entorno. Camerik & Werger (1981) en su estudio sobre características foliares de una flora establecida entre 2100 m y 2300 m de altitud (macizo de Itatiaia, Brasil), indicaron el predominio de hojas pequeñas (mayoría nanófilas), esclerófilas y poca suculencia, mencionaron que la baja precipitación estaba relacionada con la xeromorfia propia del clima de alta montaña, donde hay cambios rápidos y fluctuantes de radiación solar, diferencia de humedad y cielos despejados-nublados. En el caso de la esclerofilia, según Van der Múelen & Werger (1984) puede aumentarse con el stress de calor y humedad, pese al elevado costo energético, se mantiene un óptimo fisiológico; para Medina *et al.* (1990) en el bosque húmedo de la región de Río Negro en Venezuela, la esclerófila se relacionaba con la deficiencia de fósforo en el suelo y en menor medida con la deficiencia de Nitrógeno.

Gómez (1986) en sus estudios sobre la vegetación de Costa Rica, mencionó que el tamaño de las hojas disminuye en la medida en que aumenta la altitud, por esta razón aumenta el predominio de hojas micrófilas y los tipos de margen divididos (ondeados y aserrados). El patrón biotipológico foliar en la selva tropical del parque nacional de Corcovado, indicó una significativa representación de hojas mesófilas, de margen entero, con una textura más o menos endurecida, glabras en el haz o en ambas superficies, de contorno elíptico-lanceolado y ápices de agudos hasta acuminados "punta gotero". En la vegetación madura donde la competencia no solo es fótica sino espacial, además de la limitación de nutrientes, la planta debe desarrollar un modelo ideal de tamaño y forma, ajustados a sus necesidades fisiológicas específicas. El área foliar debe crear un equilibrio entre la absorción de luz y la respiración; entre la capacidad fotosintética y el costo energético para mantener una superficie fotoactiva (Gómez, 1986).

Halloy & Mark (1996) compararon los espectros morfológicos a nivel foliar de comunidades vegetales en Nueva Zelanda, con la de los Alpes europeos y la de los Andes del sur. En este estudio se encontró que en las elevaciones más altas, las hojas se hacen más pequeñas pero más redondas, mucho más suaves (membranosas) y son más frecuentes los bordes irregulares y presencia de tomento. Según el estudio a pesar de las diferencias biogeográficas y ambientales en Nueva Zelanda, América del Sur y los sitios bajos de los Alpes, las hojas muestran alta similaridad en los parámetros morfológicos, y son coherentes con los distintos sitios de alta montaña (excepto en Tierra del Fuego). El trabajo previo de investigación del medio ambiente con respecto a la cubierta vegetal ha sugerido fuertes correlaciones entre las variables, en particular el área de las hojas y el margen de la hoja, condiciones que pueden ser predecibles con cierto grado de exactitud teniendo en cuenta factores como la temperatura y / o precipitación (Halloy & Mark, 1996).

El estudio de Baker & Peet (1997) señala que el margen de las hojas de las especies de árboles siguen un patrón predecible sujeto al clima. Por esta razón los árboles de bosques fríos y templados generalmente tienen hojas de margen dentado o lobado, mientras que

en bosques húmedos tropicales se encuentran arboles con hojas de margen entero. La proporción de árboles con hojas sin margen entero se incrementa a lo largo de un gradiente de temperatura o también puede incrementarse según la estacionalidad. Las hojas de algunos géneros como *Quercus*, en bosques templados presentan margen dentado o lobado, mientras que en bosques tropicales presentan borde entero. Según estos autores el nivel de actividad fotosintética aumenta con la expansión de la hoja, y con la aparición del margen dentado o lobulado que permite el hinchamiento del tejido, el cual con la madurez, va dejando espacios intercelulares que se expanden y permiten el intercambio gaseoso necesario para una fotosíntesis óptima. Baker & Peet (1997) concluyen que los márgenes dentados y lobados se encuentran, como es de esperar, en bosques estacionales para permitir una rápida iniciación de la fotosíntesis. Lane *et al.* (2000) encontraron que el aumento de las precipitaciones se relaciona con el aumento de la variabilidad estacional en la transmisión de la luz, aumento de la biomasa y del área foliar en las capas superiores del dosel y una mayor proporción de especies de alto porte. Estos cambios observados en la estructura predicen que la competencia por la luz aumenta en importancia con el aumento de la precipitación.

Velásquez-R. *et al.* (2002) analizaron la variación de los rasgos foliares de especies arbóreas dominantes en seis comunidades montañosas de la selva tropical a lo largo de un gradiente altitudinal (1220 a 2560 m de altitud). Se utilizaron rasgos morfológicos, morfométricos y anatómicos. De todas las variables, el área foliar fue la única que mostró una disminución significativa con la altitud. Un análisis de clasificación basado en una matriz de características foliares permitió distinguir entre comunidades de baja y alta montaña, cuyo límite se ubicó aproximadamente entre 2300 y 2400 m. El predominio de hojas simples, redondeadas y de disposición alterna aumentan con la altitud, el área foliar, mientras que el margen entero disminuye. El grosor foliar por el contrario aumentó con la altitud e igualmente es mayor cuando se presentan deficiencias de nutrientes en el suelo.

También hay estudios que relacionan características foliares con los nutrientes del suelo. Wright *et al.* (2001) encontraron que las especies vegetales, en suelos con bajas concentraciones de Nitrógeno y de Fósforo tienen una baja capacidad fotosintética, caso contrario a suelos ricos en nutrientes, por esta razón las hojas en suelos pobres tienden a disminuir su tamaño y a engrosarse.

Entre los numerosos estudios que muestran relaciones foliares con el clima, el trabajo de Wright *et al.* (2004) reúne bastante información. A escala planetaria se tomaron 2548 especies de 175 sitios, desde el ártico hasta la zona tropical. En éste estudio se aclara cual es el espectro económico foliar a nivel mundial. Se tuvo en cuenta que los caracteres morfológicos y fisiológicos de las hojas responden a una combinación de parámetros como capacidad fotosintética, tasa de respiración, cantidades de Nitrógeno-Fósforo foliar, peso específico relacionado con el grosor/área. Se llegaron a las siguientes conclusiones, no es cierto que el follaje grueso solo se encuentre en zonas áridas o xerófitas, y que las hojas delgadas tiendan a aumentar su presencia en los lugares húmedos. El aumento de grosor se genera para evitar la herbivoría aunque disminuya la eficiencia fotosintética, ya que el grosor en las hojas impide una rápida difusión de CO₂ y la luz solar penetra con mayor dificultad. El espectro global muestra la existencia de una tasa de retorno de nutrientes y materia seca en las hojas que opera de manera independiente de la forma de crecimiento, tipo funcional y biomas. La modulación de los rasgos foliares y sus relaciones con el clima son moderados, sin embargo existen algunos patrones significativos que se pueden observar. Entre todos los rasgos foliares utilizados, el peso seco por unidad de

área (LMA) mostró una fuerte correlación negativa con la precipitación, especialmente para arbustos perennes, y de manera contraria en plantas caducifolias de manera independiente. En los climas fríos la vida útil de la hoja aumenta, debido al gran costo de inversión en hojas perennes. De acuerdo con la economía todas las hojas siguen un patrón; la selección natural elimina hojas con estrategias de inversión económicamente no competitivas. Mas indirectamente, una alta capacidad fotosintética se asocia con una vida útil corta, ya que requiere más capacidad y menos peso seco por unidad de área, con lo cual se aumenta la vulnerabilidad de la hoja a la herbivoría y a las amenazas físicas. Las hojas con una alta capacidad fotosintética están relacionadas con el crecimiento y sombreado rápido, la sustitución de hojas viejas, y la translocación de nutrientes a hojas más jóvenes

Peppe *et al.* (2011) relacionaron la susceptibilidad de la variación del tamaño y forma foliar con el clima, en patrones globales y aplicaciones paleoclimáticas. Este estudio reciente y exhaustivo recopiló diversas investigaciones para detectar las relaciones con el clima que predominan en el espectro biotipológico foliar, también se fundamenta en los modelos basados en el tamaño foliar y en la forma de la hoja utilizados por paleobotánicos para reconstruir el paleoclima. Sin embargo, estos modelos incorporan características que no están fisiológicamente vinculadas al cambio climático y limitan su poder predictivo.

En la presente contribución se incluyen características foliares nuevas, las cuales se encuentran relacionadas con el clima, lo que permite mayor precisión en la reconstrucción paleoclimática.

2.2 ESPECTRO BIOTIPOLOGICO FOLIAR EN COLOMBIA

Los estudios realizados en Colombia sobre las variaciones de las hojas en gradientes climáticos se han centrado en su mayoría en la región andina. Entre estos se encuentra el de Cuatrecasas (1934) quien realizó una clasificación biotipológica sobre varios tipos de vegetación en el sistema montañoso andino. Los resultados más importantes se centran en la interpretación de las sinecias (estratos) en las cuales se describen características de textura foliar. Para la región andina, se señala que los ambientes de selva tropical se caracterizan por la presencia de hojas coriáceas y persistentes. El factor principal que condiciona esta región de vida y permite subdividirla es la temperatura y en menor grado la humedad, que no depende únicamente de la altitud sino también de la niebla y las nubes que rodean las montañas, lo cual condiciona altos grados de humedad. En este bioma se encuentran tres clases: la selva Neotropical inferior (región Tropical) entre 0 y 1000 m, con temperaturas de 23 a 30° C, el follaje es persistente; hojas esclerófilas, cartaceas o coriáceas, de bordes enteros o subíntegros, predominantemente meso o macrófilas (escala de Raunkiær). La selva subandina (región Subandina) comprendida entre 1000 y 2000 m, con temperaturas de 23 a 16° C, contiene un menor número de especies y tiene especies arbóreas con hojas micrófilas y menor cantidad de palmas, y la selva andina (región Andina); comprendida entre los 2400 y 3500 m, con temperatura de 15 a 6° C, posee una humedad constante por la niebla, los árboles son de menor talla, con hojas pequeñas, predomina las micrófilas y en el límite altitudinal las nanófilas. El páramo se encuentra por encima de los 3500 m de altitud, posee temperaturas de 12.7 a -2° C, con una alta incidencia de radiación solar. Las plantas presentan adaptaciones xeromórficas para resistir las drásticas fluctuaciones climáticas; predominan las hojas de tipo coriácea, también pueden llegar a ser muy tomentosas. Generalmente se presentan

hojas nanófilas y leptófilas, con bordes revueltos y aciculares. Aunque Cuatrecasas (1958) no mencionó la disimetría entre las vertientes en el sistema andino de Colombia, en sus estudios y representaciones ya conocía esta condición pero no alcanzó a describirla. (Rangel, 1991)

Lozano & Torres (1965) realizaron la caracterización florística de un bosque de robles en "La Merced" Cundinamarca, entre 2500 y 2700 m de altitud. En este estudio encontraron el predominio de hojas simples, mesófilas y micrófilas, subcoriáceas y membranosas, con algún tipo de indumento, margen entero, ápices acuminados y angulados. Se observó que la frecuencia de hojas micrófilas fue mayor en estratos inferiores, también, la consistencia predominante fue la subcoriácea a diferencia de lo descrito por Cuatrecasas (1934). La variación de la consistencia y el porcentaje de la condición coriácea aumentó en las micrófilas y el porcentaje de membranosas aumentó con hojas de mayor área. Con respecto al tomento foliar fue más frecuente en el dosel y las hojas sin protección fueron frecuentes en la categoría membranosa.

Bastidas & Corredor (1977), caracterizaron la vegetación en el Parque Nacional Natural Tayrona (Santa Marta), encontraron que el espectro foliar corresponde a hojas mesófilas, de margen entero, esclerófilas, ápice angulado, simples, y glabras. La vegetación a nivel regional con respecto al follaje era de tipo caducifolio y textura membranosa, pero en sitios donde la acción del viento es acentuada, las especies son achaparradas, se presenta reducción en el tamaño foliar y con frecuencias aparecen gran variedad de modificaciones (espinas, tomento, aguijones, entre otros). La baja precipitación de estos sitios (463 mm/año) explica la sequedad del suelo y en consecuencia la fisionomía de la vegetación que refleja las condiciones climáticas que imperan.

En la franja tropical de Colombia, se han realizado estudios sobre la vegetación, donde se incluye una breve descripción de las características foliares. En la Sierra Nevada de Santa Marta predominan hojas mesófilas (Cleef *et al.* 1984); En el transecto de Puracé predominan hojas micrófilas-nanófilas, glabras, de margen entero y subcoriáceas (Rangel & Franco 1985; Rangel & Lozano 1986).

En la isla Gorgona, Rangel-Ch *et al.* (1986) al describir el espectro biotipológico foliar, encontraron que el tamaño de la hoja más frecuente fue la categoría macrófila corroborando predicciones propuestas por Gates *et al.* (1968) en donde a baja iluminación y temperatura alta, las hojas tienden a ser más grandes. Por otra parte se encontró que la forma de la hoja más común fue del tipo elíptica, evidenciando un óptimo tamaño relacionado con la capacidad del órgano para orientarse selectivamente hacia la luz. Con respecto a la esclerofilia se encontró que no necesariamente está correlacionada con factores ambientales.

Rangel (1991), incluyó la descripción del espectro biotipológico para las regiones de vida en la Sierra Nevada de Santa Marta y de la cordillera Central. Las tendencias relevantes en la serie montañosa es la reducción de tamaño a medida que se progresa en altitud, así mismo el tomento es más evidente en las zonas altas; el borde entero se presenta con mayor frecuencia independientemente de la altitud y en las franjas altas son más frecuentes las hojas coriáceas y gruesas.

El estudio principal en el que se basa esta investigación es el de Tafur & Rangel-Ch (2005), quienes en su contribución sobre la caracterización preliminar de la textura foliar

de la vegetación en el macizo de Tatamá, en la cordillera occidental de Colombia, encontraron diferencias entre la vegetación de las dos vertientes que responden a condiciones climáticas (en especial la precipitación). Se propuso un modelo del diseño foliar que muestra las particularidades más relevantes. A medida que aumenta la altitud hay una tendencia en la reducción del área o tamaño foliar y la lámina tiende a ser más redondeada. Por otro lado en las franjas más altas predominan los ápices agudos y en las bajas ápices acuminados (punta gotero).

Berdugo-Lattke (2008) en dos tipos de bosques del sur de Córdoba, encontró que el patrón biotipológico correspondía a hojas simples de tipo mesófila, ápice puntiforme, base aguda y forma alargada. El área foliar se incrementó hacia los estratos inferiores, característica que se asoció con la humedad y la sombra. También se evidenció una estrecha relación entre la consistencia foliar y la precipitación, entre mayor era la precipitación la consistencia que predominó fue la de tipo membranosa y subcoriácea. Con respecto a los índices foliares se encontraron relaciones entre el grado de succulencia, la consistencia y la pérdida de agua foliar. De manera preliminar no se encontró una relación directa entre la esclerofilia y la humedad relativa.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Sobre la base de los antecedentes globales y regionales, nos planteamos buscar respuesta a los siguientes interrogantes:

¿Cuáles son las características morfológicas que prevalecen a nivel foliar en diversos ambientes de la serie hídrica de la región Caribe Colombiana?

¿Existen diferencias morfoecológicas a nivel foliar en los representantes de la serie hídrica y el espectro a nivel regional?

¿Es factible establecer relaciones entre los ambientes sometidos a condiciones limitantes, como la zona del Caribe y regiones andinas en Colombia?

3.2 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación permite profundizar los resultados de varios estudios para Colombia, al incluir las variaciones morfológicas de las hojas en la serie hídrica. Con esta investigación se busca diferenciar el patrón de tierras bajas comparado con el de tierras altas de Colombia y dar a conocer cuáles son las variables involucradas por regiones de vida. Por otra parte se busca incluir el enfoque biotipológico como una variable importante en los estudios de vegetación, debido a que en la última década se ha enfatizado en solo dos enfoques (fisionómico y florístico) para el país. Se espera contribuir en la fundamentación de la relación del clima con los óptimos ecológicos de la vegetación sobre la base de consolidar a la textura y a los índices foliares como indicadores del clima a diferente escala. Rangel-Ch & Velázquez (1997) indican que la detallada observación y análisis de estos caracteres, proporciona una herramienta valiosa para la comprensión de las causas que han incidido en la distribución de los diferentes tipos de vegetación en área

determinada o en una región geográfica extensa. Como valor agregado, se espera que los resultados de esta investigación, sumen argumentos y nuevas características foliares para tener en cuenta en los análisis para la reconstrucción de paleofloras y paleoclimas a nivel regional y global en el mundo.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar las variaciones morfológicas a nivel foliar y relacionarlas con las condiciones climáticas, en varias zonas representativas del gradiente de humedad en la región Caribe de Colombia.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las variaciones a nivel foliar en diferentes tipos de vegetación en la región Caribe.
- Caracterizar las condiciones del clima (precipitación, temperatura) en las zonas de estudio.
- Describir el patrón biotipológico de la serie ecológica involucrada (hídrica).
- Estimar índices morfoecológicos que sirvan de indicadores en la variada gama de situaciones que se estudiarán.
- Comparar los espectros biotipológicos de ambientes limitantes, relacionando zonas áridas de la región Caribe y algunos sitios de la región andina de Colombia.

5. METODOLOGÍA

5.1 MÉTODOS DE MUESTREO

5.1.1 Fase de campo

En general se siguió la metodología empleada en Tafur & Rangel (2005) y Berdugo-Lattke (2008). Se realizaron levantamientos de vegetación con un área mínima, descrita por Rangel & Velázquez (1997) según el tipo de vegetación (entre 100 m² y 500 m²), en cada levantamiento se realizó una parcela de 4 m² para recolectar individuos de los estratos herbáceo y rasante. En cada levantamiento se realizó un inventario de vegetación tomando todos los estratos definiéndolos según la altura que alcanzan los individuos (Rangel & Lozano, 1986), así: Arbóreo superior (As) > 25 m, Arbóreo inferior (Ai) 25 – 12 m, Subarbóreo (Ar) 12 - 5 m, Arbustivo (Arb) 5 – 1,5 m, Herbáceo (H) 1.5 – 0.25 m, Rasante (R) < 0.25 m (Figura A). También se tuvo en cuenta la altura de muestreo de los órganos foliares de cada individuo.

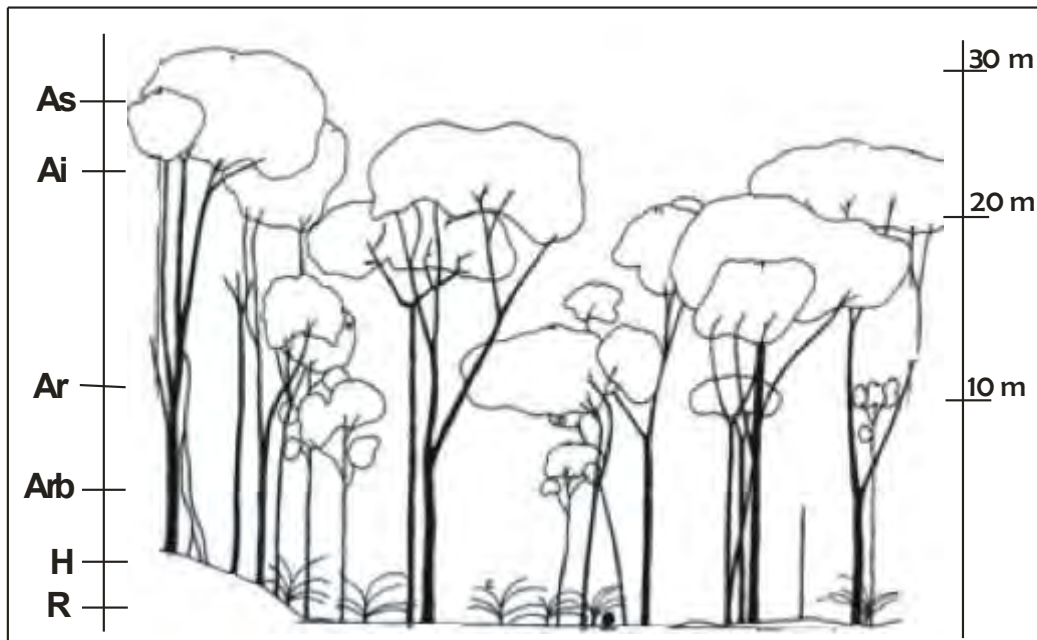


Figura A. Perfil Fisionómico de vegetación. Estrato Arbóreo superior (As) > 25 m, Arbóreo inferior (Ai) 25 – 12 m, Subarbóreo (Ar) 12 - 5 m, Arbustivo (Arb) 5 – 1,5 m, Herbáceo (H) 1.5 – 0.25 m, Rasante (R) < 0.25 m. Fuente gráfica: Meier (2004)

La diferencia en el área de muestreo para los diferentes sitios se debe al grado de conservación y/o intervención antrópica, siempre se trató de elegir lugares con menor grado de intervención y facilidad de acceso. De cada individuo se tomaron al menos tres muestras para su correspondiente identificación en el Herbario Nacional Colombiano (COL). Para la caracterización foliar se colectaron de 5 a 12 hojas por individuo, en campo se tomó el peso fresco de las hojas con dos pesolas y una balanza electrónica portátil, se procuró tomar el peso apenas se obtuviese la muestra, para evitar la pérdida de agua. Después el material vegetal fue prensado y preservado en alcohol al 70%. En las zonas de campo se tomaron muestras de suelo para su correspondiente análisis en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia.

La determinación taxonómica de los individuos recolectados, el análisis florístico y la descripción sintaxonómica de las formaciones de vegetación estuvo a cargo del grupo de vegetación que pertenece al grupo de Biodiversidad y Conservación del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

TEXTURA FOLIAR

Los datos de textura foliar siguen la metodología combinada de los estudios realizados en la isla Gorgona, Tatamá y Córdoba (Rangel *et al.* 1986; Tafur & Rangel, 2005 y Berdugo-Lattke, 2008). En la forma foliar se seleccionaron tres categorías: Alargadas en donde se incluyeron hojas de forma lorada, lanceolada, oblanceolada, ovada-lanceolada, oblonga y linear. Redondeadas donde se incluyeron hojas de forma elíptica, ovada, abovada y

redonda; y finalmente el tipo palmeado. Para el tipo de ápice se utilizaron las siguientes categorías: angulado (agudos y obtusos), emarginado, puntiforme (acuminado, mucronado, cuspidado, y apiculado) y redondeado (crenado, ondeado y redondo). Para la base se tomaron en cuenta siete categorías: aguda, obtusa, acuminada, cordada, redondeada, peltada y sentada. Los bordes se clasificaron en enteros, serrulados y ondeados.

En la protección foliar se utilizaron cuatro categorías, basadas en la ausencia o presencia de indumento en las dos superficies de la hoja: hojas glabras, desprovistas de cualquier tipo de indumento en ambas caras (g/g); hojas con indumento solamente en el envés (g/to); hojas con indumento solamente en el haz (to/g); y hojas con indumento en ambas caras (to/to). En la consistencia foliar se utilizaron tres categorías: membranosa, subcoriácea y coriácea, la apreciación de esta característica fue a través del tacto y la resistencia de la hoja a ser doblada; la categoría membranosa estuvo representada por aquellas hojas que no ofrecieron resistencia ni se fracturaron al ser dobladas, las hojas subcoriáceas fueron aquellas que ofrecieron resistencia pero no se fracturaron y las hojas coriáceas fueron aquellas que ofrecieron resistencia y se fracturaron. El grosor de la lámina se midió con un calibrador y se clasificó teniendo en cuenta las siguientes categorías (Tafur & Rangel, 2005): A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm). El tipo de hoja se clasificó como simple o compuesta.

5.1.2 Fase de laboratorio

MATERIAL VEGETAL (Hojas recolectadas por individuo)

Antes de proceder al secado del material prensado y conservado en alcohol al 70%, se tomó cada hoja recolectada y se trazó el perímetro en una hoja de papel carta, en el caso de tener hojas compuestas con folíolos grandes se calcó foliolo por foliolo, sin embargo con aquellas hojas compuestas de folíolos muy pequeños se calcó como si fuera una hoja simple. Seguidamente el material fue secado en un horno a temperaturas de 70 y 105 °C.

AREA Y TAMAÑO FOLIAR

Para el tamaño de la hoja se utilizó la escala de Raunkiær (1934) con la modificación de Webb (1959) así: Leptófilas (< 25 mm²), Nanófilas (entre 26 y 225mm²), Micrófilas (entre 226 y 2.025 mm²), Notófilas (entre 2.026 y 4.500 mm²), Mesófilas (entre 4.501 y 18.225 mm²), Macrófilas (entre 18.226 y 164.025 mm²) y Megáfilas (> 164.025 mm²). Sin embargo para calcular el área de las hojas se utilizó un procedimiento exacto a través de herramientas digitales, desarrolladas por el M. Sc. Henry Arellano Peña (com. Pers. 2008 y 2010). Inicialmente se trazó el perímetro de cada hoja teniendo en cuenta las huellas de herbivoría, este calco se escaneó para obtener un raster digital el cual fue convertido a un formato vectorial. Después de este proceso se utilizaron varios software como: ERDAS IMAGINE (v 9.1 © 1999-2006 Leica Geosystems Geospatial imaging), PHOTOSHOP CS4 (© 1990-2008 Adobe Systems Incorporated), GLOBAL MAPPER (v 8.03 Copyright © 2002-2007) para extraer las área de las hojas y la lámina foliar. En el caso de hojas compuestas se tomó el tamaño de la hoja total, pero para el análisis del área foliar y los índices fisiológicos se tomó el área del foliolo; en el caso de que la hoja compuesta tuviera folíolos muy pequeños se tomó como si fuera una hoja simple (Rangel *et al.* 1986). A

partir del área obtenida se calculó el promedio de área por individuo recolectado, así mismo el área promedio de los folíolos en el caso de las hojas compuestas.

INDICES FISIOLÓGICOS

Se estimaron índices foliares propuestos por Veneklaas (1985) y utilizados en Rangel *et al.* (1986). Después del secado del material vegetal se pesaron las hojas recolectadas de cada individuo, en una balanza electrónica con un error de +/- 0.01 gr. Con el promedio del peso (gr) fresco, seco y el área (dm²) de la lámina por hoja se calculó el SLW (Peso específico foliar), el grado de succulencia y el porcentaje de esclerofilia:

$$\begin{aligned}
 \text{SLW (gr/dm}^2\text{)} &= \frac{\text{Peso seco promedio por hoja}}{\text{Área promedio por hoja}} & \text{SUCULENCIA (gr/dm}^2\text{)} &= \frac{\text{Peso fresco - Peso seco (promedio por hoja)}}{\text{Área promedio por hoja}} \\
 \text{ESCLEROFILIA (\%)} &= \left(\frac{\text{SLW}}{\text{SLW+SUCULENCIA}} \right) * 100\% & & \frac{\text{Peso seco hoja/área}}{\text{Peso total de la hoja por área}}
 \end{aligned}$$

SUELOS

De cada levantamiento se extrajo una muestra de suelo, a una profundidad de 10 cm; las muestras fueron llevadas al laboratorio de suelos de la facultad de Agronomía en la Universidad Nacional de Colombia para su correspondiente análisis. En la interpretación de los resultados se utilizaron las escalas manejadas por el laboratorio y las interpretaciones de Rangel *et al.* (2007,2010).

5.2 MÉTODOS DE ANÁLISIS

ANÁLISIS BIOTIPOLOGICO FOLIAR POR LEVANTAMIENTO Y POR UNIDADES SINTAXONOMICAS

Se realizó una caracterización descriptiva de la biotipología de los levantamientos y las unidades sintaxonómicas de la vegetación. Con las características cualitativas se estimaron porcentajes para definir cuál era la de mayor predominio, así mismo para definir el patrón biotipológico en las unidades sintaxonómicas. También se analizaron las variaciones según la estratificación de la vegetación.

Con la características cuantitativas (Área de la lámina, SLW, Succulencia, Esclerofilia y grosor promedio) se estimaron estadísticos univariados descriptivos (medidas de tendencia central y bloxplot) en cada levantamiento, así mismo se analizaron los datos extremos (outliers) y las variaciones en la estratificación de la vegetación. Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk aplicada a muestras pequeñas (n<30) y la prueba

de Levene para la homogeneidad de varianzas (Homocedasticidad). A partir de estos resultados se aplicó la prueba de varianza ANOVA ó Kruskal-wallis para comparar los levantamientos, para estas pruebas se utilizó el programa PAST (v 2.08b; Hammer *et al.* 2001).

ANALISIS DE LA RIQUEZA Y RELACIÓN CON EL ESPECTRO BIOTIPOLOGICO FOLIAR

En primer lugar se analizó la representatividad de todos los muestreos con respecto a los realizados para el análisis florístico (Avella & Rangel, com. Pers 2011). Para los bosques de la franja tropical se analizaron las familias y géneros más importantes por su riqueza y presencia a lo largo del gradiente, se estimó la riqueza relativa ponderada la cual solo tuvo en cuenta las especies totales de aquellas familias que se encontraron en más de tres levantamientos. Así mismo se analizó la riqueza de las familias de acuerdo con la estratificación de la vegetación. De acuerdo con la presencia a lo largo del gradiente de las familias se analizó la selectividad con el ambiente y con el estrato. Finalmente se describió el patrón biotipológico para las familias y géneros más frecuentes en los inventarios y se analizó la variación de las características foliares en la estratificación.

ANALISIS DE LAS RELACIONES ENTRE LAS CARACTERISTICAS FOLIARES Y LA PRECIPITACIÓN

Se analizaron las características cuantitativas y cualitativas con respecto al gradiente de precipitación. Para las características cuantitativas se realizaron pruebas estadísticas de normalidad, homocedasticidad y varianza para conocer las diferencias significativas entre los levantamientos. A partir de los resultados con estas variables, se realizó el análisis de las características cualitativas. Para el análisis estadístico se utilizó el programa PAST (v 2.08b Hammer *et al.* 2001) y SPAD (v. 5.3)

CARACTERISTICAS CUANTITATIVAS

Para el análisis de las características cuantitativas se tomaron los datos de cada levantamiento, y se eliminaron aquellos datos extremos que no permitían ver el comportamiento de la mayoría de datos. Se realizó la prueba no paramétrica de normalidad de Shapiro Wilk aplicada a muestras pequeñas; la prueba de Levene para la homogeneidad de varianzas (Homocedasticidad). A partir de estos resultados se aplicó la prueba de varianza ANOVA ó Kruskal-wallis, seguidamente se realizó una correlación de Spearman (no paramétrica) para conocer cómo era la relación de las variables con la precipitación y entre ellas. El grado de significancia o el "*p-value*" que se tomó fue un $p < 0.05$, en todos los casos. El levantamiento NC-5 fue el de menor área y número de individuos, por esta razón se realizó una comparación de medias (de todas las variables cuantitativas) con los levantamientos de mayor y menor precipitación, para conocer si mantenían la misma condición con una prueba *t-test*, con el fin de disminuir el ruido.

CARACTERISTICAS CUALITATIVAS

Para el análisis de las características cualitativas, para cada levantamiento se estimó un índice de predominio para las características a lo largo del gradiente, se tomó la proporción de número individuos que presentaron una característica foliar específica por

unidad de área (individuos con la característica foliar/área), para evitar el posible sesgo al tener diferentes áreas de muestreo, seguidamente se sumaron los índices de predominio de aquellos levantamientos que compartían el mismo monto de precipitación. Después se realizó una correlación de Spearman (no paramétrica) para observar las posibles relaciones de estas características con la precipitación.

ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS CON RELACION AL GRADIENTE DE PRECIPITACIÓN

A partir del análisis de las muestras de suelo se compararon algunas características importantes (pH, %CO, Nitrógeno, Fósforo, entre otras) entre levantamientos con el fin de detectar las relaciones con el gradiente de precipitación. De todas las variables se seleccionaron aquellas que obtuvieron una mayor relación con la morfología foliar, además de aquellas incluidas en la revisión de literatura, para incluirlas en el análisis multivariado.

ANÁLISIS MULTIVARIADO

En el análisis multivariado se tomaron las variables más importantes y de mayor correlación para observar cómo se ordenaban los levantamientos de acuerdo con la interacción de las variables. Se realizó un PCA (análisis de componentes principales) con los promedios de para las características foliares más importantes e independientes entre sí (área de la lámina, SLW y grosor promedio), y otro análisis con algunas características del suelo (pH, CICE, Fósforo y Nitrógeno).

BOSQUES DE MANGLAR

Para estos bosques se calculó la salinidad a partir de la conductividad con la siguiente fórmula:

$$\text{Salinidad (mg/l)} = 0,64 \times \text{Conductividad eléctrica (Domènech \& Peral, 2006)}$$

6. GENERALIDADES

6.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende varias localidades en la zona tropical de la región natural del Caribe, que son representativas de un gradiente de precipitación. Se encuentran ubicadas en los departamentos de Córdoba y Atlántico. También se incluyeron sectores representativos de la vegetación de manglar en el departamento de Córdoba y una formación de bosque sub-andino en el departamento de Cesar. En la figura B se observa el área geográfica con la ubicación de los muestreos realizados y en la tabla A se describen las localidades y los levantamientos realizados. El área de muestreo en la mayoría de sitios fue de 500 m², sin embargo para algunos levantamientos el área fue menor debido a la dificultad de acceso y una alta intervención antrópica. La clasificación

realizada por tipo de bosque en la Figura B se realizó a partir de la información de precipitación y altitud.

6.2 CLIMA Y SUELO

6.2.1 Departamento de Córdoba

Según Rangel & Arellano (2010) el clima en el departamento de Córdoba presenta un único patrón de distribución de lluvias de tipo unimodal biestacional. Hay un aumento de precipitación de norte a sur en el departamento, los montos de precipitación pueden ser de 1000 mm (en zonas secas) hasta 3600mm (en zonas montañosas al sur). En general el carácter térmico con relación a la evotranspiración potencial corresponde a la clase Megatermal (A'). La temperatura fluctúa entre 26.9°C en el sur y 27.8 °C al norte. En el departamento se encuentran reseñados cuatro categorías de suelos: suelos desarrollados en áreas depresionales e inundables, suelos de climas cálidos secos y húmedos, desarrollados en planicies aluviales, terrazas y diques, suelos de climas cálidos secos y húmedos desarrollados en terrazas y en áreas con características de sabana, suelos de climas secos y muy secos en relieve ondulado y quebrado, con alta saturación de bases. Los nutrimentos y la textura de los suelos de las franjas alledañas a espejos de agua y bosques de terrazas altas y medias, son mejores en los sitios con vegetación arbórea.

6.2.2 Departamento de Córdoba, bosques de manglar

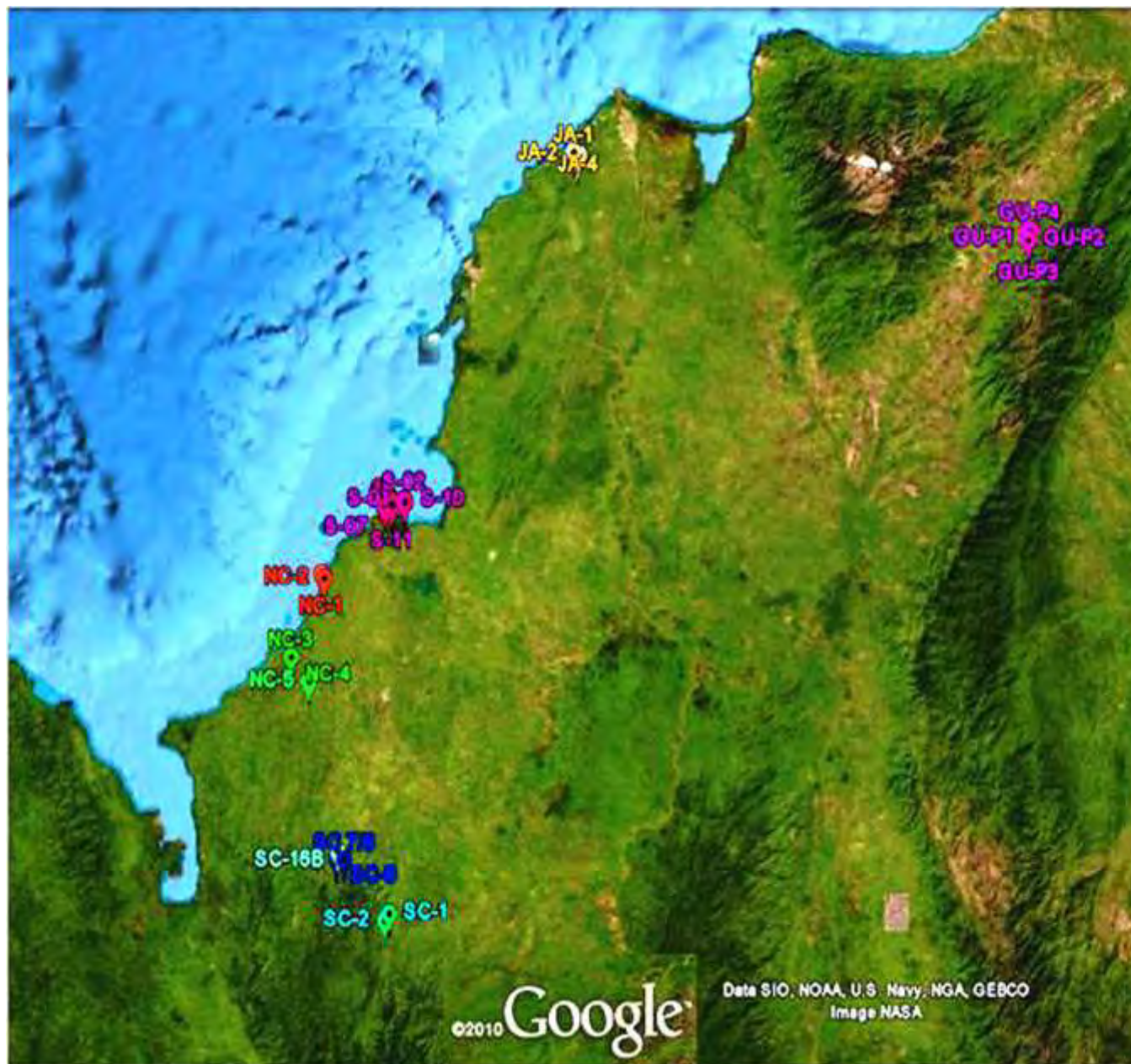
Según Rangel & Arellano (2010) el patrón de distribución de la precipitación, es de tipo unimodal-biestacional con un monto anual de 1337.4 mm y un período lluvioso que va desde mayo hasta noviembre, que coincide con el aumento en el cauce del río Sinú. El clima según Thornthwaite es semiseco con ligero o sin superávit de agua en la época de verano, los valores de evapotranspiración potencial del período seco indican una deficiencia de agua de 515.8 mm que se hace notoria en febrero. La temperatura promedio anual es de 28°C, oscila entre 32.9°C en el mes de mayo y 26.7 °C en abril (Sánchez *et al.* 2005). Con respecto a los suelos siguen la misma descripción que para el departamento de Córdoba.

6.2.3 Departamento de Atlántico, municipio Juan de Acosta

Según el esquema de ordenamiento territorial para el municipio de Juan de Acosta (2001), el clima es cálido, tropical, seco y semiárido, con temperaturas promedio de 28° C, a lo largo de año. Los suelos son arcillosos, permeables, con alta calidad de materia orgánica, tienen texturas finas a moderadamente finas y moderadamente profundos. Son suelos que se agrietan con facilidad en la superficie y se encuentran limitados en algunos casos por la presencia de sales después de 60 cms de profundidad. Los análisis químicos de estos suelos, muestran una saturación de bases muy alta, presentan un pH ligeramente alcalino, y con un contenido de Fósforo alto-medio. En general son suelos bastante aptos para la agricultura. Presentan limitaciones climáticas relacionadas con baja precipitación, alta evapotranspiración y problema de profundización radicular, debidas a la presencia de sales del subsuelo, altos contenidos de arcilla, encharcamiento y/o texturas arenosas. (Esquema de ordenamiento territorial, 2001)

Tabla A. Levantamientos realizados en el Área de estudio, se indica la fecha, localidad, código del levantamiento, área de muestreo, altitud y coordenadas (latitud y longitud).

LOCALIDAD	CÓDIGO LEVANTAMIENTO	ÁREA DEL LEVANTAMIENTO	ALTITUD	Individuos totales	Individuos por estrato				
					Ai	Ar	Arb	H	R
Colombia, Dep.Cordoba, Municipio Puerto Libertador, Vereda Candelaria, Finca Lagundera.	SC-1	500	143	45	5	17	18	5	0
Colombia, Dep.Cordoba, Mun. Montelibano, Corregimiento de Tierradentro, Vda. Aguas Prietas, Finca El Guajaro	SC-2	500	136	56	11	21	20	4	0
Colombia, Dep.Cordoba, Mun. Tierra Alta, Vda La Oscurana,	SC-6	500	157	51	8	29	9	5	0
Colombia, Dep.Cordoba, Mun. Tierra Alta, Vda La Oscurana, Finca Onomás	SC-7/8	200	159	52	5	20	9	18	0
Colombia, Dep.Cordoba, Mun. Tierra Alta, Vda La Oscurana, Finca Onomás	SC-9	500	160	51	12	23	5	8	3
Colombia, Dep. de Cordoba, Mun. de Tierra alta, Vda. Tuis Tuis, Finca Tuti fruti	SC-16B	500	191	60	9	37	1	8	5
Colombia, Dep. de Cordoba, Mun. de Canalete, corregimiento de Popayán, Vda. Canalete, Finca Las Delicias	NC-5	100	133	21	4	11	2	3	1
Colombia, Dep. de Cordoba, Mun. Moñitos, corregimiento de Río Cedro, Vda. La Vega	NC-1	500	8	22	2	5	7	6	2
Colombia, Dep. de Cordoba, Mun. Moñitos, corregimiento de Río Cedro, Vda. San Patricio	NC-2	200	6	19	7	4	0	4	4
Colombia, Dep. de Cordoba, Mun. Los Cordobas, Vda. Santa Rosa, Reserva Campo alegre	NC-3	500	100	33	3	14	10	4	2
Colombia, Dep. de Cordoba, Mun. Los Cordobas, Vda. Santa Rosa, Reserva Campo alegre	NC-4	100	153	21	2	5	7	5	2
Colombia, Dep. de La Guajira, Mun. Urumita, Vda. Tres Picos, Finca Nueva idea	GU-P1	500	1804	26	3	6	10	7	0
Colombia, Dep. de La Guajira, Mun. Urumita, Vda. Tres Picos, Finca Nueva idea	GU-P2	500	1837	30	1	6	13	8	2
Colombia, Dep. de La Guajira, Mun. Urumita, Vda. Tres Picos, Finca Nueva idea	GU-P3	500	1812	13	2	1	8	2	0
Colombia, Dep. de La Guajira, Mun. Urumita, Vda. Tres Picos, Finca Nueva idea	GU-P4	500	1844	25	0	4	11	9	1
Colombia, Dep. de Cordoba, Mun. San Antero, Bahía de Cispata, desembocadura caño Salado	S-01	500	0	9	1	1	3	3	1
Colombia, Dep. de Cordoba, Mun. San Antero	S-02/04	500	11	6	0	3	0	3	0
Colombia, Dep. de Cordoba, Mun. San Antero	S-03	500	2	9	0	2	3	4	0
Colombia, Dep. de Cordoba, Mun. San Antero	S-05	500	0	21	0	5	5	9	2
Colombia, Dep. de Cordoba, Mun. San Antero	S-06	500	1	13	0	3	4	6	0
Colombia, Dep. de Cordoba, Mun. San Bernardo del Viento, Vda. Caño Grande, cienaga La Coroza	S-07	200	5	9	0	2	5	2	0
Colombia, Dep. de Cordoba, Mun. San Bernardo del Viento, Vda. Caño Grande, desembocadura Mireya río Sinú	S-08	500	9	8	0	2	2	4	0
Colombia, Dep. de Cordoba, Mun. San Bernardo del Viento, Vda. Caño Grande, desembocadura Mireya río Sinú	S-09	500	9	11	0	2	3	6	0
Colombia, Dep. de Cordoba, Mun. San Antero, Vda. Caño Grande, cienaga La Zona	S-10	500	3	13	0	2	5	6	0
Colombia, Dep. de Cordoba, Mun. San Antero, Vda. Caño Grande, cienaga Garzal	S-11	500	3	17	0	3	7	7	0
Colombia, Dep. de Cordoba, Mun. San Bernardo del Viento, Vda. Caño Grande, cienaga Mireya	S-13	500	13	15	0	6	3	6	0
Colombia, Dep. de Cordoba, Mun. San Bernardo del Viento, Vda. Caño Grande, desembocadura Tinajones Mireya	S-14	500	10	15	0	2	6	7	0
Colombia, Dep. de Cordoba, Mun. San Bernardo del Viento, Vda. Caño Grande, cienaga Ostional	S-15	500	33	19	0	7	6	6	0
Colombia, Dep. de Atlantico, Mun. Juan de Acosta, Reserva "Batatilla"	JA-1	500	138	22	0	3	9	10	0
Colombia, Dep. de Atlantico, Mun. Juan de Acosta, Reserva "Sarmiento"	JA-2	500	132	21	0	0	12	9	0
Colombia, Dep. de Atlantico, Mun. Juan de Acosta, Reserva "Batatilla"	JA-3	500	160	16	0	0	8	8	0
Colombia, Dep. de Atlantico, Mun. Usiacurí, Caño Lurisa	JA-4	500	141	19	0	0	12	7	0



TIPOS DE BOSQUE Y LEVANTAMIENTOS

- BOSQUE HÚMEDO PLUVIAL (SC - 6,7/8,9)
- BOSQUE HUMEDO (SC - 1,2)
- BOSQUE MODERADAMENTE HUMEDO (SC - 16B)
- BOSQUE SEMI-HUMEDO (NC - 3,4)
- BOSQUE SEMI-SECO (NC - 1,2)
- BOSQUE SEMI-SECO ALTAMENTE INTERVENIDO (NC - 5)
- BOSQUE SECO (JA - 1 al 4)
- BOSQUE DE MANGLAR (S - 1 al 15)
- BOSQUE SUB-ANDINO (GU - P1 a P4)

Figura B. Área de estudio.

6.2.4 Serranía del Perijá baja montaña (1000m – 2000m)

Según Rangel & Carvajal (2009) en la región de vida subandina de la serranía del Perijá el clima presenta un patrón de distribución de lluvias de tipo bimodal – tetraestacional, las estaciones estudiadas muestran un clima semi-húmedo, con temperaturas mesotermiales, el balance hídrico muestra un exceso de agua durante la mayoría de meses húmedos del año, que desde abril a noviembre. Hacia el sur de la serranía de Perijá por el porte de la vegetación se deduce una alta precipitación, alta capacidad de almacenamiento de los suelos y buena regulación de agua. Los suelos de la baja montaña se caracterizan por tener una textura Franco-arenosa y Franca, con un pH ácido y condiciones medias de capacidad de intercambio catiónico. En general los suelos pueden catalogarse como pobres en fósforo.

6.2.5 Descripción de clima y de las características de los suelos en los sitios del área de estudio

SITIO 1. DEPARTAMENTO DE CORDOBA, MUNICIPIO PUERTO LIBERTADOR, VEREDA CANDELARIA, FINCA LAGUNDERA

El sitio es un bosque tropical húmedo, el clima según Thornthwaite se clasifica como B₂sA'a' moderadamente húmedo con moderada deficiencia de agua en la época de verano (Rangel & Arellano, 2010). Posee un monto anual de precipitación de 2849 mm (estación Uré); la temperatura media varía entre 27 y 27.5°C, el brillo solar es de 1600 horas anuales y la humedad relativa varía entre 84 y 85% (Palencia *et al.* 2006).

Los suelos poseen bajos contenidos de fósforo, Calcio, Potasio, Magnesio y Nitrógeno. La textura para del levantamiento SC-1 es franco-arcillosa-arenosa y para SC-2 es Franca. Según el valor de pH ambos levantamientos corresponden a suelos muy ácidos, con un valor de 4.1 para el levantamiento SC-1, y de 3.8 para SC-2. Con respecto a la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) es baja, para SC-1 7.84 meq/100g y 6.52 para SC-2 (Tabla B y C).

SITIO 2. DEPARTAMENTO DE CORDOBA, MUNICIPIO DE TIERRALTA, VEREDA LA OSCURANA

El sitio es un bosque tropical súper húmedo, la temperatura media varía entre 27 y 27.5°C, el brillo solar es de 1600 horas anuales y la humedad relativa varía entre 84 y 85% (Palencia *et al.* 2006). Posee una precipitación media anual de 3487.8 mm (estación Molinillo).

Los suelos poseen bajos contenidos de Fósforo, Calcio y Magnesio, valor medio de Potasio y valor alto de Nitrógeno. La textura del todos los levantamientos es franco-arenosa. Según el valor de pH el levantamiento SC-9 corresponde a un suelo ácido con un valor de 5.0; los levantamientos SC-6 y SC7/8 corresponden a suelos muy ácidos, con un valor de 3.7 y 4.2. La capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) es media y baja, con 16.4 meq/100g para SC-6, 12.5 para SC-7/8, y 5.40 para SC-9 (Tabla B y C).

SITIO 3. DEPARTAMENTO DE CORDOBA, MUNICIPIO DE TIERRA ALTA, VEREDA TUIS TUIS, FINCA TUTI FRUTI

El sitio es un bosque tropical moderadamente húmedo, la temperatura media varía entre 26.5 y 27°C, el brillo solar esta entre 1600 y 1400 horas anuales y la humedad relativa varía entre 84 y 85% (Palencia *et al.* 2006). Posee una precipitación media anual de 1737.83 mm (estación Quimari).

El suelo del levantamiento SC-16B posee bajo contenido de Fósforo, valores medios en el contenido de Potasio, Magnesio, Calcio y un valor alto de Nitrógeno; la textura es Franco-arcillosa-arenosa. Según el valor de pH es un suelo muy ácido con un valor de 4.0 y la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) es media con 10.5 meq/100g (Tabla B y C).

SITIO 4. DEPARTAMENTO DE CORDOBA, MUNICIPIO DE CANALETE, CORREGIMIENTO DE POPAYÁN, VEREDA CANALETE, FINCA LAS DELICIAS

El sitio es un bosque tropical semi-seco, la temperatura media varía entre 27 y 27.5 °C, el brillo solar es de 2000 horas anuales y la humedad relativa varía entre 83 y 84% (Palencia *et al.* 2006). Posee una precipitación media anual de 1383.5 mm (estación Canalete).

El suelo del levantamiento NC-5 posee alto contenidos de Fósforo, Potasio, Magnesio, Calcio y Nitrógeno; su textura es Franco-arenosa. Según el valor de pH es un suelo neutro-básico con un valor de 7.5, y la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) es alta con 37.6 meq/100g (Tabla B y C).

SITIO 5. DEPARTAMENTO DE CORDOBA, MUNICIPIO DE MOÑITOS, VEREDA LA VEGA

El sitio es un bosque tropical semi-seco, el clima según Thornthwaite se clasifica como C₁dA'a' semi-seco con ligero o superávit de agua en época crítica (verano) (Rangel & Arellano, 2010). Posee una precipitación media anual de 1448 mm (estación Cristo Rey); la temperatura media varía entre 27.5 y 28°C, el brillo solar es de 1500 horas anuales y la humedad relativa varía entre 83 y 84% (Palencia *et al.* 2006).

Los suelos poseen altos contenidos de Fósforo, Calcio, Potasio, Magnesio, y valor medio en el contenido de Nitrógeno. La textura del levantamiento NC-1 es Arcillosa y para NC-2 Franco-arcillosa. Según el valor de pH los levantamientos corresponden a suelos neutros-básicos, con un valor de 7.4 para NC-1 y de 7.8 para NC-2. La capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) es alta con 34.3 meq/100g para NC-1 y 32.3 para NC-2 (Tabla B y C).

SITIO 6. DEPARTAMENTO DE CORDOBA, MUNICIPIO LOS CORDOBAS, VEREDA SANTA ROSA, RESERVA CAMPO ALEGRE

El sitio es un bosque tropical semihúmedo, la temperatura media varía entre 27 y 27.5°C, el brillo solar es de 2000 horas anuales y la humedad relativa varía entre 83 y 84% (Palencia *et al.* 2006). La precipitación media anual es 1512.43 mm (estación Campo alegre).

Los suelos tienen altos contenidos de Calcio, Potasio, Magnesio, el levantamiento NC-3 posee un alto contenido de Nitrógeno y bajo de fósforo, el levantamiento NC-4 posee un contenido medio de Nitrógeno y alto de fósforo. La textura en el suelo del levantamiento NC-3 es Franca y para NC-4 Arcillosa. Según el valor de pH ambos levantamientos corresponden a suelos neutros- ligeramente ácidos, con un valor de 6.6 para NC-3 y de 6.8 para NC-4. La capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) es alta con 36.3 meq/100g para NC-3 y 32.4 para NC-4 (Tabla B y C).

SITIO 7. DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA, MUNICIPIO URUMITA, VEREDA TRES PICOS, FINCA NUEVA IDEA (BOSQUE SUBANDINO)

El sitio es un bosque semi-húmedo, el clima según Thornthwaite se clasifica como C₂RB'₄ semi-húmedo, con poca deficiencia de agua y mesotermal, así mismo, para la franja subandina de la serranía del Perijá se menciona una precipitación media anual de 1158.5 mm (Rangel & Carvajal, 2009).

Los suelos poseen altos contenidos de Calcio, Potasio, Magnesio y Nitrógeno; los levantamientos GU-P1 y GU-P4 poseen un bajo contenido de fósforo, el levantamiento GU-P2 tiene un valor medio y el levantamiento GU-P3 tiene un contenido alto. La textura en los levantamientos GU-P1, GU-P2 y GU-P4 fue Franco-arenosa y para GU-P3 Franca. Según el valor de pH todos los levantamientos corresponden a suelos ácidos, con un valor de 5.6 para el levantamiento GU-P1, de 5.5 para GU-P2, de 6.2 para GU-P3 y de 5.8 para GU-P4. La capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) es media y alta con 17 meq/100g para GU-P1, 18.6 para GU-P2, 15.8 para GU-P3 y de 25.2 para GU-P4 (Tabla B y C).

SITIO 8. DEPARTAMENTO DE CORDOBA, MUNICIPIO DE SAN BERNARDO DEL VIENTO Y SAN ANTERO, BAHÍA DE CISPATÁ

El sitio es un bosque de manglar, el clima según Thornthwaite se clasifica como C₁dA'a' semi-seco con ligero o sin superávit de agua, en la época crítica (verano), la precipitación media anual es de 1337.4 mm (Rangel & Arellano, 2010); la temperatura media varía entre 27 y 27.5°C, el brillo solar es de 2000 horas anuales y la humedad relativa varía entre 85 y 86% (Palencia *et al.* 2006).

El análisis de suelo solo se realizó en tres levantamientos (S-01, S-07 y S-15), debido a la inundación de los demás sitios en las fechas de muestreo. Hay altos contenidos de Calcio, Potasio, Magnesio y Nitrógeno; los levantamientos S-01 y S-15 poseen un bajo contenido de fósforo y el levantamiento S-07 posee un valor medio. La textura para el levantamiento S-15 fue Franco-arenosa, para los otros no se registró. Según el valor de pH los levantamientos S-01 y S-07 corresponden a suelos ácidos, con un valor de 5.4 para el levantamiento S-01 y 5.8 para S-07, el suelo del levantamiento S-15 es muy ácido con un valor de 4.3. La capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) es alta y muy alta con 253 meq/100g para S-01, 58 para S-07 y 119 para S-15; seguramente esto se relaciona por la influencia directa de la salinidad del mar. (Tabla B y C).

SITIO 9. DEPARTAMENTO DE ATLANTICO, MUNICIPIO JUAN DE ACOSTA, RESERVA "BATATILLA" Y "SARMIENTO"; Y MUNICIPIO DE USIACURÍ, CAÑO LURISA

El sitio es un bosque seco, la precipitación media anual es de 1051.7 mm (Estación Juan de Acosta). La temperatura media varía entre 27 y 28 °C, el brillo solar promedio es de 200 horas/día y la humedad relativa varía entre 79-82% (Plan ordenamiento territorial 2001-2003).

Los suelos en general poseen un contenido bajo de fósforo, los levantamientos JA-1, JA-2 y JA-3 poseen altos contenidos de Calcio, Potasio y Magnesio, y el levantamiento JA-4 posee un contenido medio de éstos elementos. Con respecto al Nitrógeno, los levantamientos JA-2 y JA-3 poseen un contenido medio y los levantamientos JA-1 y JA-4 un contenido bajo. La textura para JA-1 es Franco-arenosa, para JA-2 Franco-arcillosa-arenosa, para JA-3 Franco-arcillosa y para JA-4 Arenosa. Según el valor de pH los levantamientos JA-1, JA-2 y JA-3 corresponden a suelos neutros-ligeramente ácidos, con un valor de 6.3 para JA-1, 6.8 para JA-2 y 6.7 para JA-3, el suelo del levantamiento JA-4 es neutro-básico con un valor de 7.8 . La capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) es de 12.7 meq/100g para JA-1, 20.8 para JA-2, 28.5 para JA-3 y de 5.29 para JA-4 (Tabla B y C).

Tabla B. Resumen de las características de los suelos para cada levantamiento según el tipo de bosque. (Al) indica la acidez intercambiable, (CIC) capacidad de intercambio catiónico y (CICE) capacidad de intercambio catiónico efectiva.

TIPO DE BOSQUE	Levantamiento	Profundidad (cm)	pH	CO (%)	N (%)	Ca (meq/100g)	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Na (meq/100g)	Al (meq/100g)	CICE (meq/100g)	CIC (meq/100g)
HUMEDO PLUVIAL	SC-6	0-10	3.7	4.42	0.38	1.29	0.3	0.59	0.11	14.1	16.4	34.7
	SC-7/8	0-10	4.2	3.7	0.32	1.17	0.23	0.59	0.09	10.5	12.5	23.3
	SC-9	0-10	5	2.21	0.19	2.55	0.18	0.4	0.08	2.2	5.4	10.6
HUMEDO	SC-1	0-10	4.1	2.31	0.2	0.46	0.15	0.5	0.09	6.63	7.84	13.7
	SC-2	0-10	3.8	2.14	0.18	0.4	0.1	0.33	0.06	5.63	6.52	11.6
M. HUMEDO	SC-16B	0-10	4	3.65	0.32	3.29	0.33	1.87	0.15	4.82	10.5	43.8
SEMI-HUMEDO	NC-3	0-10	6.6	3.7	0.32	20.9	1.81	13.4	0.23	0	36.3	38.5
	NC-4	0-10	6.8	2.23	0.19	19.8	0.65	11.3	0.69	0	32.4	32.2
SEMI-SECO	NC-5	0-10	7.5	3	0.26	32.5	0.52	4.36	0.15	0	37.6	21.3
	NC-1	0-10	7.4	2.09	0.18	18.9	1.12	13.3	0.94	0	34.3	34.2
	NC-2	0-10	7.8	1.34	0.12	23.2	1.08	7.7	0.31	0	32.3	29.3
SECO	JA-1	0-10	6.3	0.33	0.03	6.77	0.6	5.18	0.17	0	12.7	11
	JA-2	0-10	6.8	1.36	0.12	11.7	2.47	6.43	0.19	0	20.8	18.2
	JA-3	0-10	6.7	2.3	0.2	15.1	0.85	12.2	0.31	0	28.5	27.3
	JA-4	0-10	7.8	0.3	0.03	3.53	0.17	1.48	0.12	0	5.29	4.98
SUBANDINO	GU-P1	0-10	5.6	4.24	0.37	12	0.4	4.56	0.09	0	17	28.8
	GU-P2	0-10	5.5	10	0.86	12.9	0.88	4.73	0.12	0	18.6	37.2
	GU-P3	0-10	6.2	3.67	0.32	11.9	0.62	3.13	0.12	0	15.8	22.4
	GU-P4	0-10	5.8	5.11	0.44	16.2	0.65	8.17	0.1	0	25.2	33.7
MANGLAR	S-01	0-10	5.4	20.8	1.79	13.3	4.4	79	156	0.24	253	95
	S-07	0-10	5.8	32.3	2.78	36.2	1.19	17.6	2.92	0	58	103
	S-15	0-10	4.3	18.6	1.6	13	1.82	31.5	70.8	1.77	119	51.5

Tabla C. Resumen de las características de los suelos para cada levantamiento según el tipo de bosque. (Ar) indica el porcentaje de arcilla, (L) porcentaje de limo, (A) porcentaje de arena y (ns) no reportado.

TIPO DE BOSQUE	Levantamiento	Profundidad (cm)	P (mg/Kg)	S (mg/Kg)	Cu (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)	Mn (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)	B (mg/Kg)	Ar (%)	L (%)	A (%)	TEXTURA
HUMEDO PLUVIAL	SC-6	0-10	3.49	ns	0.7	122	9.81	0.65	0.46	14	11	75	FA
	SC-7/8	0-10	2.12	ns	0.77	250	2.46	0.38	0.49	8	23	69	FA
	SC-9	0-10	2.49	ns	0.51	587	1.35	0.61	0.57	8	19	73	FA
HUMEDO	SC-1	0-10	1.8	ns	1.92	257	3.75	0.66	0.37	28	16	56	FArA
	SC-2	0-10	1.07	ns	0.52	306	3.25	0.79	0.43	19	33	48	F
M. HUMEDO	SC-16B	0-10	2.95	ns	2.04	108	13.8	1.8	0.25	28	15	58	FArA
SEMI-HUMEDO	NC-3	0-10	7.06	ns	1.51	52.9	19.1	2.79	1.02	23	46	31	F
	NC-4	0-10	48.1	ns	1.21	37.6	18	1.74	1.02	41	32	27	Ar
SEMI-SECO	NC-5	0-10	>116	ns	0.84	15.7	9.99	1.72	0.76	15	25	60	FA
	NC-1	0-10	64.4	ns	6.19	86.1	15.9	1.91	0.75	45	32	23	Ar
	NC-2	0-10	59.7	ns	2.89	60	8.77	1.23	0.92	31	34	35	FAr
SECO	JA-1	0-10	5.78	ns	0.77	24.1	14.6	0.96	0.15	18	10	72	FA
	JA-2	0-10	9.42	ns	1.13	36.8	26.6	3.07	0.54	20	18	62	FArA
	JA-3	0-10	10.6	ns	1.68	39.6	25.7	3.38	0.58	36	28	36	FAr
	JA-4	0-10	17.8	ns	0.17	11.3	4.01	0.65	0.33	4	4	92	A
SUBANDINO	GU-P1	0-10	4.98	ns	4.79	170	119	9.05	0.47	10	32	58	FA
	GU-P2	0-10	22.1	ns	1.41	42.5	20.5	2.88	0.47	6	16	78	AF
	GU-P3	0-10	43.7	ns	1.22	99.4	26.8	3.11	0.44	10	50	40	F
	GU-P4	0-10	10.7	ns	3.76	105	132	13.1	0.51	6	22	72	FA
MANGLAR	S-01	0-10	8.69	ns	1.19	854	9.1	2.57	>5	ns	ns	ns	ns
	S-07	0-10	21.3	ns	1.04	291	94.6	2.34	4.13	ns	ns	ns	ns
	S-15	0-10	1.08	ns	0.29	209	16.5	89.7	4.02	10	26	64	FA

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 DESCRIPCIÓN DEL PATRON FOLIAR PARA CADA LEVANTAMIENTO

7.1.1 Departamento de Córdoba, municipio Puerto Libertador, vereda “Candelaria”, finca “Lagundera” (altitud 130-145m)

Se realizaron dos levantamientos, cada uno de 500 m² (SC-1 y SC-2). En el levantamiento SC-1 se tomaron muestras de 45 individuos (41 especies); en el estrato arbóreo inferior se tomaron muestras de cinco individuos, en el estrato sub-arbóreo 17, en el estrato arbustivo 18 y en el estrato herbáceo cinco. En el levantamiento SC-2 se tomaron muestras de 56 individuos (49 especies); en el estrato arbóreo inferior se tomaron muestras de 11 individuos, en el estrato sub-arbóreo 21, en el estrato arbustivo 20 y en el estrato herbáceo cuatro individuos.

Tabla 1. Características foliares (%) para los levantamientos SC-1 y SC-2. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm).

Tamaño	Tierradentro		Base	Tierradentro	
	SC-1 (%)	SC-2 (%)		SC-1 (%)	SC-2 (%)
Megáfila	0.00	0.00	Acuminada	15.56	10.71
Macrófila	51.11	35.71	Aguda	24.44	35.71
Mesófila	42.22	53.57	Cordada	0.00	0.00
Notófila	2.22	8.93	Obtusa	26.67	46.43
Micrófila	4.44	1.79	Peltada	2.22	0.00
Nanófila	0.00	0.00	Redonda	20.00	5.36
Consistencia			Sentada	11.11	1.79
Coriácea	42.22	30.36	Borde		
Membranosa	24.44	28.57	Entero	73.33	69.64
Subcoriácea	33.33	41.07	Ondeadado	17.78	19.64
Apice			Serrulado	8.89	10.71
Angulado	4.44	0.00	Proteccion		
Emarginado	2.22	0.00	g/g	80.00	76.79
Puntiforme	91.11	100.00	g/to	11.11	21.43
Redondeado	2.22	0.00	to/to	8.89	1.79
Forma			Categoría grosor		
Alargada	66.67	87.50	A	8.89	14.29
Palmada	2.22	1.79	B	44.44	30.36
Redondeada	31.11	10.71	C	20.00	23.21
Tipo de Hoja			D	15.56	16.07
Compuesta	20.00	16.07	E	6.67	3.57
Simple	80.00	83.93	F	4.44	12.50
Nerviación					
Curvinervia	4.44	1.79			
Paralela	6.67	3.57			
Penninervia	82.22	89.29			
Uninervia	6.67	5.36			

CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS

El patrón foliar para este tipo de bosque corresponde a hojas simples, de tamaño mesófila, de ápice puntiforme, forma alargada, borde entero, base obtusa, consistencia sub-coriácea, sin protección, de grosor tipo B (0.16 a 0.35 mm) y nerviación penninervia. En las características de tamaño y consistencia foliar se observaron diferencias entre los levantamientos; en el levantamiento SC-1 predominaron hojas macrófilas de consistencia coriácea, mientras que en SC-2 predominaron hojas mesófilas de consistencia subcoriácea (Tabla 1). Se encontraron algunas diferencias entre los estratos, como el predominio hacia los estratos inferiores de las hojas macrófilas, de consistencia membranosa y de hojas compuestas; también se observó que en el arbóreo inferior predominan hojas de consistencia membranosa, base aguda y categoría de grosor D (0.46 a 0.55 mm) (Anexo 1).

CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS (Figura 1 y Tabla 2)

La media del área de la lámina foliar, peso específico y esclerofilia fueron muy similares entre los levantamientos; la media de la succulencia en el levantamiento SC-1 fue mayor que en SC-2. La prueba de varianza entre los levantamientos para cada variable sin los datos atípicos, mostró que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$ en todos los casos). Esto sugiere que ambos levantamientos (SC-1 y SC-2) pertenecen a una misma comunidad vegetal.

Área de la lámina foliar

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 17813.3 mm² y 15521.5 mm². Los valores de desviación estándar sugieren una gran variación en los datos. Los valores del percentil 75 en ambos levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre 20015.2 mm² y 22496 mm². Según la estratificación, las medias del levantamiento SC-1 fueron más altas que las del levantamiento SC-2, excepto en el estrato herbáceo. Las desviaciones estándar en todos los estratos de los levantamientos fueron menores pero cercanas a las medias, lo cual indica una amplia distribución del tamaño de la lámina foliar. En ambos levantamientos se observó el aumento del tamaño foliar hacia estratos inferiores. También, entre el estrato arbóreo y sub-arbóreo hubo una disminución notable de las medias del área en ambos levantamientos.

Peso específico (SLW)

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 0.66 gr/dm² y 0.69 gr/dm². Los valores de desviación estándar fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. Los valores del percentil 75 en ambos levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre 0.79 gr/dm² y 0.81 gr/dm². Según la estratificación en ambos levantamientos, las medias fueron muy similares entre sí y no se observaron diferencias notables entre los estratos.

Suculencia

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 1.60 gr/dm² y 1.38 gr/dm². Los valores de desviación estándar en ambos levantamientos se encontraron ligeramente por debajo de la media. Los valores del percentil 75 en ambos levantamientos superaron

el valor de la media y se encontraron entre 1.84 gr/dm² y 1.59 gr/dm². Los valores de la media en el levantamiento SC-1 según los estratos, fueron más altos que los del levantamiento SC-2. Se observó el aumento de las media hacia los estratos inferiores en ambos levantamientos, con una diferencia (entre el estrato arbóreo y herbáceo) de 1.35 gr/dm² para SC-1 y de 0.8 gr/dm² para SC-2.

Esclerofilia

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre el 33.5 % y 34.9%. Los valores de desviación estándar fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. Los valores del percentil 75 en ambos levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre el 40.8% y 42.8%. El valor medio de esclerofilia entre los levantamientos fue similar, con una diferencia del 1.5%. Las medias de ambos levantamientos según los estratos fueron muy similares entre sí. En el estrato herbáceo la media de la esclerofilia fue ligeramente menor con respecto a los estratos superiores (19.5% para SC-1 y 24.41% para SC-2).

Grosor promedio de lámina foliar

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 0.36 mm y 0.39 mm. Los valores de desviación estándar fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. Los valores del percentil 75 en ambos levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre 0.49 mm y 0.50 mm. Las medias de ambos levantamientos según los estratos fueron muy similares entre sí. En el estrato herbáceo la media fue ligeramente menor con respecto a los estratos superiores (0.20mm para SC-1 y 0.18mm para SC-2).

Datos atípicos (Figura 1)

En el levantamiento SC-1 los valores atípicos se reflejaron en individuos de las familias Araceae, Arecaceae, Theophrastaceae, Moraceae, Piperaceae, Costaceae, Rubiaceae, Myrtaceae y del grupo Pteridophyta. En el levantamiento SC-2 se reflejaron en las familias Arecaceae, Araceae, Apocynaceae, Maranthaceae y Melastomataceae. Los géneros *Clavija* (Theophrastaceae), *Geonoma* (Arecaceae), *Calathea* (Maranthaceae) y el grupo Pteridophyta, presentaron datos extremos en el área de la lámina foliar, con valores superiores a 40000 mm² en comparación con las medias de área de los levantamientos (17813.3 y 15521 mm²). Estos géneros por lo general presentaron hojas de tamaño tipo macrófila. Las especies *Bactris maraja* (Arecaceae) y *Helicostylis tomentosa* (Moraceae) presentaron datos extremos en el peso específico, con valores superiores a 1 gr/dm² en comparación con las medias de SLW de los levantamientos (0.66 y 0.69 gr/dm²). El peso seco por unidad de área fue mayor para estos géneros. Las especies *Dieffenbachia davidsei* (Araceae) y *Costus cf. pulverulentus* (Costaceae) presentaron datos extremos en la succulencia, con valores superiores a 3 gr/dm² en comparación con las medias de succulencia de los levantamientos (1.60 y 1.38 gr/dm²). La cantidad de agua en el mesófilo por unidad de área fue mayor para estos géneros. La especie *Astrocaryum malybo* (Arecaceae) y algunos individuos indeterminados de las familias Myrtaceae y Rubiaceae presentaron datos extremos en esclerofilia, con valores superiores al 50% en comparación con las medias de esclerofilia de los levantamientos (33.46 y 34.92%). El peso seco de estos géneros fue mayor comparado con el peso del agua en el mesófilo.

Tabla 2. A la izquierda: resumen de las características cuantitativas para los levantamientos SC-1 y SC-2, se muestra la media, desviación estándar, mediana y percentiles (25 y 75). Se resumen los datos globales y para cada estrato por levantamiento. (Ai) Estrato arbóreo inferior, (Ar) sub-arbóreo, (Arb) arbustivo, (H) herbáceo y (R) rasante.

VARIABLES CUANTITATIVAS GLOBALES						
Lev.	Estadísticos	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)	SLW (g/dm ²)	SUCULENCIA (g/dm ²)	ESCLEROFILIA (%)	GROSOR PROMEDIO (mm)
SC-1	Media	17913.3	0.86	1.60	33.48	0.36
	Desviación estándar	12496.8	0.22	1.18	13.89	0.17
	Mediana	10294.8	0.02	1.34	30.44	0.34
	25 percentil	3013.3	0.53	1.00	25.54	0.23
	75 percentil	22488.8	0.81	1.84	40.81	0.49
SC-2	Media	15521.5	0.89	1.30	34.92	0.39
	Desviación estándar	16386.0	0.34	0.79	10.03	0.20
	Mediana	3432.0	0.01	1.19	36.80	0.40
	25 percentil	3281.7	0.61	0.84	27.85	0.25
	75 percentil	20045.2	0.79	1.59	42.88	0.50

VARIABLES CUANTITATIVAS POR ESTRATO						
Lev.	Estadísticos	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)	SLW (g/dm ²)	SUCULENCIA (g/dm ²)	ESCLEROFILIA (%)	GROSOR PROMEDIO (mm)
SC-1 Ai	Media	18681.3	0.73	1.39	38.38	0.39
	Desviación estándar	19478.8	0.21	0.46	11.81	0.14
	Mediana	12481.7	0.71	0.97	44.92	0.35
	25 percentil	8436.8	0.63	0.84	38.46	0.30
	75 percentil	30565.4	0.84	1.64	49.35	0.54
SC-2 Ai	Media	16680.2	0.66	1.52	31.82	0.47
	Desviación estándar	12605.8	0.19	0.59	11.69	0.25
	Mediana	11708.2	0.67	1.27	28.28	0.48
	25 percentil	8888.8	0.65	1.13	30.56	0.35
	75 percentil	22264.4	0.79	1.91	41.84	0.50

Lev.	Estadísticos	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)	SLW (g/dm ²)	SUCULENCIA (g/dm ²)	ESCLEROFILIA (%)	GROSOR PROMEDIO (mm)
SC-1 Ar	Media	14246.7	0.68	1.69	33.58	0.35
	Desviación estándar	11286.2	0.26	1.58	13.12	0.15
	Mediana	11818.8	0.60	1.35	30.44	0.38
	25 percentil	4252.0	0.58	1.01	25.05	0.22
	75 percentil	21045.7	0.78	1.80	40.11	0.48
SC-2 Ar	Media	8732.8	0.68	1.24	35.20	0.38
	Desviación estándar	8201.1	0.40	0.49	8.29	0.20
	Mediana	6632.6	0.59	1.20	36.81	0.40
	25 percentil	4144.8	0.46	0.86	29.67	0.25
	75 percentil	10834.8	0.70	1.50	40.64	0.50

Lev.	Estadísticos	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)	SLW (g/dm ²)	SUCULENCIA (g/dm ²)	ESCLEROFILIA (%)	GROSOR PROMEDIO (mm)
SC-1 Arb	Media	19692.0	0.88	1.37	35.81	0.41
	Desviación estándar	12887.9	0.17	0.90	13.69	0.18
	Mediana	14976.8	0.68	1.27	31.50	0.36
	25 percentil	10232.4	0.56	1.01	27.46	0.26
	75 percentil	33760.1	0.76	1.65	40.86	0.51
SC-2 Arb	Media	16298.8	0.73	1.29	38.44	0.40
	Desviación estándar	18131.4	0.37	0.29	9.41	0.20
	Mediana	11047.5	0.70	1.10	38.78	0.40
	25 percentil	4837.5	0.52	0.86	29.18	0.28
	75 percentil	18817.7	0.64	1.42	45.70	0.48

Lev.	Estadísticos	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)	SLW (g/dm ²)	SUCULENCIA (g/dm ²)	ESCLEROFILIA (%)	GROSOR PROMEDIO (mm)
SC-1 H	Media	29680.8	0.54	2.54	19.50	0.20
	Desviación estándar	12923.3	0.27	1.17	10.56	0.07
	Mediana	20673.3	0.42	2.68	33.33	0.28
	25 percentil	14818.8	0.01	1.41	8.63	0.15
	75 percentil	32680.4	0.83	3.61	29.44	0.25
SC-2 H	Media	38950.2	0.65	2.32	24.41	0.16
	Desviación estándar	29455.7	0.20	1.11	10.23	0.09
	Mediana	34300.3	0.07	3.28	26.81	0.20
	25 percentil	13482.7	0.48	1.29	13.60	0.09
	75 percentil	38847.8	0.83	3.42	32.71	0.25

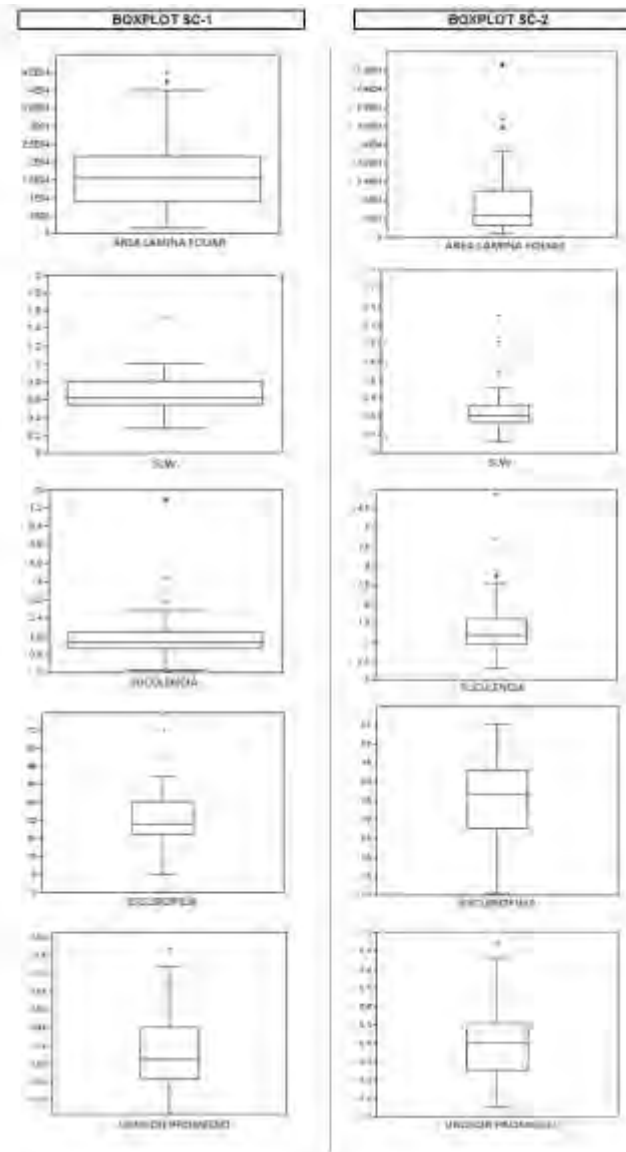


Figura 1. A la derecha: Figuras de tipo *boxplot* para cada variable cuantitativa de los levantamientos SC-1 y SC-2, en cada figura se indica los valores atípicos (*outliers*), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.

7.1.2 Departamento de Córdoba, municipio de Tierralta, vereda “La Oscurana”

Se realizaron dos levantamientos de 500 m² (SC-6 y SC-9) y un levantamiento de 200 m² (SC-7/8). En el levantamiento SC-6 se tomaron muestras de 51 individuos (49 especies); en el estrato arbóreo inferior ocho individuos, en el estrato sub-arbóreo 29, en el estrato arbustivo nueve y en el estrato herbáceo cinco.

En el levantamiento SC-7/8 se tomaron muestras de 52 individuos (49 especies); en el estrato arbóreo inferior cinco individuos, en el estrato sub-arbóreo 20, en el estrato arbustivo nueve y en el estrato herbáceo 18.

En el levantamiento SC-9 se tomaron muestras de 51 individuos (50 especies); en el estrato arbóreo inferior 12 individuos, en el estrato sub-arbóreo 23, en el estrato arbustivo cinco, en el estrato herbáceo ocho y en el estrato rasante tres.

Tabla 3. Características foliares en porcentajes, para los levantamientos SC-6, SC-7/8 y SC-9. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm).

Tamaño	La Oscurana			Base	La Oscurana		
	SC-6 (%)	SC-9 (%)	SC-7/8 (%)		SC-6 (%)	SC-9 (%)	SC-7/8 (%)
Megáfila	7.84	1.96	7.69	Acuminada	3.92	9.80	7.69
Macrófila	21.57	25.49	15.38	Aguda	35.29	33.33	30.34
Mesófila	30.98	34.90	53.85	Enredada	5.88	11.76	11.54
Microfila	17.65	14.73	19.23	Obtusa	41.18	19.61	13.46
Micrófila	1.96	3.92	1.92	Pellada	0.00	0.00	0.00
Nanófila	0.00	0.00	1.92	Redonda	5.88	13.73	19.23
Consistencia				Serrada	7.84	11.76	11.54
Coriácea	31.37	13.73	13.46	Borde			
Membranácea	25.49	49.03	57.89	Entero	54.90	56.86	63.46
Subcoriácea	43.14	37.25	28.85	Ondulado	35.29	21.57	13.46
Apice				Serrulado	9.80	21.57	23.08
Angulado	5.88	5.88	15.38	Protección			
Emergido	0.00	0.00	0.00	g/g	78.43	74.51	76.92
Puntiforme	92.16	92.16	82.89	g/to	13.73	21.57	17.31
Redondeado	1.96	0.00	0.00	to/to	7.84	3.92	3.86
Forma							(to/g 1.92)
Alargada	74.51	62.75	61.54	Categoría grosor			
Peñada	0.00	0.00	1.92	A	11.76	11.73	26.92
Redondeada	25.49	37.25	36.54	B	76.47	52.94	44.23
Tipo de Hoja				C	9.80	19.61	15.38
Compuesta	21.57	27.45	23.08	D	1.96	1.96	7.69
Simple	78.43	72.55	76.92	E	0.00	9.80	5.77
Nerviación				F	0.00	1.56	0.00
Curvínervia	5.88	7.84	5.77				
Parafolia	7.84	3.92	5.77				
Pennínervia	80.39	88.24	86.54				
Retriculada	0.00	0.00	0.00				
Uninervia	5.88	0.00	1.92				

CARACTERISTICAS CUALITATIVAS

El patrón foliar para este tipo de bosque corresponde a hojas simples, de tamaño mesófila, de ápice puntiforme, forma alargada, borde entero, base aguda, consistencia membranosa, sin protección, de grosor tipo B y nerviación penninervia. Se observaron diferencias en la consistencia y la base foliar para el levantamiento SC-6, en cual predominó las hojas de base obtusa y consistencia sub-coriácea. (Tabla 3). Se encontraron diferencias entre los estratos, en el levantamiento SC-6 se observó el aumento del predominio de hojas macrófilas y consistencia membranosa hacia los estratos inferiores. En el levantamiento SC-7/8 predominaron hojas de consistencia subcoriácea y categoría de grosor C (0.36 a 0.45 mm) en el estrato arbóreo inferior, también aumentó el porcentaje de hojas compuestas hacia estratos inferiores. En el levantamiento SC-9 aumentó el predominio de hojas macrófilas y compuestas hacia los estratos inferiores y el predominio de la consistencia subcoriácea en el estrato arbóreo inferior (Anexo 2).

CARACTERISTICAS CUANTITATIVAS (Figura 2 y tabla 4)

La prueba de varianza entre los levantamientos para cada variable sin valores atípicos, mostró que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$ en todos los casos). Esto sugiere que los levantamientos pertenecen a la misma comunidad vegetal.

Área de la lámina foliar

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 20460.5 mm² y 9997 mm². Los valores de desviación estándar fueron mayores a los de la media, lo que indica una gran variación en los datos. Los valores del percentil 75 en todos los levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre 11379 mm² y 13912.7 mm². Las medias del área de la lámina foliar en los levantamientos SC-6 y SC-9 fueron muy similares con una diferencia de 895 mm², mientras que la media del levantamiento SC-7/8 fue la mayor. Según la estratificación, en el levantamiento SC-6 y SC-7/8 el valor de la media hacia los estratos inferiores disminuye. En el estrato sub-arbóreo se presentan los mayores valores de área, posiblemente por la influencia de valores atípicos. En el levantamiento SC-9 los valores de la media y del percentil 75 aumentan hacia los estratos inferiores, aunque en el estrato rasante se presentó el menor valor de área foliar.

Peso específico (SLW)

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 0.60 gr/dm² y 0.80 gr/dm². Los valores de desviación estándar de la mayoría de levantamientos se encontraron ligeramente por debajo de la media. Los valores del percentil 75 en la mayoría de levantamientos se encontraron muy cercanos a los valores de las medias (entre 0.80 gr/dm² y 0.73 gr/dm²), lo cual indica la influencia de valores atípicos. Las medias de los levantamientos SC-6 y SC-7/8 son muy similares, mientras que en SC-9 la media es ligeramente menor. Según la estratificación, en todos los levantamientos el valor medio y el percentil 75 disminuyó del estrato arbóreo al arbustivo, mientras que en el estrato herbáceo se presentaron los mayores valores.

Suculencia

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 1.36 gr/dm² y 1.87 gr/dm². Los valores de desviación estándar de la mayoría de levantamientos se encontraron ligeramente por debajo de la media. Los valores del percentil 75 en la mayoría de levantamientos se encontraron por encima de las medias (entre 1.64 gr/dm² y 1.76 gr/dm²), lo cual indica la influencia de valores atípicos. Las medias de los levantamientos SC-6 y SC-7/8 son muy similares, mientras que en SC-9 la media es ligeramente menor. Según la estratificación, en todos los levantamientos, los valores de la media y del percentil 75 aumentaron hacia los estratos inferiores, los mayores valores se encontraron en el estrato herbáceo.

Esclerofilia

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre el 32.2 % y 34.9%. Los valores de desviación estándar fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. Los valores del percentil 75 en todos los levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre el 37.8% y 40.4%. Según la estratificación, en el levantamiento SC-6 los mayores valores de la media y del percentil 75 se presentaron en los estratos sub-arboreo y herbáceo. En el levantamiento SC- 7/8 y SC-9 los valores de la media y el percentil 75 disminuyó ligeramente hacia los estratos inferiores.

Grosor promedio de lámina foliar

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 0.25 mm y 0.32 mm. Los valores de desviación estándar fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. Los valores del percentil 75 en ambos levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre 0.30 mm y 0.40 mm. Según la estratificación, en el levantamiento SC-6 los valores de la media y del percentil 75 disminuyeron del estrato arbóreo al arbustivo, y en el estrato herbáceo se presentaron los mayores valores. En el levantamiento SC-7/8 los valores de la media y el percentil 75 disminuyeron hacia los estratos inferiores. En el levantamiento SC-9 no se observó una tendencia clara entre los estratos.

Datos atípicos (Figura 2)

En los levantamientos los valores atípicos se reflejaron en individuos de las familias Arecaceae, Araceae, Burseraceae, Sterculiaceae, Cyperaceae, Moraceae, Clusiaceae, Caryocaraceae y del grupo Pteridophyta. El género *Wettinia* (Arecaceae) y la especie *Sterculia apetala* (Sterculiaceae), junto con un individuo indeterminado (Indet. 22) del grupo Pteridophyta, presentaron datos extremos en el área de la lámina foliar, con valores superiores a 16000 mm². Estos géneros por lo general presentaron hojas de tamaño tipo macrófila. La especie *Synechanthus warscewiczianus* (Arecaceae) y un indeterminado (Indet. 18) de la misma familia presentaron datos extremos en la suculencia, con valores superiores a 2.1 gr/dm².

Un individuo indeterminado (Indet. 25) de la familia Caryocaraceae presentó un valor extremo de esclerofilia (mayor al 60%). La especie *Bactris pilosa* (Arecaceae), el género *Blechnum* (Pteridophyta), *Trattinnickia aspera* (Burseraceae) y un individuo (Indet. 33) de la familia Cyperaceae, presentaron datos extremos en el peso específico y la succulencia, con valores en el peso por encima de 1.5 gr/dm² y de succulencia por encima de 2.5 gr/dm². Dos individuos indeterminados de las familias Clusiaceae y Arecaceae, presentaron valores extremos en área foliar y peso específico, con un área por encima de 25000 mm² y con un peso mayor a 1.5 gr/dm². La especie *Helicostylis tomentosa* (Moraceae) presentó datos extremos en el área y porcentaje de esclerofilia, con un área por encima de 12000 mm² y con una esclerofilia mayor al 90%. Finalmente, la especie *Dieffenbachia nitidipetiolata* presentó datos extremos en el área foliar y la succulencia, con valores de área foliar de 17532 mm² y en la succulencia 3.2 gr/dm².

Tabla 4. Resumen de las características cuantitativas para los levantamientos SC-6, SC-7/8 y SC-9, se muestra la media, desviación estándar, mediana y percentiles (25 y 75). Se resumen los datos globales y para cada estrato por levantamiento. (Ai) Estrato arbóreo inferior, (Ar) sub-arbóreo, (Arb) arbustivo, (H) herbáceo y (R) rasante.

VARIABLES CUANTITATIVAS GLOBALES						
Lev.	Estadísticos	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)	SLW (g/dm ²)	SUCULENCIA (g/dm ²)	ESCLEROFILIA (%)	GROSOR PROMEDIO (mm)
SC-6	Media	9907.0	0.80	1.67	34.83	0.25
	Desviación estándar	11927.1	0.67	1.95	10.20	0.08
	Mediana	6150.9	0.68	1.21	33.82	0.23
	25 percentil	4241.6	0.53	0.99	27.00	0.20
	75 percentil	11379.7	0.90	1.74	40.48	0.30
SC-7/8	Media	20480.5	0.79	1.87	33.53	0.29
	Desviación estándar	56686.5	0.55	2.47	14.88	0.15
	Mediana	7888.0	0.63	1.29	31.90	0.28
	25 percentil	3659.9	0.40	1.01	24.86	0.15
	75 percentil	14098.3	0.77	1.76	39.77	0.40
SC-9	Media	10892.3	0.60	1.36	32.28	0.32
	Desviación estándar	10304.0	0.25	0.64	11.40	0.15
	Mediana	7077.2	0.59	1.21	31.79	0.30
	25 percentil	4329.9	0.46	0.98	28.83	0.20
	75 percentil	13912.7	0.73	1.64	37.86	0.39

VARIABLES CUANTITATIVAS POR ESTRATO						
Lev.	Estadísticos	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)	SLW (g/dm ²)	SUCULENCIA (g/dm ²)	ESCLEROFILIA (%)	GROSOR PROMEDIO (mm)
SC-6 Ai	Media	11580.0	1.11	1.73	33.82	0.28
	Desviación estándar	9071.3	1.21	0.65	10.26	0.07
	Mediana	9241.3	0.78	1.65	30.21	0.28
	25 percentil	3679.2	0.54	1.32	27.15	0.22
	75 percentil	21667.9	0.99	1.95	39.79	0.37
SC-7/8 Ar	Media	7585.5	0.60	1.56	34.45	0.37
	Desviación estándar	2927.2	0.13	0.34	7.52	0.06
	Mediana	8098.7	0.77	1.55	33.20	0.39
	25 percentil	4667.4	0.70	1.23	28.57	0.31
	75 percentil	10241.9	0.92	1.89	40.97	0.41
SC-9 Ar	Media	9154.0	0.64	1.24	34.79	0.30
	Desviación estándar	9268.3	0.10	0.33	9.51	0.13
	Mediana	8330.7	0.69	1.22	31.93	0.29
	25 percentil	3380.9	0.53	0.93	29.55	0.20
	75 percentil	13440.7	0.71	1.48	45.45	0.40

Lev.	Estadísticos	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)	SLW (g/dm ²)	SUCULENCIA (g/dm ²)	ESCLEROFILIA (%)	GROSOR PROMEDIO (mm)
SC-6 Ar	Media	10227.2	0.68	1.25	36.99	0.25
	Desviación estándar	14198.7	0.20	0.65	9.64	0.07
	Mediana	5951.4	0.67	1.13	37.20	0.29
	25 percentil	4182.0	0.54	0.84	28.65	0.23
	75 percentil	16775.8	0.80	1.45	45.80	0.30
SC-7/8 Ar	Media	3854.7	0.65	1.36	37.96	0.35
	Desviación estándar	8740.5	0.56	1.04	14.68	0.13
	Mediana	2848.6	0.61	1.27	34.95	0.34
	25 percentil	4557.9	0.50	0.92	29.75	0.20
	75 percentil	18896.8	0.60	1.66	40.79	0.40
SC-9 Ar	Media	17322.9	0.61	1.28	34.36	0.30
	Desviación estándar	18888.7	0.26	0.49	8.50	0.13
	Mediana	7077.2	0.60	1.16	35.09	0.30
	25 percentil	4780.5	0.47	1.02	28.90	0.25
	75 percentil	14361.8	0.77	1.40	39.43	0.39

Lev.	Estadísticos	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)	SLW (g/dm ²)	SUCULENCIA (g/dm ²)	ESCLEROFILIA (%)	GROSOR PROMEDIO (mm)
SC-6 Arb	Media	8383.6	0.63	1.86	39.88	0.20
	Desviación estándar	8969.0	0.24	0.62	8.26	0.08
	Mediana	7447.1	0.62	1.21	30.32	0.20
	25 percentil	4920.3	0.46	1.05	24.83	0.16
	75 percentil	7679.7	0.75	1.74	36.45	0.31
SC-7/8 Arb	Media	9751.2	0.50	1.12	32.25	0.29
	Desviación estándar	5915.2	0.18	0.38	13.89	0.12
	Mediana	5774.1	0.53	1.19	35.21	0.25
	25 percentil	4158.6	0.33	0.91	23.23	0.16
	75 percentil	11466.7	0.69	1.36	41.96	0.30
SC-9 Arb	Media	14721.8	0.53	1.34	31.91	0.35
	Desviación estándar	13311.8	0.25	0.59	6.90	0.13
	Mediana	13673.1	0.51	0.81	32.45	0.32
	25 percentil	4750.9	0.31	0.78	23.69	0.20
	75 percentil	29771.3	0.75	1.88	35.48	0.49

Lev.	Estadísticos	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)	SLW (g/dm ²)	SUCULENCIA (g/dm ²)	ESCLEROFILIA (%)	GROSOR PROMEDIO (mm)
SC-6 H	Media	3976.6	1.32	2.65	36.28	0.24
	Desviación estándar	8499.0	1.41	0.52	14.84	0.13
	Mediana	5210.1	0.99	1.16	33.79	0.23
	25 percentil	2873.1	0.71	0.73	22.87	0.15
	75 percentil	17213.1	2.45	1.82	40.34	0.35
SC-7/8 H	Media	14792.3	0.88	2.09	29.09	0.23
	Desviación estándar	26233.1	1.40	1.92	18.68	0.16
	Mediana	5618.9	0.47	1.76	38.00	0.16
	25 percentil	825.1	0.27	0.89	19.53	0.10
	75 percentil	14101.8	1.12	2.41	36.64	0.36
SC-9 H	Media	13274.3	0.57	1.78	30.10	0.25
	Desviación estándar	12627.5	0.14	0.66	19.08	0.13
	Mediana	8477.1	0.60	1.63	30.23	0.21
	25 percentil	5187.3	0.48	1.19	18.88	0.20
	75 percentil	25884.6	0.88	2.66	36.36	0.35

Lev.	Estadísticos	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)	SLW (g/dm ²)	SUCULENCIA (g/dm ²)	ESCLEROFILIA (%)	GROSOR PROMEDIO (mm)
SC-9 R	Media	1912.3	0.17	1.63	15.37	0.12
	Desviación estándar	884.4	0.10	1.20	11.00	0.10
	Mediana	2162.6	0.16	1.04	12.50	0.08
	25 percentil	1028.6	0.02	0.98	8.43	0.08
	75 percentil	2250.6	0.20	2.47	27.78	0.35

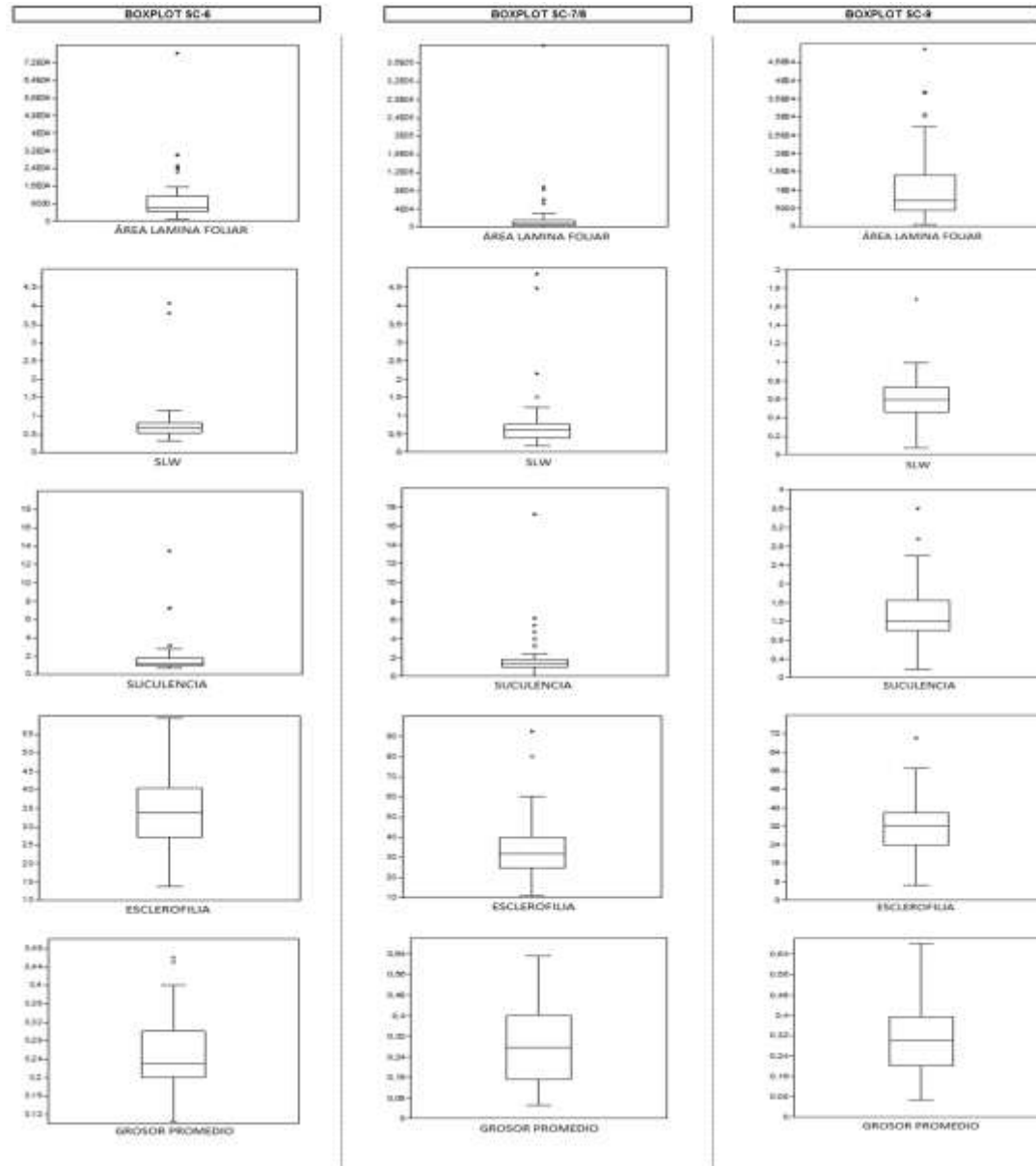


Figura 2. Figuras de tipo *boxplot* para cada variable cuantitativa de los levantamientos SC-6, SC-7/8 y SC-9, en cada figura se indica los valores atípicos (*outliers*), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.

7.1.3 Departamento de Córdoba, municipio de Tierra Alta, vereda “Tuis Tuis”, finca “Tuti-fruti”

Se realizó un levantamiento de 500 m² (SC-16B). En este levantamiento se tomaron muestras de 60 individuos (47 especies); en el estrato arbóreo inferior nueve individuos, en el estrato sub-arbóreo 37, en el estrato arbustivo uno, en el estrato herbáceo ocho y en el estrato rasante cinco.

Tabla 5. Características foliares (%) para el levantamiento SC-16B. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm).

TUIS TUIS					
Tamaño	SC-16B	Base	SC-16B	Nervación	SC-16B
	P1 (%)		P1 (%)		P1 (%)
Megáfila	3.33	Acuminada	10.00	Palmada	1.67
Macrófila	23.33	Aguda	36.67	Paralela	8.33
Mesófila	63.33	Cordada	1.67	Penninervia	78.33
Notófila	6.67	Obtusa	30.00	Uninervia	11.67
Micrófila	3.33	Redonda	16.67	Categoría grosor	
Nanófila	0.00	Sentada	5.00	A	16.67
Consistencia		Borde		B	70.00
Coriácea	10.00	Entero	73.33	C	8.33
Membranosa	38.33	Ondeadado	5.00	D	1.67
Subcoriácea	51.67	Serrulado	21.67	E	1.67
Apice		Proteccion		F	1.67
Angulado	16.67	g/g	78.33	Forma	
Emarginado	0.00	g/to	16.67	Alargada	68.33
Puntiforme	83.33	to/g	3.33	Palmada	1.67
Redondeado	0.00	to/to	1.67	Redondeada	30.00
Tipo de Hoja					
			Compuesta	10.00	
			Simple	90.00	

CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS

El patrón foliar para este levantamiento, corresponde a hojas mesófilas, de tipo simple, lámina alargada, ápice puntiforme, base aguda, borde entero, de consistencia subcoriácea, categoría de grosor B (0.16 a 0.35 mm), nerviación penninervia y sin ningún tipo de protección en la lámina (Tabla 5). Se encontraron algunas diferencias entre los estratos, como el aumento del predominio de hojas de consistencia membranosa hacia el estrato arbóreo inferior y sub-arbóreo (Anexo 3).

CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS (Figura 3 y Tabla 6)

Área de la lámina foliar

El valor de la media fue de 19733.6 mm², con una desviación estándar por encima de la media, lo cual indica una gran variación de datos. El valor del percentil 75 fue menor a la media (16124 mm²), lo que indica la influencia de valores atípicos. Según la

estratificación, los valores de la media y del percentil 75 aumentaron hacia el estrato herbáceo, con una diferencia entre las medias de 61490.5 mm². En el estrato rasante se presentó el valor más bajo en la media del área con 6635.1 mm².

Peso específico (SLW)

El valor de la media fue de 0.67 gr/dm², con una desviación estándar por encima de la media, lo cual indica una gran variación de datos. El valor del percentil 75 es muy cercano al valor de la media (0.68 gr/dm²), lo que indica la influencia de valores atípicos. Según la estratificación, los valores de la media y del percentil 75 aumentaron hacia el estrato herbáceo, con una diferencia entre las medias de 0.52 gr/dm². En el estrato rasante se presentó el valor más bajo en la media del peso específico con 0.29 gr/dm².

Suculencia

El valor de la media fue de 1.89 gr/dm², con una desviación estándar por encima de la media, lo cual indica una gran variación de datos. El valor del percentil 75 fue de 1.89 gr/dm² muy cercano al valor de la media, lo cual indica la influencia de valores atípicos. Según la estratificación, los valores de la media y del percentil 75 aumentaron hacia el estrato herbáceo, con una diferencia entre las medias de 4.45 gr/dm². En el estrato rasante se presentó el valor más bajo en la media de la suculencia con 1.16 gr/dm².

Esclerofilia

El valor de la media fue de 28.28%, el valor de la desviación estándar fue menor comparado con el valor de las media, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. El valor del percentil 75 fue mayor a la media (34.3%). Según la estratificación, los valores de la media y del percentil 75 disminuyeron hacia el estrato rasante, con una diferencia entre las medias del 13.6%.

Grosor promedio de lámina foliar

El valor de la media fue de 0.25 mm, el valor de la desviación estándar fue menor comparado con el valor de las media, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. El valor del percentil 75 fue mayor a la media (0.30 mm). Según la estratificación, los valores de la media y del percentil aumentaron hacia el estrato herbáceo, con una diferencia entre las medias de 0.11 mm. En el estrato rasante se presentó una media similar a la del estrato arbóreo de 0.20 mm.

Datos atípicos (Figura 3)

Los valores atípicos se reflejaron en individuos que no se identificaron plenamente, sin embargo la mayoría de individuos eran de hojas compuestas con un alto número de folíolos, estos individuos presentaron datos extremos en el peso específico con valores mayores a 1.2 gr/dm², en la suculencia con valores mayores a 2.5 gr/dm² y en la esclerofilia con valores mayores al 48% y menores al 5%.

Tabla 6. A la izquierda: resumen de las características cuantitativas para el levantamiento SC-16B, se muestra la media, desviación estándar, mediana y percentiles (25 y 75). Se resumen los datos globales y para cada estrato. (Ai) Estrato arbóreo inferior, (Ar) sub-arbóreo, (Arb) arbustivo, (H) herbáceo y (R) rasante.

VARIABLES CUANTITATIVAS GLOBALES						
Lev.	Estratificación	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)	SLW (g/dm ²)	SUCULENCIA (g/dm ²)	ESCLEROFILIA (%)	GROSOR PROMEDIO (mm)
SC-16B	Media	10753.6	0.97	1.89	28.83	0.25
	Desviación estándar	31834.5	0.95	2.89	9.16	0.12
	Mediana	9568.0	0.52	1.25	28.97	0.29
	25 percentil	6763.2	0.45	1.09	23.08	0.17
	75 percentil	19124.0	0.66	1.89	34.95	0.30

VARIABLES CUANTITATIVAS POR ESTRATO						
Lev.	Estratificación	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)	SLW (g/dm ²)	SUCULENCIA (g/dm ²)	ESCLEROFILIA (%)	GROSOR PROMEDIO (mm)
SC-16B Ai	Media	7503.4	0.91	1.42	30.21	0.21
	Desviación estándar	5189.9	0.38	0.44	7.64	0.07
	Mediana	6341.1	0.51	1.88	28.96	0.29
	25 percentil	2893.4	0.44	1.04	22.99	0.13
	75 percentil	11478.0	0.66	1.88	35.79	0.28
SC-16B Ar	Media	13387.1	0.58	1.25	31.99	0.25
	Desviación estándar	9621.9	0.17	0.95	0.78	0.12
	Mediana	9605.1	0.74	1.17	30.43	0.23
	25 percentil	6701.3	0.46	1.07	37.10	0.19
	75 percentil	17206.0	0.89	1.40	36.53	0.27
SC-16B H	Media	7184.3	1.42	5.79	18.19	0.34
	Desviación estándar	6632.9	2.24	8.89	0.66	0.16
	Mediana	67801.5	0.83	3.06	17.66	0.30
	25 percentil	9817.5	0.42	2.82	9.42	0.26
	75 percentil	121404.0	1.36	4.91	22.38	0.43
SC-16B R	Media	8835.1	0.78	1.16	17.46	0.20
	Desviación estándar	3227.7	0.08	0.88	0.61	0.13
	Mediana	6442.2	0.76	1.88	16.67	0.20
	25 percentil	4232.4	0.65	0.32	11.25	0.10
	75 percentil	9134.1	0.61	2.60	24.04	0.27

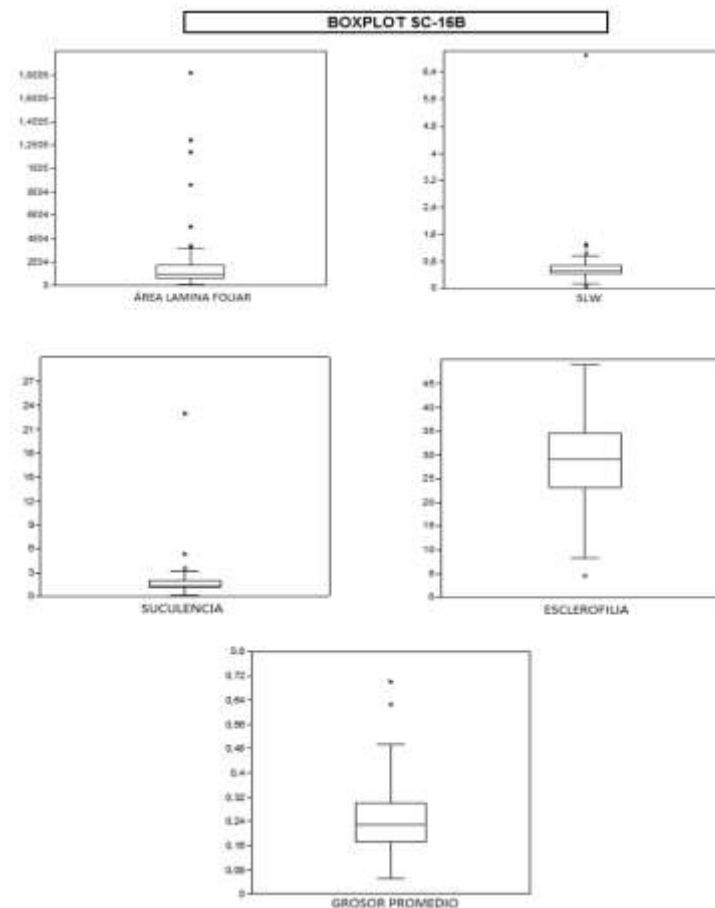


Figura 3. A la derecha: Figuras de tipo *boxplot* para cada variable cuantitativa del levantamiento SC-16B, en cada figura se indica los valores atípicos (*outliers*), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.

7.1.4 Departamento de Córdoba, municipio de Canalete, corregimiento de Popayán, vereda “Canalete”, finca “Las Delicias”

Se realizó un levantamiento de 500 m² (NC-5). Se tomaron muestras de 21 individuos (20 especies); en el estrato arbóreo inferior se tomaron cuatro individuos, en el estrato sub-arbóreo 11, en el estrato arbustivo dos, en el estrato herbáceo tres y en el estrato rasante uno.

Tabla 7. Características foliares (%) para el levantamiento NC-5. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm).

CANALETE					
Tamaño	NC-5	Base	NC-5	Nerviación	NC-5
	P1 (%)		P1 (%)		P1 (%)
Megáfila	4.76	Acuminada	9.52	Curvinervia	4.76
Macrófila	23.81	Aguda	19.05	Paralela	14.29
Mesófila	42.86	Cordada	9.52	Penninervia	66.67
Notófila	28.57	Obtusa	14.29	Uninervia	14.29
Micrófila	0.00	Peltada	4.76	Categoría grosor	
Nanófila	0.00	Redonda	28.57	A	23.81
Consistencia		Sentada	14.29	B	42.86
Coriácea	38.10	Borde		C	28.57
Membranosa	19.05	Entero	76.19	F	4.76
Subcoriácea	42.86	Ondeadado	0.00	Forma	
Apice		Serrulado	23.81	Alargada	57.14
Angulado	38.10	Proteccion		Palmada	0.00
Emarginado	19.05	g/g	33.33	Redondeada	42.86
Puntiforme	42.86	g/to	42.86	Tipo de Hoja	
Redondeado	0.00	to/to	23.81	Compuesta	47.62
				Simple	52.38

CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS

El patrón foliar corresponde a hojas simples, mesófilas, de lámina alargada, ápice puntiforme, base redonda, borde entero, consistencia subcoriácea, categoría de grosor B (0.16 a 0.35 mm), nerviación penninervia y protección solo en el envés de la lámina. Se encontraron algunas diferencias entre los estratos, como el aumento de hojas notófilas, de lámina redondeada, sin protección y de tipo compuesta hacia los estratos inferiores, también el predominio de la consistencia membranosa en el estrato arbustivo y rasante (Tabla 7 y Anexo 4).

CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS (Figura 4 y Tabla 8)

Área de la lámina foliar

El valor de la media fue de 7083 mm², con una desviación estándar por encima de la media (8401.4 mm²), lo que indica la gran variación de los datos. El valor del percentil 75 fue mayor que el valor de la media (11548.2 mm²), lo cual indica la influencia de los

valores atípicos. Según la estratificación, los valores de la media y del percentil 75 disminuyeron hacia el estrato herbáceo, con una diferencia entre las medias de 10272.5 mm².

Peso específico (SLW)

El valor de la media fue de 0.69 gr/dm², con una desviación estándar por debajo de la media. El valor del percentil 75 fue mayor a la media (0.90 gr/dm²), lo cual indica la influencia de los valores atípicos. Según la estratificación, los valores de la media y del percentil 75 disminuyeron hacia el estrato herbáceo, con una diferencia entre las medias de 0.52 gr/dm².

Suculencia

El valor de la media fue de 1.55 gr/dm², con una desviación estándar por debajo de la media. El valor del percentil 75 fue mayor a la media (2.01 gr/dm²), lo cual indica la influencia de valores atípicos. Según la estratificación, los valores de la media y del percentil 75 disminuyeron hacia el estrato herbáceo, con una diferencia entre las medias de 0.42 gr/dm².

Esclerofilia

El valor de la media fue de 32.94%, con una desviación estándar pequeña por debajo de la media, lo que indica la agrupación de los datos hacia la media. El valor del percentil 75 fue ligeramente mayor al de la media (36.59%). Según la estratificación, los valores de la media y del percentil 75 disminuyeron ligeramente hacia el estrato herbáceo, con una diferencia entre las medias del 5.1%.

Grosor promedio de lámina foliar

El valor de la media fue de 0.26 mm, con una desviación estándar pequeña por debajo de la media. El valor del percentil 75 fue mayor a la media (0.39 mm), lo que indica la influencia de valores atípicos. Según la estratificación, los valores de la media y del percentil 75 disminuyeron ligeramente hacia el estrato herbáceo, con una diferencia entre las medias de 0.06 mm.

Datos atípicos (Figura 4)

Los valores atípicos se reflejaron en individuos de las familias Apocynaceae, Flacourtiaceae y Lecythydaceae. El género *Aspidosperma* (Apocynaceae) presentó datos extremos en la suculencia y en la esclerofilia, con valores de 4.42 gr/dm² y 7.3%, lo cual indica que en este género fue más alto el peso de agua por unidad de área que el peso seco. El género *Lecythis* presentó un dato extremo en el peso específico, con un valor de 1.79 gr/dm², lo cual indica que este género presentó mayor peso seco por unidad de área. Finalmente, la especie *Casearia arguta* (Flacourtiaceae) presentó un dato extremo en el porcentaje de esclerofilia con un valor de 66%, lo cual indica que el peso seco de este género fue mayor con respecto al peso del agua en el mesófilo.

Tabla 8. A la izquierda: resumen de las características cuantitativas para el levantamiento NC-5, se muestra la media, desviación estándar, mediana y percentiles (25 y 75). Se resumen los datos globales y para cada estrato. (Ai) Estrato arbóreo inferior, (Ar) sub-arbóreo, (Arb) arbustivo, (H) herbáceo y (R) rasante

VARIABLES CUANTITATIVAS GLOBALES						
Lev.	Estadísticos	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)	SLW (g/dm ²)	SUCULENCIA (g/dm ²)	ESCLEROFILIA (%)	GROSOR PROMEDIO (mm)
NC-5	Media	7083.0	0.89	1.55	32.94	0.28
	Desviación estándar	6401.4	0.35	0.82	10.88	0.13
	Mediana	3722.0	0.56	1.41	31.78	0.26
	25 percentil	773.2	0.41	0.86	28.78	0.15
	75 percentil	11548.2	0.90	2.01	36.59	0.39

VARIABLES CUANTITATIVAS POR ESTRATO						
Lev.	Estadísticos	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)	SLW (g/dm ²)	SUCULENCIA (g/dm ²)	ESCLEROFILIA (%)	GROSOR PROMEDIO (mm)
NC-5 Ai	Media	11285.5	1.09	1.79	37.34	-0.32
	Desviación estándar	11800.4	0.43	0.86	4.52	0.11
	Mediana	9926.7	0.97	1.88	37.70	0.33
	25 percentil	1220.0	0.77	1.41	33.00	0.22
	75 percentil	23689.8	1.54	2.27	41.32	-0.42
NC-5 Ar	Media	7153.5	0.65	1.66	32.64	0.28
	Desviación estándar	8050.7	0.29	1.17	14.12	0.12
	Mediana	4144.5	0.61	1.54	31.05	0.25
	25 percentil	2232.1	0.37	0.84	28.00	0.17
	75 percentil	7414.8	0.91	2.36	36.67	0.42
NC-5 H	Media	6672.8	0.48	1.06	31.84	0.25
	Desviación estándar	5656.6	0.35	0.29	4.10	0.13
	Mediana	5871.2	0.46	1.05	30.77	0.30
	25 percentil	1721.2	0.45	0.78	28.39	0.04
	75 percentil	12936.1	0.54	1.37	36.36	0.35

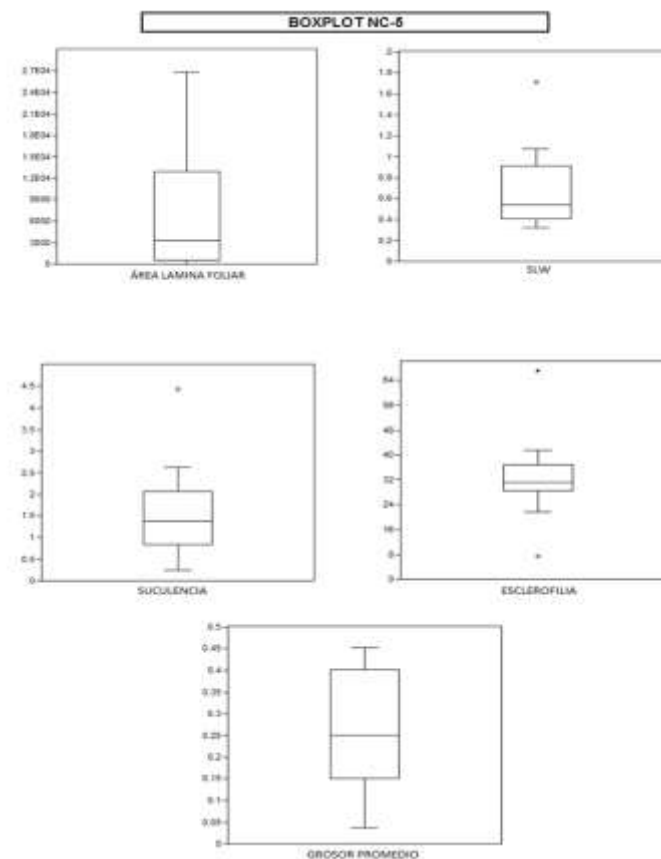


Figura 4. A la derecha: Figuras de tipo *boxplot* para cada variable cuantitativa del levantamiento NC-5, en cada figura se indica los valores atípicos (*outliers*), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.

7.1.5 Departamento de Córdoba, municipio de Moñitos, vereda “La Vega”

Se realizaron dos levantamientos, uno de 500 m² (NC-1), y otro de 200 m² (NC-2) y una colección general donde se incluyeron especies importantes para el sitio. En el levantamiento NC-1 se tomaron muestras de 22 individuos (21 especies); en el estrato arbóreo inferior se tomaron dos individuos, en el estrato sub-arbóreo cinco, en el estrato arbustivo siete, en el estrato herbáceo seis y en el estrato rasante dos.

En el levantamiento NC-2 se tomaron muestras de 19 individuos (18 especies); en el estrato arbóreo inferior se tomaron siete individuos, en el estrato sub-arbóreo cuatro, en el estrato herbáceo cuatro y en el estrato rasante cuatro.

Tabla 9. Características foliares (%) para los levantamientos NC-1, NC-2. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm).

Tamaño	MOÑITOS		Base	MOÑITOS		Categoría grosor	MOÑITOS	
	NC-1 (%)	NC-2(%)		NC-1 (%)	NC-2(%)		NC-1 (%)	NC-2(%)
Megáfila	4.55	0.00	Acuminada	4.55	15.79	A	40.91	57.89
Macrófila	36.36	31.58	Aguda	27.27	26.32	B	50.00	31.58
Mesófila	22.73	31.58	Cordada	4.55	5.26	C	4.55	10.53
Notófila	22.73	15.79	Obtusa	22.73	31.58	D	0.00	0.00
Micrófila	13.64	15.79	Peltada	4.55	5.26	E	0.00	0.00
Nanófila	0.00	5.26	Redonda	22.73	10.53	F	4.55	0.00
Consistencia			Sentada	13.64	5.26	Nerviación		
Coriácea	22.73	31.58	Borde			Curvinervia	0.00	10.53
Membranosa	27.27	26.32	Entero	63.64	84.21	Palmada	0.00	5.26
Subcoriácea	50.00	42.11	Ondeadado	22.73	0.00	Paralela	13.64	5.26
Apice			Serrulado	13.64	15.79	Penninervia	72.73	73.68
Angulado	40.91	57.89	Proteccion			Uninervia	13.64	5.26
Emarginado	4.55	0.00	g/g	59.09	47.37	Forma		
Puntiforme	54.55	42.11	g/to	27.27	42.11	Alargada	52.63	68.18
Redondeado	0.00	0.00	to/g	0.00	0.00	Palmada	5.26	0.00
			to/to	13.64	10.53	Redondeada	42.11	31.82
			Tipo de Hoja					
			Compuesta	50.00	36.84			
			Simple	50.00	63.16			

CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS

El patrón foliar para este tipo de bosque corresponde a hojas simples, de tamaño macrófila, de ápice angulado y puntiforme, forma alargada, borde entero, base aguda y obtusa, consistencia sub-coriácea, sin protección, de grosor tipo B (0.16 a 0.35 mm) y nerviación penninervia (Tabla 9). Se observaron diferencias en el predominio de las características de tamaño, base, ápice y categoría de grosor para cada levantamiento, para NC-1 predominaron hojas macrófilas, base aguda, ápice puntiforme, y categoría de grosor B, entre tanto para el NC-2 predominaron hojas mesófilas y macrófilas, base obtusa, ápice angulado y categoría de grosor A.

Se encontraron algunas diferencias entre los estratos, en el levantamiento NC-1 aumentó el predominio de hojas notófilas, categoría de grosor A (0.005 a 0.15 mm) y hojas compuestas hacia los estratos inferiores. En el levantamiento NC-2 aumentó el predominio de hojas micrófilas, consistencia membranosa y categoría de grosor A (0.005 a 0.15 mm) hacia estratos inferiores, también se observó el predominio de hojas compuestas en el estrato arbóreo inferior (Anexo 5).

En la vegetación de áreas abiertas se realizó la colección general, se seleccionaron individuos de estratos superiores, se tomaron muestras de 17 individuos (15 especies), el número de individuos por estrato fue: para el estrato arbóreo inferior siete, sub-arbóreo nueve y arbustivo uno (Anexo 5). En general predominan hojas mesófilas, compuestas, de lámina redondeada, consistencia subcoriácea, ápice angulado, base obtusa, borde entero, categoría de grosor B, nerviación penninervia y sin protección. En el caso de *Cavanillesia platanifolia* y *Cedrela angustifolia*, se tomó un individuo para el estrato arbóreo inferior y otro para el sub-arbóreo, encontrando que para *C. platanifolia* la protección por el envés se presenta en el estrato sub-arbóreo y para el arbóreo inferior no hay protección. Entre tanto para *C. angustifolia* se encontraron más diferencias, en el estrato arbóreo inferior las hojas fueron macrófilas, ápice angulado, base acuminada, consistencia subcoriácea, protección por ambas caras de la lámina y categoría de grosor B, en cambio para el estrato sub-arbóreo las hojas fueron mesófilas, ápice puntiforme, base obtusa, consistencia membranosa, sin protección y categoría de grosor A (Anexo 6).

CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS (Figura 5 y Tabla 10)

El promedio del área de la lámina foliar, peso específico, succulencia, esclerofilia y grosor fueron muy similares entre los levantamientos. Sin embargo, la prueba de varianza entre los levantamientos para cada variable sin los datos atípicos, mostró que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$ en todos los casos). Esto sugiere que ambos levantamientos (NC-1 y NC-2) pertenecen a una misma comunidad vegetal.

Área de la lámina foliar

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 13793.3 mm² y 10366.8 mm². Los valores de desviación estándar sugieren una gran variación en los datos. Los valores del percentil 75 en ambos levantamientos fueron menores al valor de la media y se encontraron entre 7612.6 mm² y 9195.1 mm², lo cual indica la influencia de los valores atípicos. La diferencia de los valores promedios del área de la lámina foliar entre los levantamientos fue de 3426.8 mm². Según la estratificación, los estratos sub-arbóreo y herbáceo en el levantamiento NC-2 presentaron mayores valores en la media que en el levantamiento NC-1. En el levantamiento NC-2 se observó la disminución de los valores de las medias hacia los estratos inferiores, mientras que en NC-1 no se observó alguna tendencia, el mayor valor de la media del área se presentó en el estrato arbustivo con 33281.4 mm².

Peso específico (SLW)

El valor de la media para los levantamientos fue de 0.48 gr/dm². Los valores de desviación estándar fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. Los valores del percentil 75 en ambos levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre 0.76 gr/dm² y 0.80

gr/dm². Según la estratificación, en el levantamiento NC-2 se observó una ligera disminución en la media hacia los estratos inferiores.

Suculencia

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 1.55 gr/dm² y 1.72 gr/dm². Los valores de desviación estándar en ambos levantamientos se encontraron por debajo de la media. Los valores del percentil 75 en ambos levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre 1.92 gr/dm² y 2.17 gr/dm². Las medias de ambos levantamientos son similares, sin embargo la del levantamiento NC-1 es ligeramente mayor, con una diferencia de 0.17 gr/dm². Según la estratificación, en el levantamiento NC-2 aumento el valor del percentil 75 hacia los estratos inferiores.

Esclerofilia

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre el 23.3 % y 23.5%. Los valores de desviación estándar fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. Los valores del percentil 75 en ambos levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre el 30.6% y 33.3%. Según la estratificación, no se observaron tendencias claras.

Grosor promedio de lámina foliar

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 0.17 mm y 0.22 mm. Los valores de desviación estándar fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. Los valores del percentil 75 en ambos levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre 0.25 mm y 0.33 mm. Según la estratificación, no se observaron tendencias claras.

Datos atípicos (Figura 5)

En los levantamientos los valores atípicos se reflejaron en individuos de las familias Arecaceae, Mimosaceae y Caesalpiniaceae.

Las especies *Samanea saman* (Mimosaceae) y *Caesalpinia glabrata* (Caesalpiniaceae) presentaron valores extremos en el área foliar, debido a que el área de la lámina foliar no corresponde al área promedio de sus foliolos sino a la hoja entera. Al ser numerosos sus foliolos no se contaron y se tomó el área como si fuera una hoja simple, en este estudio en el caso de hojas compuestas con numerosos foliolos, el área de la lámina se clasificó en los tamaños micrófila, leptófila o nanófila. La especie *Sabal mauritiformis* (Arecaceae) presentó datos extremos en el área de la lámina foliar y el grosor, con un valor mayor a 25000 mm² en el área y 0.9 mm en el grosor. La especie *Bactris guineensis* presentó un dato extremo en el área, con un valor mayor a 25000mm².

Tabla 10. A la izquierda: resumen de las características cuantitativas para los levantamientos NC-1 y NC-2, se muestra la media, desviación estándar, mediana y percentiles (25 y 75). Se resumen los datos globales y para cada estrato por levantamiento. (Ai) Estrato arbóreo inferior, (Ar) sub-arbóreo, (Arb) arbustivo, (H) herbáceo y (R) rasante.

VARIABLES CUANTITATIVAS GLOBALES						
Lev.	Estadísticos	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)	SLW (g/dm ²)	SUCULENCIA (g/dm ²)	ESCLEROFILIA (%)	GROSOR PROMEDIO (mm)
NC-1	Media	13793.0	0.40	1.72	23.30	0.22
	Desviación estándar	27378.2	0.32	1.16	6.11	0.19
	Mediana	3910.5	0.32	1.25	22.74	0.20
	25 percentil	1362.3	0.24	0.69	18.00	0.10
	75 percentil	7012.0	0.60	3.17	30.61	0.25
NC-2	Media	10598.8	0.40	1.52	23.52	0.17
	Desviación estándar	10143.0	0.32	0.92	11.00	0.13
	Mediana	4900.2	0.40	1.00	26.46	0.16
	25 percentil	2590.0	0.19	1.19	10.28	0.07
	75 percentil	8105.7	0.76	1.97	33.93	0.33

VARIABLES CUANTITATIVAS POR ESTRATO						
Lev.	Estadísticos	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)	SLW (g/dm ²)	SUCULENCIA (g/dm ²)	ESCLEROFILIA (%)	GROSOR PROMEDIO (mm)
NC-2	Media	21206.3	0.52	1.16	28.48	0.25
	Desviación estándar	23251.4	0.35	0.63	9.77	0.14
	Mediana	5855.7	0.69	1.19	29.44	0.29
	25 percentil	2870.2	0.17	5.47	19.50	0.10
	75 percentil	35164.0	0.79	1.48	13.85	0.35
NC-1	Media	4471.3	0.52	2.12	18.93	0.21
	Desviación estándar	2774.1	0.23	1.67	9.79	0.05
	Mediana	2148.4	0.48	2.12	18.03	0.20
	25 percentil	2211.4	0.31	1.42	9.36	0.16
	75 percentil	4380.2	0.74	4.28	28.18	0.23
NC-2	Media	9239.2	0.66	1.77	25.79	0.25
	Desviación estándar	2349.8	0.21	0.17	6.33	0.01
	Mediana	8943.8	0.73	1.70	27.83	0.30
	25 percentil	3060.2	0.44	1.87	25.42	0.09
	75 percentil	9607.3	0.82	1.05	32.13	0.36
NC-1	Media	32381.4	0.36	1.35	22.01	0.25
	Desviación estándar	46597.3	0.32	0.69	6.04	0.37
	Mediana	1382.3	0.29	0.91	22.74	0.10
	25 percentil	192.2	0.15	0.77	14.77	0.05
	75 percentil	82195.2	0.62	2.15	20.38	0.62
NC-1	Media	5720.1	0.47	1.31	25.41	0.15
	Desviación estándar	2199.0	0.37	0.66	9.46	0.09
	Mediana	3950.5	0.27	1.29	25.71	0.11
	25 percentil	1723.0	0.22	0.69	17.00	0.09
	75 percentil	5910.0	0.67	1.68	33.20	0.20
NC-2	Media	4413.3	0.27	1.74	15.64	0.07
	Desviación estándar	3681.2	0.15	0.37	8.62	0.02
	Mediana	4900.1	0.20	1.28	10.14	0.06
	25 percentil	1104.2	0.18	1.42	6.38	0.05
	75 percentil	8129.2	0.42	3.12	22.43	0.09
NC-2	Media	1079.8	0.43	1.76	21.44	0.10
	Desviación estándar	937.1	0.44	0.92	18.27	0.02
	Mediana	498.9	0.77	1.84	21.63	0.10
	25 percentil	200.0	0.13	0.65	5.31	0.06
	75 percentil	2068.3	0.89	2.47	37.39	0.12

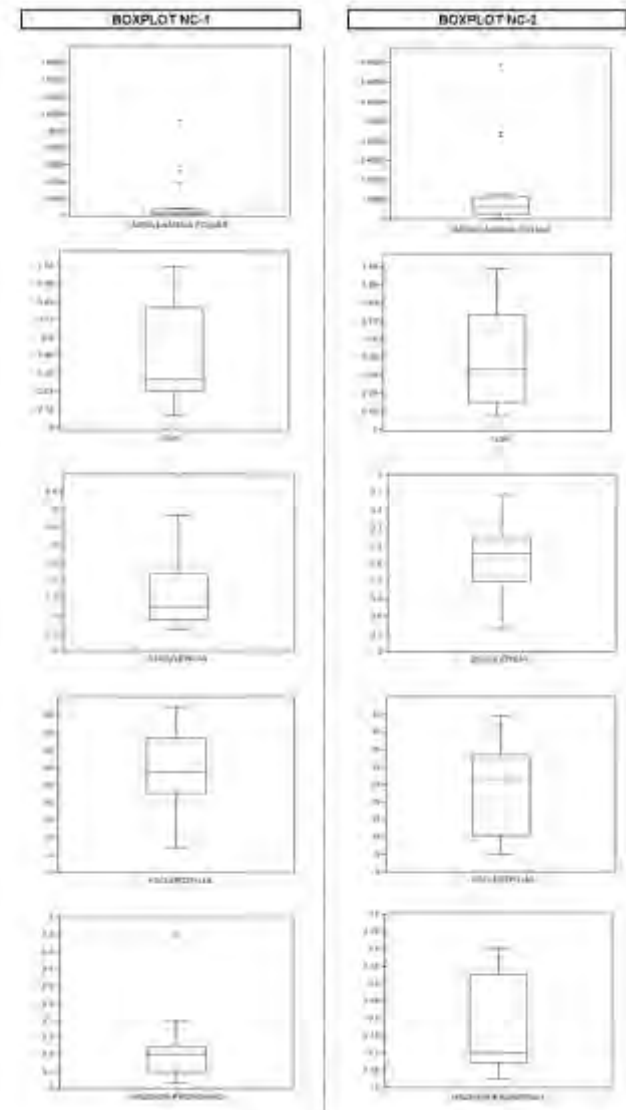


Figura 5. A la derecha: Figuras de tipo *boxplot* para cada variable cuantitativa de los levantamientos NC-1 y NC-2, en cada figura se indica los valores atípicos (*outliers*), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.

7.1.6 Departamento de Córdoba, municipio los Córdoba, vereda “Santa Rosa”, reserva “Campo Alegre”

Se realizaron dos levantamientos, uno de 500 m² (NC-3), y otro de 100 m² (NC-4) y una colección general donde se incluyeron especies importantes para el sitio. En el levantamiento NC-3 se tomaron muestras de 33 individuos (32 especies); en el estrato arbóreo inferior se tomaron tres individuos, en el estrato sub-arbóreo 14, en el estrato arbustivo 10, en el estrato herbáceo cuatro y en el estrato rasante dos.

En el levantamiento NC-4 se tomaron muestras de 21 individuos (19 especies); en el estrato arbóreo inferior se tomaron dos individuos, en el estrato sub-arbóreo cinco, en el estrato arbustivo siete, en el estrato herbáceo cinco y en el estrato rasante dos.

Tabla 11. Características foliares (%) para los levantamientos NC-3, NC-4 y la colección general LC-CG. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm).

Tamaño	LOS CORDOBAS		Base	LOS CORDOBAS		Categoría grosor	LOS CORDOBAS	
	NC-3 (%)	NC-4 (%)		NC-3 (%)	NC-4 (%)		NC-3 (%)	NC-4 (%)
Megáfila	0.00	0.00	Acuminada	3.03	0.00	A	30.30	66.67
Macrófila	15.15	4.76	Aguda	33.33	47.62	B	69.70	28.57
Mesófila	51.52	42.86	Cordada	9.09	0.00	C	0.00	4.76
Notófila	18.18	19.05	Obtusa	27.27	38.10	D	0.00	0.00
Micrófila	15.15	33.33	Peltada	0.00	0.00	E	0.00	0.00
Nanófila	0.00	0.00	Redonda	18.18	14.29	F	0.00	0.00
Consistencia			Sentada	9.09	0.00	Nerviación		
Coriácea	24.24	19.05	Borde			Culminaria	6.06	4.76
Membranosa	24.24	47.62	Entero	81.82	76.19	Palmeada	0.00	0.00
Subcoriácea	51.52	33.33	Ondulado	6.06	4.76	Paralela	12.12	4.76
Ápice			Serrulado	12.12	19.05	Penninervia	54.55	61.90
Angulado	36.36	42.88	Protección			Uninervia	27.27	28.57
Enfarginado	9.09	0.00	g/g	51.52	42.86	Forma		
Puntiforme	63.64	57.14	g/to	21.21	47.62	Alargada	78.79	76.19
Redondeado	0.00	0.00	to/g	0.00	0.00	Palmeada	0.00	0.00
			to/to	27.27	9.52	Redondeada	21.21	21.61
			Tipo de Hoja					
			Compuesta	21.21	14.29			
			Simple	78.79	85.71			

CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS

El patrón foliar para este tipo de bosque corresponde a hojas simples, de tamaño mesófila, de ápice puntiforme, forma alargada, borde entero, base aguda, consistencia sub-coriácea, sin protección, de grosor tipo B y nerviación penninervia. Se observaron diferencias en el predominio de las características de consistencia, protección y categoría de grosor para cada levantamiento, para NC-3 predominaron hojas subcoriácea, si protección y categoría de grosor B, entre tanto para el NC-4 predominaron hojas membranosas, con protección en el envés y categoría de grosor A (Tabla 11). Se encontraron algunas diferencias entre los estratos, en el levantamiento NC-3 aumentó el predominio de ápice angulado hacia estratos inferiores y el predominio de protección por ambas caras de la lámina en estratos superiores. En el levantamiento NC-4 aumentó el predominio de algunas características hacia estratos inferiores como: hojas micrófilas,

ápice angulado y borde serrulado, también se observa el predominio de hojas sin protección en el estrato arbóreo inferior (Anexo 7).

En la vegetación de áreas abiertas se realizó la colección general, muestras de 8 individuos (8 especies), el número de individuos por estrato fue: para el estrato arbóreo inferior tres, sub-arbóreo dos y arbustivo uno. En general predominan hojas macrófilas, simples, de lámina alargada, consistencia subcoriácea y coriácea, ápice puntiforme, base obtusa y redonda, borde entero, categoría de grosor B, nerviación penninervia y sin protección. Las características por especie se pueden observar en el Anexo 8.

CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS (Figura 6 y Tabla 12)

El promedio del peso específico y la esclerofilia fueron muy similares entre los levantamientos, mientras que el promedio del área, succulencia y grosor se alejan entre sí. La prueba de varianza entre los levantamientos sin datos atípicos, indicó que no existen diferencias significativas entre los levantamientos para las variables de área de la lámina foliar, peso específico, succulencia y esclerofilia ($p > 0.05$ en todos los casos). El grosor promedio por su parte mostró diferencia significativa entre los levantamientos ($p = 0.0157$). Esto sugiere que ambos levantamientos (NC-3 y NC-4) pertenecen a una misma comunidad vegetal, aunque difieren en el grosor de la lámina.

Área de la lámina foliar

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 11196.8 mm^2 y 3428.6 mm^2 . Los valores de desviación estándar sugieren una gran variación en los datos del levantamiento NC-3, mientras que en NC-4 la desviación se encontró por debajo de la media. Los valores del percentil 75 en ambos levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre 11740.4 mm^2 y 5095.4 mm^2 . Según la estratificación, los valores de la media del levantamiento NC-3 fueron más altos que los del levantamiento NC-4 en todos los estratos, y se observó la disminución de los valores promedio hacia los estratos inferiores.

Peso específico (SLW)

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 0.47 gr/dm^2 y 0.50 gr/dm^2 . Los valores de desviación estándar fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. Los valores del percentil 75 en ambos levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre 0.57 gr/dm^2 y 0.63 gr/dm^2 . Según la estratificación, se observó el aumento de los valores de la media y del percentil hacia los estratos inferiores.

Succulencia

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 1.07 gr/dm^2 y 1.42 gr/dm^2 . Los valores de desviación estándar en ambos levantamientos se encontraron por debajo de la media. Los valores del percentil 75 en ambos levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre 1.44 gr/dm^2 y 1.62 gr/dm^2 . Según la estratificación, no se observó una tendencia clara.

Esclerofilia

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre el 27.9 % y 31.5%. Los valores de desviación estándar fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. Los valores del percentil 75 en ambos levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre el 35% y 39.6%. Según la estratificación, no se observó una tendencia clara.

Grosor promedio de lámina foliar

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 0.14 mm y 0.20 mm. Los valores de desviación estándar fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. El valor del percentil 75 en el levantamiento NC-3 superó al valor de la media (0.25 mm), mientras que en NC-4 se presentó por debajo de la media (0.16mm), lo cual indica la influencia de valores atípicos. Según la estratificación, no se observó una tendencia clara.

Datos atípicos (Figura 6)

En los levantamientos los valores atípicos se reflejaron en individuos de las familias Araceae, Arecaceae y el grupo Pteridophyta. EL género *Dieffenbachia* (Araceae) presentó datos extremos en el área y la succulencia, con valores por encima de 16000 mm² y 5 gr/dm². La especie *Sabal mauritiiformis* (Arecaceae) y un individuo del grupo Pteridophyta presentaron datos extremos en el área foliar, con un valor mayor a 50000 mm².

Tabla 12. A la izquierda: resumen de las características cuantitativas para los levantamientos NC-3 y NC-4, se muestra la media, desviación estándar, mediana y percentiles (25 y 75). Se resumen los datos globales y para cada estrato por levantamiento. (Ai) Estrato arbóreo inferior, (Ar) sub-arbóreo, (Arb) arbustivo, (H) herbáceo y (R) rasante

VARIABLES CUANTITATIVAS GLOBALES						
Lev.	Estadísticos	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)	SLW (g/dm ²)	SUCULENCIA (g/dm ²)	ESCLEROFILIA (%)	GROSOR PROMEDIO (mm)
NC-3	Media	11196.8	0.50	1.42	27.82	0.20
	Desviación estándar	10662.3	0.20	0.83	9.39	0.08
	Mediana	4647.4	0.49	1.27	27.88	0.19
	25 percentil	2313.9	0.39	0.91	21.37	0.15
	75 percentil	11740.4	0.63	1.62	35.08	0.25
NC-4	Media	3429.6	0.47	1.07	31.58	0.14
	Desviación estándar	2671.7	0.19	0.96	12.42	0.08
	Mediana	2449.1	0.44	1.14	30.83	0.13
	25 percentil	1487.2	0.33	0.79	23.20	0.10
	75 percentil	5065.4	0.57	1.44	38.60	0.16

VARIABLES CUANTITATIVAS POR ESTRATO						
Lev.	Estadísticos	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)	SLW (g/dm ²)	SUCULENCIA (g/dm ²)	ESCLEROFILIA (%)	GROSOR PROMEDIO (mm)
NC-3	Media	18817.6	0.42	1.07	27.84	0.27
	Desviación estándar	18472.8	0.13	0.23	10.02	0.07
	Mediana	13351.6	0.47	1.11	30.48	0.28
	25 percentil	3594.0	0.20	0.82	18.77	0.20
	75 percentil	30406.5	0.49	1.27	38.28	0.34
NC-3	Media	9926.0	0.49	1.22	28.41	0.17
	Desviación estándar	11045.0	0.21	0.42	7.85	0.07
	Mediana	6601.8	0.45	1.12	29.09	0.18
	25 percentil	1904.5	0.36	0.96	25.14	0.11
	75 percentil	12086.0	0.65	1.42	33.58	0.21
NC-4	Media	4361.5	0.42	1.23	25.90	0.18
	Desviación estándar	3567.4	0.11	0.33	4.01	0.12
	Mediana	6171.0	0.43	1.43	23.68	0.14
	25 percentil	1789.3	0.34	0.82	23.02	0.11
	75 percentil	6548.8	0.50	1.44	29.88	0.28
NC-3	Media	13944.2	0.64	1.45	28.74	0.21
	Desviación estándar	32641.7	0.23	0.08	11.19	0.08
	Mediana	3315.4	0.55	1.33	27.26	0.19
	25 percentil	1873.7	0.37	0.81	18.10	0.14
	75 percentil	7374.2	0.89	2.02	37.82	0.29
NC-4	Media	3780.0	0.44	0.97	31.35	0.13
	Desviación estándar	1615.7	0.17	0.27	11.88	0.05
	Mediana	4434.5	0.44	0.99	34.57	0.13
	25 percentil	1871.7	0.21	0.82	19.00	0.10
	75 percentil	6019.7	0.58	1.12	39.42	0.16
NC-3	Media	8729.5	0.53	1.35	28.80	0.20
	Desviación estándar	3888.6	0.16	0.36	9.58	0.06
	Mediana	5843.6	0.64	1.52	29.15	0.18
	25 percentil	3511.1	0.38	0.89	19.37	0.16
	75 percentil	10763.9	0.67	1.55	37.89	0.26
NC-4	Media	1699.2	0.67	1.08	38.01	0.14
	Desviación estándar	725.3	0.18	0.50	20.17	0.03
	Mediana	1772.4	0.67	1.17	36.82	0.15
	25 percentil	971.4	0.39	0.89	21.00	0.10
	75 percentil	2390.4	0.74	1.45	55.56	0.17

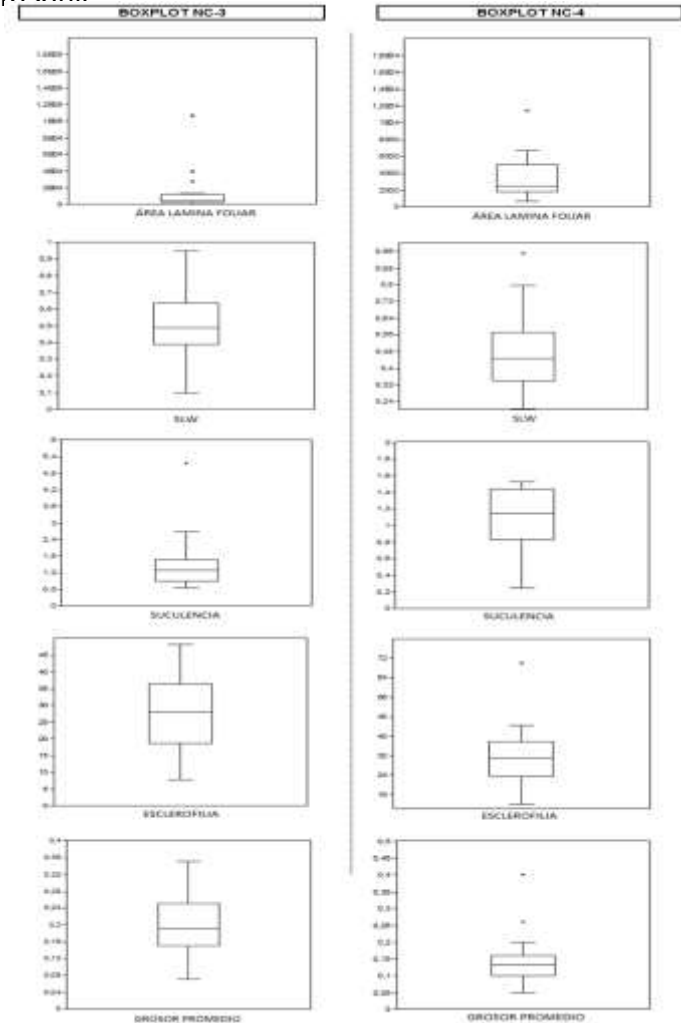


Figura 6. A la derecha: Figuras de tipo *boxplot* para cada variable cuantitativa de los levantamientos NC-3 y NC-4, en cada figura se indica los valores atípicos (*outliers*), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.

7.1.7 Departamento de La Guajira, municipio Urumita, vereda “Tres Picos”, finca “Nueva Idea” (bosque subandino)

Se realizaron cuatro levantamientos de 500 m² (GU-P1, GU-P2, GU-P3, GU-P4). En el levantamiento GU-P1 se tomaron muestras de 26 individuos (25 especies): en el estrato arbóreo inferior se tomaron tres individuos, en el estrato sub-arbóreo seis, en el estrato arbustivo 10 y en el estrato herbáceo siete. En el levantamiento GU-P2 se tomaron muestras de 30 individuos (30 especies); en el estrato arbóreo inferior se tomó un individuo, en el estrato sub-arbóreo seis, en el estrato arbustivo 13, en el estrato herbáceo ocho y en el estrato rasante dos.

En el levantamiento GU-P3 se tomaron muestras de 13 individuos (12 especies); en el estrato arbóreo inferior dos, en el estrato sub-arbóreo uno, en el estrato arbustivo ocho y en el estrato herbáceo dos. En el levantamiento GU-P4 se tomaron muestras de 25 individuos (23 especies); en el estrato sub-arbóreo se tomaron cuatro individuos, en el estrato arbustivo 11, en el estrato herbáceo nueve y en el estrato rasante uno.

Tabla 13. Características foliares (%) para los levantamientos GU-P1, GU-P2, GU-P3 y GU-P4. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm).

Tamaño	URUMITA				Base	URUMITA			
	GU-P1 (%)	GU-P2 (%)	GU-P3 (%)	GU-P4 (%)		GU-P1 (%)	GU-P2 (%)	GU-P3 (%)	GU-P4 (%)
Megáfila	3.85	6.67	7.69	0.00	Acuminada	7.69	10.00	0.00	4.00
Macrófila	34.62	20.00	15.38	16.00	Aguda	30.77	43.33	30.77	56.00
Mesófila	38.46	56.67	53.85	64.00	Cordada	3.85	3.33	0.00	4.00
Natófila	19.23	13.33	23.08	16.00	Obtusos	42.31	23.33	46.15	20.00
Microfila	3.85	3.33	0.00	4.00	Peltada	0.00	0.00	0.00	0.00
Nanófila	0.00	0.00	0.00	0.00	Redonda	3.85	16.67	21.08	0.00
Consistencia					Sentada	11.54	3.33	0.00	8.00
Coriacea	11.54	23.33	15.38	16.00	Borde				
Membranosa	38.46	43.33	53.85	44.00	Entero	73.08	66.67	69.23	72.00
Subcoriacea	50.00	33.33	30.77	40.00	Ondulado	11.54	6.67	15.38	12.00
Protección					Serrulado	15.38	26.67	15.38	16.00
g/g	57.69	76.67	69.23	80.00	Apice				
g/to	26.92	23.33	15.38	16.00	Angulado	30.77	0.00	23.08	16.00
to/g	0.00	0.00	0.00	0.00	Emarginado	0.00	0.00	0.00	0.00
to/to	15.38	0.00	15.38	4.00	Puntiforme	69.23	100.00	76.92	84.00
Nerviación					Redondeado	0.00	0.00	0.00	0.00
Curvinervia	7.69	3.33	0.00	4.00	Tipo de Hoja				
Palmada	0.00	3.33	0.00	0.00	Compuesta	19.23	16.67	15.38	12.00
Paralela	11.54	3.33	0.00	4.00	Simple	80.77	83.33	84.62	88.00
Penninervia	69.23	73.33	92.31	68.00	Categoría grosor				
Reticulada	3.85	0.00	7.69	4.00	A	3.85	6.67	30.77	34.00
Uninervia	7.69	36.67	0.00	20.00	B	84.62	76.67	61.54	72.00
Forma					C	0.00	13.33	7.69	0.00
Alargada	61.54	70.00	76.92	68.00	D	3.85	0.00	0.00	0.00
Palmada	0.00	3.33	0.00	0.00	E	7.69	0.00	0.00	0.00
Redondeada	38.46	26.67	23.08	32.00	F	0.00	0.00	0.00	4.00

CARACTERISTICAS CUALITATIVAS

El patrón foliar para este tipo de bosque corresponde a hojas simples, de tamaño mesófila, de ápice puntiforme, forma alargada, borde entero, base aguda, consistencia membranosa, sin protección, de grosor tipo B y nerviación penninervia. En la característica de base foliar, se evidenció una diferencia entre los levantamientos, en GU-

P2 y GU-P4 predominaron bases agudas, en cambio para GU-P1 y GU-P3 bases obtusas.

En la estratificación, el levantamiento GU-P1 se observó el aumento de hojas macrófilas, compuestas y borde serrulado hacia estratos inferiores y el predominio de hojas de forma redondeada y protección por ambas caras en estratos superiores. En el levantamiento GU-P2 se observó el aumento de predominio del borde serrulado hacia estratos inferiores. En el levantamiento GU-P3 no se observaron tendencias claras y en el levantamiento GU-P4 se observó un mayor predominio de la consistencia subcórcea en el estrato subarbóreo (Anexo 9).

CARACTERISTICAS CUANTITATIVAS (Figura 7 y Tabla 14)

El valor de la media del peso específico, la esclerofilia y el grosor promedio fueron muy similares entre los levantamientos. La prueba de varianza entre los levantamientos sin datos atípicos, indicó que no existen diferencias significativas entre los levantamientos para las variables de área foliar y succulencia ($p > 0.05$ en todos los casos). El peso específico, el porcentaje de esclerofilia y el grosor promedio presentaron diferencias significativas entre los levantamientos ($p < 0.05$ en todos los casos).

Área de la lámina foliar

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 12737 mm^2 y 97257.2 mm^2 . Los valores de desviación estándar sugieren una gran variación en los datos. En la mayoría de los levantamientos los valores del percentil 75 fueron menores a los valores de la media (34012.4 mm^2 y 11825.7 mm^2), lo cual sugiere la influencia de valores atípicos. Según la estratificación, se observó en el levantamiento GU-P1 una disminución de los valores de la media y del percentil 75 hacia los estratos inferiores; en los demás levantamientos no se observó alguna tendencia clara.

Peso específico (SLW)

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 0.52 gr/dm^2 y 0.57 gr/dm^2 . Los valores de desviación estándar fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. Los valores del percentil 75 de los levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre 0.60 gr/dm^2 y 0.75 gr/dm^2 . Según la estratificación, se observó en los levantamientos GU-P1 y GU-P2 una disminución en los valores de la media y del percentil 75 hacia los estratos inferiores; en los demás levantamientos no se observó alguna tendencia clara.

Succulencia

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 1.85 gr/dm^2 y 2.26 gr/dm^2 . Los valores de desviación estándar en ambos levantamientos se encontraron por debajo de la media. Los valores del percentil 75 en los levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre 2.20 gr/dm^2 y 2.78 gr/dm^2 . Según la estratificación, se observó en los levantamientos GU-P1 y GU-P2 el aumento de los valores de la media y del percentil 75 hacia los estratos inferiores; en los demás levantamientos no se observó alguna tendencia clara.

Esclerofilia

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre el 20.6 % y 25.5%. Los valores de desviación estándar fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. Los valores del percentil 75 en los levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre el 26.9% y 36.1%. Según la estratificación, se observó en el levantamiento GU-P2 una disminución de los valores de la media y del percentil 75 hacia los estratos inferiores; en los demás levantamientos no se observó alguna tendencia clara.

Grosor promedio de lámina foliar

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 0.21 mm y 0.28 mm. Los valores de desviación estándar fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. Los valores del percentil 75 en los levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre 0.26 mm y 0.33 mm. Según la estratificación no se observó una tendencia clara en los levantamientos.

Datos atípicos (Figura 7)

En los levantamientos los valores atípicos se reflejaron en individuos de las familias *Arecaceae*, *Burseraceae*, *Cyatheaceae*, *Hippocastanaceae*, *Lauraceae*, *Moraceae*, *Piperaceae*, *Rubiaceae*, *Rutaceae*, *Rosaceae*, *Solanaceae* y el grupo *Pteridophyta*.

Las especies *Billia rosea* (*Hippocastanaceae*), *Cinnamomun triplinerve* (*Lauraceae*), *Cuatresia cf. riparia* (*Solanaceae*), *Geonoma interrupta* (*Arecaceae*), *Piper* sp. (*Piperaceae*), *Posoqueria coriacea* (*Rubiaceae*), *Protium* sp. (*Burseraceae*), *Psycothria* sp. (*Rubiaceae*) y un individuo indeterminado de la familia *Rosaceae*, presentaron datos extremos en el área foliar, con valores superiores a 25000 mm², la mayoría de estos géneros se caracterizaron por tener hojas de tamaño macrófila o megáfila. Individuos indeterminados de la familia *Rutaceae* y del grupo *Pteridophyta*, presentaron datos extremos en el peso específico, con valores superiores a 1 gr/dm², estos géneros se caracterizaron por tener mayor peso seco por unidad de área, con respecto a la mayoría de individuos incluidos en el muestreo.

La especie *Cyathea* sp. (*Cyatheaceae*) presentó datos extremos en el área foliar y el peso específico, con valores mayores a 25000 mm² en el área y 0.74 gr/dm² en el peso. El género *Dycksonia* presentó datos extremos en el peso específico y la succulencia, con valores mayores a 1.2 gr/dm² en el peso y 3.6 gr/dm² en la succulencia. El género *Piper* también presentó un valor extremo en la succulencia, con un valor mayor a 4.8 gr/dm². La especie *Pseudolmedia rigida* (*Moraceae*) presentó datos extremos en el área foliar y la succulencia, con un valor de área mayor a 40000 mm² y un valor menor a 0.05 gr/dm² en la succulencia. Finalmente, un individuo indeterminado de la familia *Lauraceae* presentó un dato extremo en el grosor foliar, con un valor mayor a 0.4 mm.

Tabla 14. Resumen de las características cuantitativas para los levantamientos GU-P1, GU-P2, GU-P3 y GU-P4, se muestra la media, desviación estándar, mediana y percentiles (25 y 75). Se resumen los datos globales y para cada estrato por levantamiento. (Ai) Estrato arbóreo inferior, (Ar) sub-arbóreo, (Arb) arbustivo, (H) herbáceo y (R) rasante.

VARIABLES CUANTITATIVAS GLOBALES																									
Lev.	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)					SLW (g/dm ²)					SUCULENCIA (g/dm ²)					ESCLEROFILIA (%)					GROSOR PROMEDIO (mm)				
	Media	Dev. Est.	Mediana	25 percentil	75 percentil	Media	Dev. Est.	Mediana	25 percentil	75 percentil	Media	Dev. Est.	Mediana	25 percentil	75 percentil	Media	Dev. Est.	Mediana	25 percentil	75 percentil	Media	Dev. Est.	Mediana	25 percentil	75 percentil
GU-P1	97257.2	292638.0	10837.8	4822.4	34012.4	0.57	0.24	0.53	0.45	0.75	1.85	0.88	1.06	1.40	2.20	25.54	8.72	23.01	19.26	36.19	0.28	0.12	0.25	0.20	0.33
GU-P2	16461.3	38090.1	6407.0	4071.1	11825.7	0.52	0.30	0.45	0.34	0.60	2.06	0.87	1.95	1.44	2.37	20.61	5.55	18.95	15.57	27.19	0.24	0.08	0.24	0.20	0.27
GU-P3	18231.0	24582.4	8790.4	6074.5	18363.0	0.56	0.28	0.48	0.36	0.70	2.26	0.77	2.18	1.61	2.78	20.63	9.51	19.22	12.12	29.73	0.21	0.07	0.18	0.15	0.26
GU-P4	12737.0	15071.9	7823.7	4785.2	12308.5	0.53	0.23	0.46	0.36	0.67	2.09	1.10	1.94	1.47	2.71	23.77	15.50	19.29	13.59	26.97	0.22	0.12	0.20	0.16	0.27

VARIABLES CUANTITATIVAS POR ESTRATO																										
ESTRATO	Lev.	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)					SLW (g/dm ²)					SUCULENCIA (g/dm ²)					ESCLEROFILIA (%)					GROSOR PROMEDIO (mm)				
		Media	Dev. Est.	Mediana	25 percentil	75 percentil	Media	Dev. Est.	Mediana	25 percentil	75 percentil	Media	Dev. Est.	Mediana	25 percentil	75 percentil	Media	Dev. Est.	Mediana	25 percentil	75 percentil	Media	Dev. Est.	Mediana	25 percentil	75 percentil
Ai	GU-P1	20668.1	26592.8	7880.8	3094.1	51248.6	0.53	0.25	0.49	0.31	0.80	1.52	0.42	1.68	1.08	1.88	26.75	14.92	22.82	14.18	43.23	0.25	0.05	0.28	0.19	0.30
Ar	GU-P1	9223.2	3801.5	9575.4	5400.5	12869.7	0.66	0.13	0.62	0.53	0.78	1.41	0.48	1.36	1.03	1.82	32.23	5.54	30.38	27.50	37.89	0.28	0.14	0.22	0.18	0.43
	GU-P2	5287.0	3625.8	4077.4	3027.5	7324.3	0.77	0.36	0.61	0.59	0.93	1.95	1.01	1.62	1.31	2.65	29.47	6.50	27.94	25.44	35.17	0.28	0.08	0.24	0.20	0.31
	GU-P4	31704.5	24990.5	28332.7	10327.5	56453.2	0.84	0.16	0.81	0.69	1.01	2.13	0.63	2.02	1.59	2.79	28.63	4.34	26.97	25.82	33.11	0.22	0.04	0.22	0.18	0.26
Arb	GU-P1	18683.9	18882.9	14575.7	3153.4	21401.6	0.59	0.30	0.54	0.46	0.86	1.86	0.89	2.12	1.48	2.39	26.29	9.04	23.20	19.44	39.15	0.30	0.11	0.28	0.22	0.35
	GU-P2	26075.9	56439.0	8447.7	4185.1	21294.3	0.47	0.17	0.44	0.38	0.52	1.94	0.60	1.94	1.43	2.28	20.19	6.72	18.18	16.18	23.64	0.22	0.07	0.21	0.16	0.27
	GU-P3	16646.3	29530.6	6782.4	4545.8	8731.9	0.54	0.27	0.43	0.35	0.75	2.15	0.67	2.17	1.61	2.68	20.86	10.13	16.46	12.10	32.77	0.23	0.09	0.19	0.18	0.29
	GU-P4	7049.4	3720.9	8245.4	3268.4	9295.1	0.46	0.11	0.45	0.41	0.51	1.73	0.73	1.84	1.14	2.30	23.36	9.80	19.29	14.46	36.52	0.21	0.07	0.20	0.15	0.27
H	GU-P1	11741.5	10912.2	5317.4	3785.4	22809.6	0.45	0.08	0.48	0.38	0.52	1.71	0.65	1.97	1.09	2.21	22.69	8.65	19.74	16.85	30.01	0.22	0.05	0.23	0.16	0.27
	GU-P2	12693.6	14216.6	8657.5	5237.3	11494.7	0.44	0.33	0.33	0.26	0.52	2.13	1.28	1.73	1.43	2.39	17.31	8.02	18.29	10.36	19.56	0.22	0.10	0.23	0.19	0.25
	GU-P4	12285.2	13988.2	7273.2	5786.8	12842.1	0.48	0.27	0.37	0.30	0.66	2.43	1.57	2.18	1.54	3.22	23.24	25.74	15.00	9.53	23.28	0.23	0.18	0.20	0.13	0.23

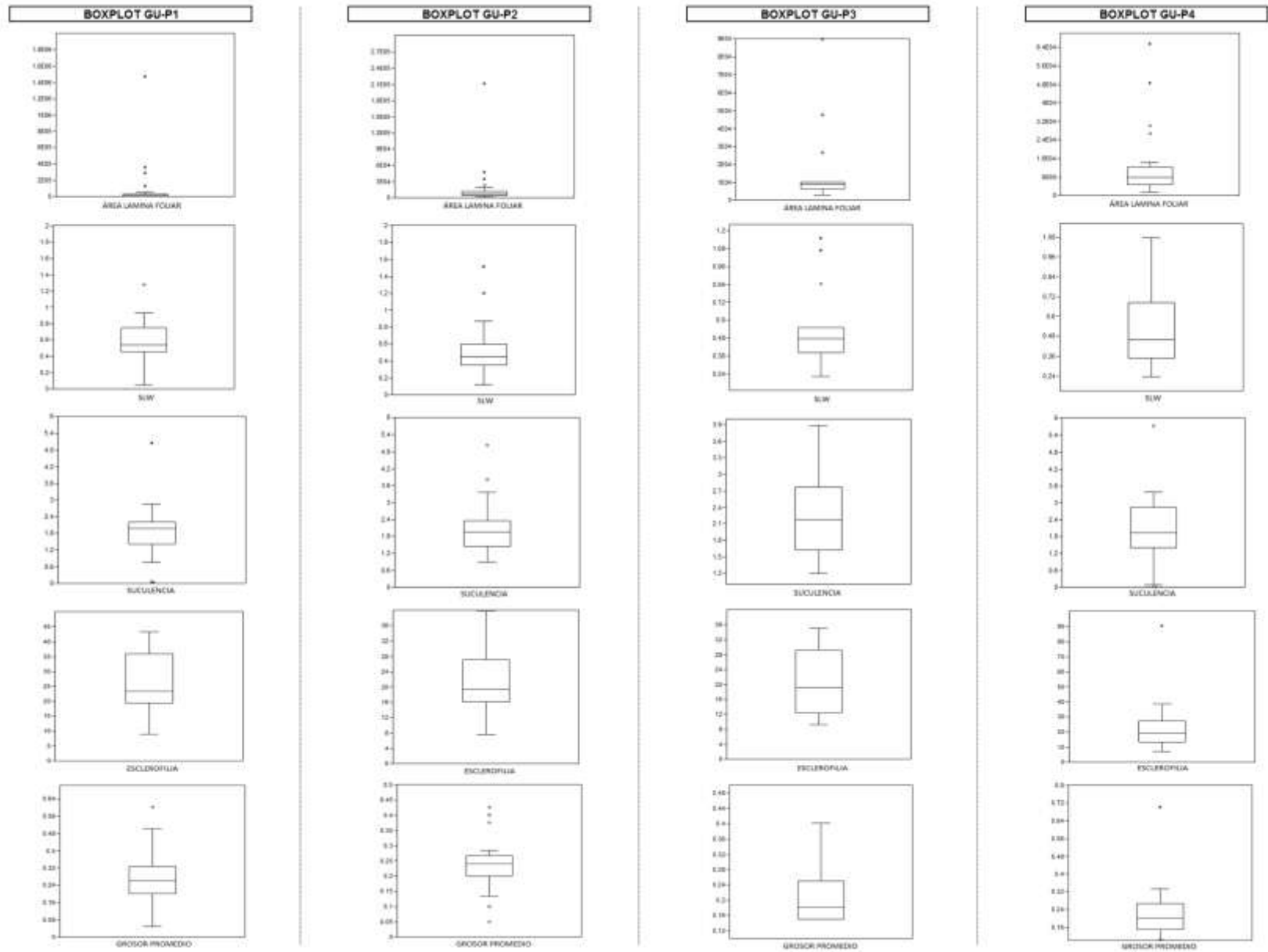


Figura 7. Figuras de tipo *boxplot* para cada variable cuantitativa de los levantamientos GU-P1, GU-P2, GU-P3 y GU-P4, en cada figura se indica los valores atípicos (*outliers*), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.

7.1.8 Departamento de Córdoba, municipio de San Bernardo del Viento y San Antero, bahía de Cispatá

Se realizaron 13 levantamientos de 500 m² (S-01, S-02, S-03, S-04, S-05, S-06, S-08, S-09, S-10, S-11, S-12, S-13, S-14, S-15) y otro de 200 m² (S-07). En el anexo 10 se puede detallar el número de individuos por estrato para cada levantamiento, para el caso del levantamiento S-02 y S-04 (pertenecientes a la misma asociación vegetal) se unificaron debido al bajo número de individuos en el muestreo (2 y 4 individuos).

CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS

El patrón foliar para este tipo de bosque corresponde a hojas simples, notófilas, de ápice angulado, forma alargada, borde entero, base aguda, consistencia coriácea, sin protección, de grosor tipo B y nerviación uninervia (Tablas 15 y 16). Se encontraron diferencias en las características foliares de tamaño, consistencia, forma y base foliar, en los levantamientos. A continuación se indican algunas particularidades por levantamientos:

En el levantamiento S-01 predominaron las hojas micrófilas. En el levantamiento S-03 predominaron las hojas micrófilas y forma redondeada. En el levantamiento S-07 predominaron las hojas mesófilas, de forma redondeada, base redondeada y todos los tipos de consistencia (membranosa, subcoriácea y coriácea). En el levantamiento S-08 predominaron las hojas de consistencia subcoriácea y forma de lámina redondeada (Tabla 15).

Según la estratificación, se observó en el levantamiento S-03 el predominio de las hojas micrófilas en los estratos inferiores y el aumento de predominio del ápice emarginado y la forma alargada en el estrato sub-arbóreo y herbáceo. En el levantamiento S-05 se observó el predominio de hojas micrófilas en el estrato rasante. En el levantamiento SC-06 en el estrato sub-arbóreo predominaron las hojas mesófilas y grosor tipo C (0.36 a 0.45 mm). En el levantamiento S-07 aumentó el predominio del ápice puntiforme y nerviación penninervia en el estrato sub-arbóreo. En el levantamiento S-10 predominaron las hojas de lámina redondeada en el estrato sub-arbóreo. En el levantamiento S-11 predominaron hojas con base obtusa en el estrato sub-arbóreo. En el levantamiento S-14 se evidencia un predominio de grosor tipo A en estratos inferiores. En el levantamiento S-15 predominaron hojas micrófilas en el estrato herbáceo y en el estrato sub-arbóreo hojas compuestas (Anexo 10).

Tabla 15. Características foliares (%) de los levantamientos S-01 al S-09. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm).

Tamaño	MANGLE 1							
	S-01	S-03	S-02,04	S-05	S-06	S-07	S-08	S-09
Megáfila	0.00	0.00	0.00	0.00	7.69	0.00	0.00	0.00
Macrófila	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.11	0.00	0.00
Mesófila	33.33	44.44	66.67	4.76	38.46	33.33	37.50	27.27
Notófila	22.22	11.11	16.67	61.90	46.15	33.33	50.00	54.55
Microfila	44.44	44.44	16.67	33.33	7.69	22.22	12.50	18.18
Nanófila	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consistencia								
Cortácea	11.11	77.78	33.33	19.05	23.08	33.33	50.00	45.45
Membranosa	0.00	11.11	0.00	33.33	0.00	33.33	0.00	18.18
Subconcea	88.89	11.11	66.67	47.62	76.92	33.33	50.00	36.36
Protección								
g/g	100.00	100.00	100.00	85.71	100.00	77.78	100.00	90.91
g/to	0.00	0.00	0.00	9.52	0.00	0.00	0.00	9.09
to/g	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
to/to	0.00	0.00	0.00	4.76	0.00	22.22	0.00	0.00
Nerviación								
Curvinervia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Palmada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Paralela	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Penninervia	0.00	0.00	0.00	4.76	0.00	11.11	0.00	0.00
Reticulada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Uninervia	100.00	100.00	100.00	95.24	100.00	88.89	100.00	100.00
Forma								
Alargada	55.56	44.44	16.67	57.14	76.92	11.11	12.50	54.55
Palmada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Redondeada	44.44	55.56	83.33	42.86	23.08	88.89	87.50	45.45
Base								
MANGLE 1								
	S-01	S-03	S-02,04	S-05	S-06	S-07	S-08	S-09
Acuminada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aguda	66.67	88.89	100.00	76.19	100.00	22.22	62.50	63.64
Cordada	0.00	0.00	0.00	14.29	0.00	0.00	0.00	0.00
Obtusa	33.33	11.11	0.00	9.52	0.00	33.33	37.50	27.27
Peltada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Redonda	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.44	0.00	9.09
Sentada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Borde								
Entero	100.00	100.00	100.00	90.48	100.00	88.89	100.00	100.00
Ondado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Serrado	0.00	0.00	0.00	9.52	0.00	11.11	0.00	0.00
Apice								
Angulado	77.78	66.67	100.00	57.14	92.31	55.56	62.50	72.73
Emarginado	0.00	33.33	0.00	14.29	0.00	0.00	37.50	27.27
Puntiforme	22.22	0.00	0.00	28.57	7.69	44.44	0.00	0.00
Redondeado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tipo de Hoja								
Compuesta	0.00	0.00	0.00	0.00	7.69	11.11	0.00	0.00
Simple	100.00	100.00	100.00	100.00	92.31	88.89	100.00	100.00
Categoría grosor								
A	0.00	0.00	0.00	9.52	0.00	22.22	0.00	0.00
B	66.67	88.89	100.00	70.15	53.85	60.67	50.00	72.73
C	33.33	11.11	0.00	9.52	46.15	0.00	50.00	27.27
D	0.00	0.00	0.00	4.76	0.00	11.11	0.00	0.00
E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 16. Características foliares (%) de los levantamientos S-10 al S-15. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm).

Tamaño	MANGLE 2				
	S-10	S-11	S-13	S-14	S-15
Megáfila	0.00	5.88	0.00	0.00	0.00
Macrófila	0.00	0.00	0.00	0.00	10.53
Mesófila	30.77	41.18	33.33	26.67	26.32
Notófila	61.54	52.94	60.00	60.00	42.11
Micrófila	7.69	0.00	6.67	13.33	21.05
Nanófila	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consistencia					
Coriáceas	84.62	70.59	73.33	33.33	68.42
Membranosa	0.00	11.76	6.67	20.00	0.00
Subcoriácea	15.38	17.65	20.00	46.67	31.58
Protección					
g/g	76.92	82.35	100.00	93.33	84.21
g/to	23.08	17.65	0.00	6.67	15.79
to/g	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
to/to	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nerviación					
Curvinervia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Palmada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Paralela	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Penninervia	15.38	0.00	13.33	6.67	15.79
Reticulada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Uninervia	84.62	100.00	86.67	93.33	84.21
Forma					
Alargada	70.52	88.24	73.33	53.33	73.68
Palmada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Redondeada	29.08	11.76	26.67	46.67	26.32

Base	MANGLE 2				
	S-10	S-11	S-13	S-14	S-15
Acuminada	0.00	0.00	0.00	0.00	5.26
Aguda	38.46	58.82	66.67	53.33	36.84
Cordada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Obtusa	53.85	41.18	33.33	33.33	47.37
Peluda	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Redonda	7.69	0.00	0.00	13.33	10.53
Serrada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Borde					
Entero	92.31	100.00	93.33	93.33	94.74
Onculado	7.69	0.00	6.67	6.67	5.26
Serrulado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apice					
Angulado	69.23	58.82	73.33	53.33	57.89
Emarginado	30.77	29.41	26.67	26.67	26.32
Puntiforme	0.00	11.76	0.00	13.33	15.79
Redondeado	0.00	0.00	0.00	6.67	0.00
Tipo de Hoja					
Compuesta	0.00	5.88	0.00	6.67	10.53
Simple	100.00	94.12	100.00	93.33	89.47
Categoría grosor					
A	0.00	0.00	6.67	20.00	10.53
B	76.92	88.24	86.67	80.00	52.63
C	23.08	11.76	6.67	0.00	26.32
D	0.00	0.00	0.00	0.00	10.53
E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

CARACTERISTICAS CUANTITATIVAS (Tabla 17 y figuras 8A, 8B y 8C)

El valor de la media del peso específico y el grosor promedio fueron muy similares entre los levantamientos, mientras que la media del área, la succulencia y la esclerofilia se alejan entre sí. La prueba de varianza entre los levantamientos sin datos atípicos, indicó que no existen diferencias significativas entre los levantamientos para las variables del área foliar ($p > 0.05$ en todos los casos). El peso específico, la succulencia, el porcentaje de esclerofilia y el grosor promedio presentaron diferencias significativas entre los levantamientos ($p < 0.05$ en todos los casos). En la estratificación, la mayoría de individuos se recolectaron en el estrato arbustivo y herbáceo, y en algunos levantamientos se recolectaron en el estrato sub-arbóreo.

Área de la lámina foliar

Los menores valores de la media se presentaron en los levantamientos S-01 y S-05 (entre 2500 mm^2 y 3500 mm^2) y los mayores valores se presentaron en los levantamientos S-02/4, S-07, S-11 (entre 6000 mm^2 y 26000 mm^2) y S-06 con una media de 49457.7 mm^2 . La mayoría de las desviaciones estándar se encontraron por debajo del promedio, excepto la desviación del levantamiento S-11 la cual se presentó con un valor muy alto por encima de la media (161914 mm^2) indicando la presencia de un posible dato atípico. Los valores del percentil 75 en la mayoría de levantamientos superó el valor de la media y se encontraron entre 3807.5 mm^2 y 8604 mm^2 . Según la estratificación, se observó en la mayoría de levantamientos el aumento del área foliar hacia el estrato herbáceo, mientras que en los levantamientos S-01, S-09 y S-13 se observó una disminución.

Peso específico (SLW)

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 0.71 gr/dm^2 y 1.19 gr/dm^2 . Los valores de desviación estándar fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. Los valores del percentil 75 en los levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre 1.31 gr/dm^2 y 0.85 gr/dm^2 . Según la estratificación, se observó en la mayoría de levantamientos la disminución del peso específico hacia el estrato herbáceo, mientras que en los levantamientos S-06 y S-14 se observó un aumento hacia el estrato herbáceo.

Succulencia

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 0.97 gr/dm^2 y 4 gr/dm^2 . Los valores de desviación estándar fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. Los valores del percentil 75 en los levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre 1.22 gr/dm^2 y 3.51 gr/dm^2 . Según la estratificación, se observó en la mayoría de levantamientos el aumento de la succulencia hacia el estrato herbáceo, mientras que en los levantamientos S-01, S-03 y S-09 se observó una disminución.

Esclerofilia

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre el 18.2 % y 53.9 %. Los valores de desviación estándar fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. Los valores del percentil

75 en los levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre el 22.7 % y 65.3%. Según la estratificación, se observó en la mayoría de levantamientos la disminución del porcentaje hacia el estrato herbáceo, mientras que en el levantamiento S-06 aumentó.

Grosor promedio de lámina foliar

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 0.25 mm y 0.35 mm. Los valores de desviación estándar fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. Los valores del percentil 75 en ambos levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre 0.40 mm y 0.31 mm. Según la estratificación, se observó un aumento del grosor hacia el estrato herbáceo, en el levantamiento S-15 se observó un ligero aumento de grosor en el estrato sub-arbóreo al arbustivo.

Datos atípicos (Figuras 8A, 8B y 8C)

En los levantamientos los valores atípicos se reflejaron en individuos de las familias Avicenniaceae, Combretaceae, Fabaceae, Rhizophoraceae, Theaceae y del grupo Pteridophyta.

La especie *Laguncularia racemosa* (Combretaceae) presentó datos extremos en el peso específico y el porcentaje de esclerofilia, con valores mayores a 2.1 gr/dm² en el peso y 80% en esclerofilia. La especie *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) presentó datos extremos en el área foliar, grosor, peso específico y succulencia; con valores mayores a 6400 mm² en el área, 0.50 mm en el grosor, 1.36 gr/dm² en el peso y 2 gr/dm² en la succulencia. La especie *Pelliceria cf. rhizophorae* (Theaceae) presentó datos extremos en el peso específico y el porcentaje de esclerofilia, con valores mayores a 2.5 gr/dm² en el peso y 90% en la esclerofilia. El género *Prioria copaifera* (Fabaceae) presentó datos extremos en el peso específico y la esclerofilia, con un valor por debajo de 0.007 gr/dm² en peso y con un valor de esclerofilia mayor al 40%. Finalmente, el género *Acrostichum* (Pteridophyta) presentó valores extremos en el área foliar, peso específico, y succulencia, con valores superiores a 300000 mm² en el área, 1.2 gr/dm² en el peso y 3 gr/dm² en la succulencia.

Tabla 17. Resumen de las características cuantitativas para los levantamientos del bosque de manglar (desde S-01 a S-15), se muestra la media, desviación estándar, mediana y percentiles (25 y 75). Se resumen los datos globales y para cada estrato por levantamiento. (Ai) Estrato arbóreo inferior, (Ar) sub-arbóreo, (Arb) arbustivo, (H) herbáceo y (R) rasante.

VARIABLES CUANTITATIVAS GLOBALES																									
Lev.	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)					SLW (g/dm ²)					SUCULENCIA (g/dm ²)					ESCLEROFILIA (%)					GROSOR PROMEDIO (mm)				
	Media	Dev. Est.	Mediana	25 percentil	75 percentil	Media	Dev. Est.	Mediana	25 percentil	75 percentil	Media	Dev. Est.	Mediana	25 percentil	75 percentil	Media	Dev. Est.	Mediana	25 percentil	75 percentil	Media	Dev. Est.	Mediana	25 percentil	75 percentil
S-01	3392.0	2109.7	3291.4	1534.3	4855.4	1.05	0.20	0.97	0.86	1.26	1.02	0.81	0.84	0.49	1.53	53.91	14.65	59.85	39.94	65.31	0.33	0.05	0.33	0.29	0.37
S-02/04	6047.1	2713.2	6287.8	3695.0	8804.0	1.09	0.23	1.10	0.89	1.31	1.79	0.81	1.96	0.92	2.25	40.22	11.02	37.65	31.39	50.86	0.33	0.02	0.33	0.31	0.35
S-03	4109.0	2904.8	2075.7	1656.5	5843.9	0.89	0.15	0.91	0.73	1.02	1.45	0.75	1.00	0.80	2.14	40.75	9.41	42.70	32.34	47.75	0.34	0.03	0.35	0.31	0.35
S-05	2705.3	1414.7	2803.8	1428.4	3807.5	0.63	0.44	0.70	0.51	1.01	0.97	0.41	0.97	0.59	1.22	45.52	13.99	47.77	35.58	51.78	0.29	0.09	0.30	0.25	0.33
S-08	48457.7	161914.0	3901.7	2981.5	7264.9	1.10	0.49	1.01	0.85	1.15	1.63	1.12	1.24	0.92	2.16	42.05	21.04	43.76	32.28	49.89	0.34	0.04	0.33	0.30	0.37
S-07	6760.2	6524.2	4387.8	2269.7	8273.1	0.71	0.28	0.66	0.45	0.95	2.22	2.47	1.43	0.70	2.86	33.17	14.02	35.19	23.43	43.68	0.25	0.10	0.30	0.16	0.32
S-08	4219.6	1423.8	4034.8	3442.0	5692.0	1.19	0.40	1.14	0.89	1.29	1.35	0.48	1.42	0.88	1.80	47.31	13.93	43.67	37.87	53.19	0.35	0.07	0.36	0.31	0.40
S-09	4680.3	3710.9	3193.5	2316.3	8183.2	0.61	0.29	0.76	0.54	1.12	1.75	1.17	1.32	0.88	2.95	35.07	11.43	36.48	24.45	43.69	0.30	0.09	0.33	0.20	0.40
S-10	4160.1	1638.3	3767.9	3489.7	4792.1	0.99	0.19	0.94	0.82	1.11	2.98	0.23	3.07	2.73	3.15	24.79	3.33	23.27	22.78	27.64	0.39	0.04	0.32	0.30	0.36
S-11	27556.0	93413.7	4338.4	3009.4	6896.5	0.82	0.27	0.78	0.67	0.96	2.86	0.35	2.90	2.57	3.07	21.97	4.48	21.59	19.07	24.72	0.30	0.06	0.30	0.24	0.34
S-13	4456.6	2260.2	3735.0	2969.0	5613.0	0.63	0.26	0.72	0.58	1.07	2.67	0.43	2.91	2.45	3.18	22.18	3.62	21.33	18.80	25.06	0.29	0.06	0.30	0.25	0.33
S-14	4065.3	2354.8	3555.1	2328.2	4851.8	0.68	0.65	0.74	0.53	0.85	4.00	4.33	2.96	2.80	3.22	18.28	5.28	19.55	15.22	22.70	0.25	0.07	0.28	0.18	0.31
S-15	3859.7	1749.2	4088.4	2440.6	5183.2	0.82	0.38	1.01	0.87	1.21	2.64	1.10	3.03	1.82	3.51	26.94	5.77	26.73	21.61	28.41	0.32	0.11	0.35	0.23	0.38

VARIABLES CUANTITATIVAS POR ESTRATO																										
ESTRATO	Lev.	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)					SLW (g/dm ²)					SUCULENCIA (g/dm ²)					ESCLEROFILIA (%)					GROSOR PROMEDIO (mm)				
		Media	Dev. Est.	Mediana	25 percentil	75 percentil	Media	Dev. Est.	Mediana	25 percentil	75 percentil	Media	Dev. Est.	Mediana	25 percentil	75 percentil	Media	Dev. Est.	Mediana	25 percentil	75 percentil	Media	Dev. Est.	Mediana	25 percentil	75 percentil
Ar	S-05	2457.1	1578.3	3158.6	755.0	3807.5	1.00	0.25	1.00	0.79	1.20	0.97	0.34	0.97	0.65	1.29	51.24	10.13	50.71	42.41	60.34	0.31	0.04	0.30	0.28	0.34
	S-08	4788.9	1472.3	4655.0	3368.1	8323.8	1.01	0.01	1.01	1.00	1.02	1.70	1.06	1.24	0.85	2.91	40.70	13.19	44.78	25.94	51.36	0.36	0.04	0.37	0.32	0.40
	S-11	4484.5	1725.5	5069.4	2542.8	5841.5	0.90	0.15	0.98	0.73	1.01	2.87	0.15	2.78	2.78	3.05	23.82	2.97	24.00	20.76	26.80	0.29	0.06	0.30	0.23	0.35
	S-13	5428.1	3022.6	4874.0	2981.0	7557.6	0.96	0.28	0.92	0.70	1.28	2.80	0.30	2.86	2.50	3.09	25.04	3.58	24.25	21.84	29.10	0.31	0.04	0.31	0.29	0.34
	S-15	3400.9	2214.5	3898.7	1374.1	5220.4	0.92	0.49	1.11	0.58	1.21	2.37	1.33	2.80	1.58	3.32	30.09	5.63	28.41	26.84	32.16	0.30	0.10	0.31	0.23	0.38
Arb	S-01	4378.8	2913.1	4140.3	1568.9	7400.6	1.11	0.23	1.15	0.87	1.33	1.17	0.88	1.29	0.44	1.78	51.70	21.63	47.16	32.70	75.24	0.34	0.08	0.33	0.28	0.43
	S-02/04	6189.7	2080.9	5764.5	4321.6	8422.9	1.24	0.15	1.29	1.08	1.35	1.65	0.89	1.99	0.97	1.90	44.13	11.57	40.47	34.83	57.09	0.34	0.02	0.35	0.32	0.35
	S-03	3485.4	2587.7	2075.7	1897.2	6483.2	0.98	0.09	0.98	0.81	1.08	1.75	0.99	1.95	0.89	2.63	39.88	14.97	33.50	29.16	56.99	0.33	0.03	0.33	0.30	0.35
	S-05	3080.7	2023.2	2499.2	1395.6	5056.4	0.82	0.30	0.79	0.65	1.01	1.26	0.35	1.10	1.04	1.56	39.52	6.86	38.57	33.42	46.11	0.33	0.10	0.30	0.25	0.42
	S-06	149729.0	292382.0	4348.7	2125.1	442713.0	1.02	0.20	0.96	0.87	1.23	1.96	1.72	1.23	0.88	3.76	36.40	24.10	47.48	11.66	50.07	0.34	0.05	0.33	0.30	0.39
	S-07	4735.8	3336.3	4367.9	1568.6	8007.3	0.72	0.30	0.68	0.45	0.99	1.41	1.10	1.06	0.48	2.53	39.00	12.96	43.10	27.24	48.70	0.23	0.12	0.27	0.11	0.33
	S-09	5587.1	3564.8	3919.8	1046.6	11795.1	0.85	0.23	1.02	0.70	1.13	2.10	1.45	1.32	1.21	3.77	34.62	12.43	36.48	21.37	46.02	0.33	0.08	0.35	0.25	0.40
	S-10	3728.9	787.0	3919.9	3037.4	4325.3	0.98	0.14	0.94	0.88	1.12	2.91	0.20	2.91	2.71	3.10	20.29	3.20	23.27	22.82	28.78	0.32	0.04	0.32	0.29	0.35
	S-11	6092.8	2662.0	4338.4	3742.5	7365.6	0.77	0.26	0.80	0.66	0.95	2.69	0.33	2.72	2.34	3.04	21.83	5.28	22.91	19.48	25.44	0.32	0.07	0.32	0.23	0.40
	S-13	4310.0	1100.6	3874.2	3494.0	5561.7	0.83	0.28	0.88	0.63	1.07	2.88	0.53	3.10	2.27	3.26	21.91	3.44	21.33	18.80	26.80	0.29	0.06	0.33	0.23	0.33
S-14	4038.9	1912.5	3406.2	2721.9	5385.8	0.72	0.25	0.76	0.61	0.86	2.78	0.25	2.73	2.57	3.02	19.95	5.66	22.12	17.18	23.14	0.28	0.07	0.30	0.24	0.32	
S-15	3702.1	1343.2	4075.0	2920.3	4436.1	0.93	0.40	1.00	0.58	1.31	2.81	1.08	2.83	1.93	3.80	24.40	3.67	25.14	20.82	27.83	0.34	0.16	0.35	0.18	0.49	
H	S-01	1465.5	347.8	1479.8	1111.0	1805.7	0.89	0.07	0.86	0.84	0.97	0.79	0.34	0.65	0.53	1.17	54.34	10.51	59.65	42.23	61.14	0.31	0.05	0.30	0.26	0.37
	S-02/04	6924.5	3745.7	6811.3	1815.1	9147.3	0.94	0.20	0.94	0.73	1.14	1.91	1.12	1.93	0.77	3.02	36.30	11.13	32.72	27.40	48.78	0.32	0.02	0.33	0.30	0.33
	S-03	4498.8	3410.8	4007.5	1551.9	7936.9	0.79	0.17	0.73	0.67	0.97	1.18	0.83	0.95	0.76	1.83	42.15	6.61	43.44	35.43	47.58	0.35	0.04	0.35	0.31	0.39
	S-05	2622.6	1223.5	2903.6	1440.2	3803.4	0.84	0.62	0.56	0.48	1.03	0.80	0.45	0.88	0.48	1.30	45.91	19.14	47.77	28.64	54.06	0.28	0.10	0.30	0.19	0.35
	S-06	4944.8	2635.8	3551.0	3076.5	8254.0	1.26	0.72	0.96	0.74	1.57	1.38	0.78	1.43	0.76	2.08	46.48	24.37	37.87	33.44	56.83	0.32	0.05	0.33	0.27	0.37
	S-08	3293.6	1063.4	3522.2	2200.8	4158.0	1.01	0.20	0.95	0.85	1.22	1.46	0.52	1.56	0.92	1.90	42.07	8.28	42.84	33.81	49.57	0.36	0.04	0.37	0.32	0.40
	S-09	3520.2	2363.8	2912.9	2132.9	4455.8	0.72	0.29	0.88	0.47	1.03	1.42	1.18	0.93	0.77	2.08	37.72	12.99	40.59	23.56	46.76	0.30	0.11	0.30	0.19	0.41
	S-10	4081.1	1629.7	3701.3	2903.7	5511.3	0.88	0.10	0.88	0.80	0.97	2.96	0.28	3.10	2.64	3.18	22.86	1.77	23.08	21.23	34.25	0.32	0.03	0.32	0.29	0.35
	S-11	59307.0	145814.0	3267.7	2703.5	8422.6	0.84	0.33	0.78	0.61	0.96	3.02	0.39	3.08	2.61	3.41	21.31	4.52	20.00	17.50	23.78	0.28	0.04	0.28	0.25	0.33
	S-13	3558.9	1603.2	3122.5	2308.6	4799.1	0.72	0.21	0.65	0.57	0.82	2.94	0.96	2.96	2.40	3.38	19.41	2.04	18.64	18.08	20.99	0.28	0.07	0.28	0.22	0.31
S-14	4803.9	2713.2	3691.5	3455.1	8046.4	1.04	1.25	0.66	0.39	0.91	5.40	6.27	3.22	2.96	3.44	19.66	4.42	16.11	15.19	17.66	0.22	0.08	0.18	0.15	0.31	
S-15	4552.7	1557.4	4606.8	2996.4	6219.1	0.92	0.25	0.96	0.66	1.14	2.79	0.94	3.07	2.02	3.55	25.81	6.72	24.17	20.40	30.71	0.33	0.05	0.35	0.31	0.36	

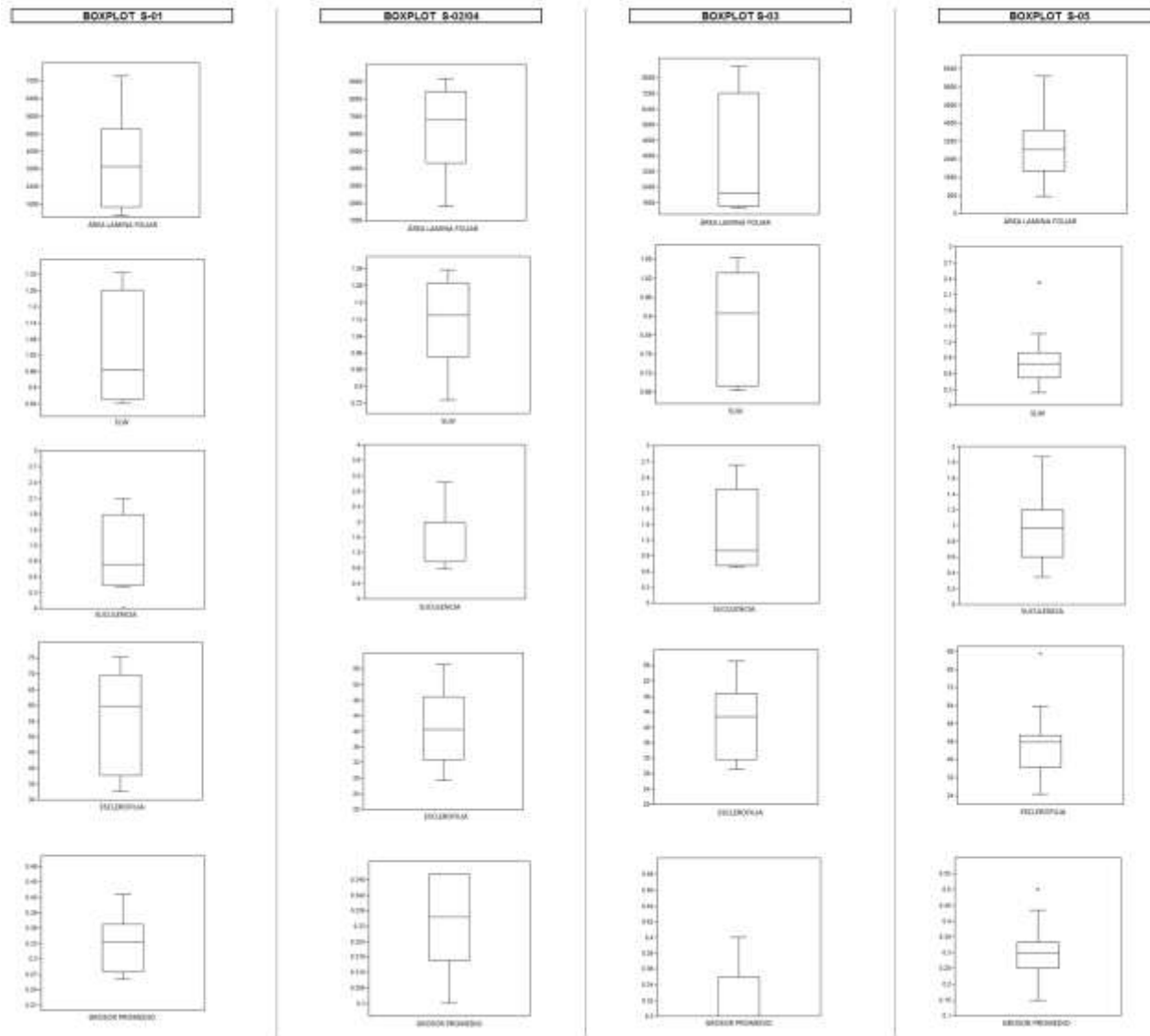


Figura 8A. Figuras de tipo *boxplot* para cada variable cuantitativa de los levantamientos del bosque de manglar (desde S-01 a S-05), en cada figura se indica los valores atípicos (*outliers*), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.

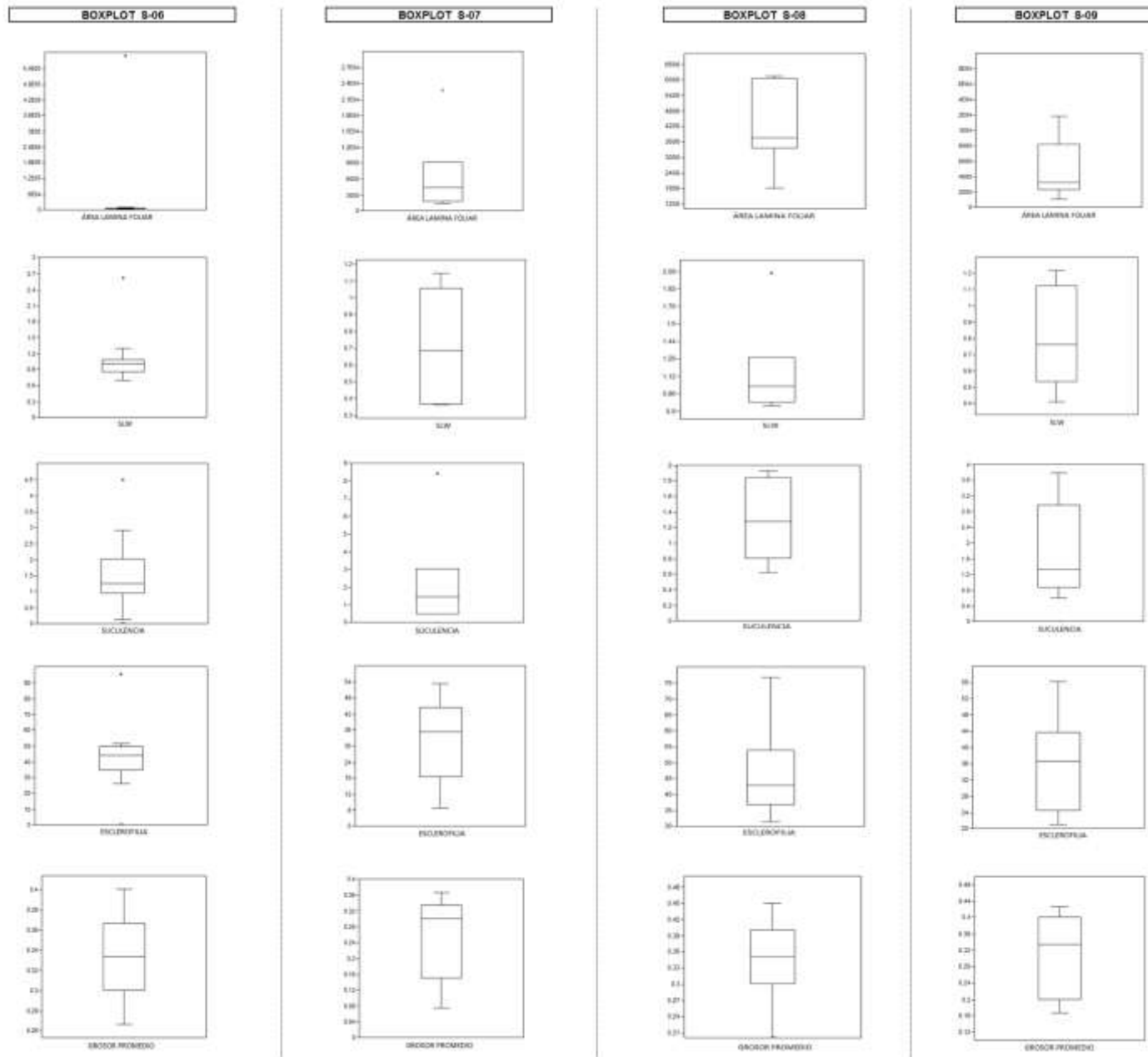


Figura 8B. Figuras de tipo *boxplot* para cada variable cuantitativa de los levantamientos del bosque de manglar (desde S-06 a S-09), en cada figura se indica los valores atípicos (*outliers*), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.

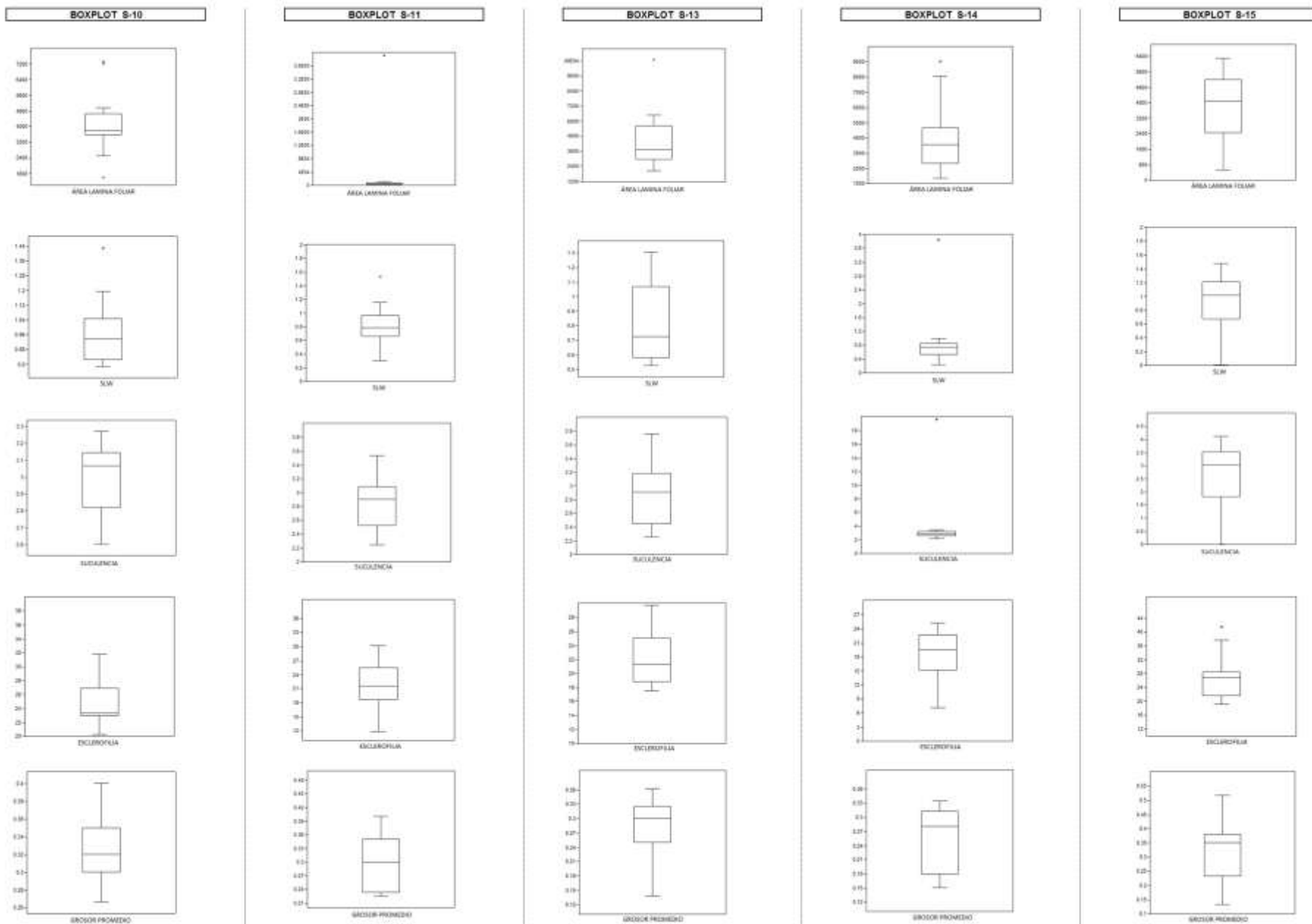


Figura 8C. Figuras de tipo *boxplot* para cada variable cuantitativa de los levantamientos del bosque de manglar (desde S-10 a S-15), en cada figura se indica los valores atípicos (*outliers*), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.

7.1.9 Departamento de Atlántico, municipio Juan de Acosta, reserva “Batatilla” y “Sarmiento”; y municipio de Usiacurí, caño Lurisa

Se realizaron cuatro levantamientos de 500 m² (JA-1, JA-2, JA-3 y JA-4). En el levantamiento JA-1 se tomaron muestras de 22 individuos (21 especies); en el estrato sub-arbóreo se tomaron tres individuos, en el estrato arbustivo nueve y en el estrato herbáceo 10. En el levantamiento JA-2 se tomaron muestras de 21 individuos (20 especies); en el estrato arbustivo se tomaron 12 individuos y en el estrato herbáceo nueve. En el levantamiento JA-3 se tomaron muestras de 16 individuos (15 especies); en el estrato arbustivo se tomaron ocho individuos y en el estrato herbáceo ocho. En el levantamiento JA-4 se tomaron muestras de 19 individuos (19 especies); en el estrato arbustivo se tomaron 12 individuos y en el estrato herbáceo siete.

Tabla 18. Características foliares (%) para los levantamientos JA-1, JA-2, JA-3 y JA-4. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C (0.36 a 0.45 mm), D (0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F (> 0.66 mm).

Tamaño	JUAN DE ACOSTA				Base	JUAN DE ACOSTA			
	JA-1 (%)	JA-2 (%)	JA-3 (%)	JA-4 (%)		JA-1 (%)	JA-2 (%)	JA-3 (%)	JA-4 (%)
Megáfila	0.00	0.00	0.00	0.00	Acuminada	0.00	0.00	0.00	0.00
Micrófila	9.09	4.70	6.25	15.79	Aguda	27.27	19.05	25.00	36.84
Mesófila	50.00	42.86	17.50	21.05	Cordada	13.64	19.05	17.50	42.11
Notófila	31.82	38.10	25.00	21.05	Obtusa	40.91	33.33	12.50	10.53
Microfílica	0.00	14.29	11.25	43.11	Peltada	0.00	0.00	0.00	0.00
Nanofílica	0.00	0.00	0.00	0.00	Pedunculada	9.09	23.81	25.00	5.26
					Sentada	9.09	4.76	0.00	5.26
	Consistencia					Tipo de grosor			
Coriácea	13.64	38.57	0.00	0.00	A	59.05	61.90	75.00	75.88
Membranosa	54.55	47.62	75.00	78.95	B	40.91	38.10	25.00	26.32
Subcoriácea	31.82	33.81	25.00	21.05	C	0.00	0.00	0.00	0.00
	Protección					Nerviación			
g/g	27.27	47.62	25.00	36.84	D	0.00	0.00	0.00	0.00
g/to	27.27	24.81	18.75	16.84	E	0.00	0.00	0.00	0.00
to/g	4.55	0.00	0.00	10.53	F	0.00	0.00	0.00	0.00
to/to	40.91	38.57	56.25	45.79					
	Borde								
Entero	72.73	90.48	62.50	88.42	Curviverva	0.00	4.76	12.50	15.79
Ondulado	13.64	4.76	25.00	10.53	Palmada	0.00	0.00	0.00	0.00
Serrulado	13.64	4.70	12.50	21.05	Panarala	9.09	4.52	0.00	0.00
	Ápice								
Angulado	27.27	66.67	43.75	42.11	Penninervia	81.82	71.43	75.00	75.88
Emarginado	9.09	14.29	18.75	5.26	Reticulada				
Puntiforme	63.64	19.05	37.50	52.65	Uninervia	9.09	34.29	12.50	10.53
Redondeado	0.00	0.00	0.00	0.00					
	Tipo de Hoja					Forma			
Compuesta	36.36	38.57	11.20	21.05	Alargada	77.27	57.14	62.50	37.89
Simple	63.64	71.43	66.75	78.95	Palmada	0.00	0.00	0.00	0.00
					Redondeada	22.73	42.86	37.50	42.11

CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS

El patrón foliar para este tipo de bosque corresponde a hojas simples, de tamaño mesófila, de ápice angulado y puntiforme, forma alargada, borde entero, base aguda y cordada, consistencia membranosa, hojas glabras y tomentosas, de grosor tipo A (0.005 - 0.15 mm) y nerviación penninervia. Se observaron diferencias en el predominio de las características de tamaño, protección, base y ápice, entre los levantamientos. En el levantamiento JA-4 predominaron las hojas micrófilas. La base obtusa predominó en los levantamientos JA-1 y JA-2, mientras que para JA-3 y JA-4 predominó la base cordada. El

ápice puntiforme predominó en los levantamientos JA-1 y JA-3, mientras que en JA-2 y JA-3 predominó el angulado.

Según la estratificación, en el levantamiento JA-1 se observó el aumento de predominio de hojas compuestas hacia estratos inferiores y el predominio de hojas sin protección en el estrato herbáceo. En el levantamiento JA-2 aumentó el predominio de hojas compuestas, lámina redondeada, ápice puntiforme y con protección en las dos caras de la lámina hacia el estrato herbáceo; y el predominio de hojas coriáceas en el estrato arbustivo. En el levantamiento JA-3 se observó el predominio de hojas micrófilas y base redonda en el estrato arbustivo, también el predominio de hojas con borde ondeado en el estrato herbáceo. En el levantamiento JA-4 se observó el predominio del ápice puntiforme, base aguda y protección en el envés para el estrato arbustivo; forma de lámina redondeada y sin protección para el estrato herbáceo (Anexo 11).

CARACTERISTICAS CUANTITATIVAS (Figura 9 y Tabla 19)

El valor de la media del área foliar, la esclerofilia y el grosor promedio fueron muy similares entre los levantamientos. La prueba de varianza entre los levantamientos sin datos atípicos, indicó que no existen diferencias significativas entre los levantamientos para las variables de área foliar, peso específico y grosor ($p > 0.05$ en todos los casos). La suculencia y la esclerofilia presentaron diferencias significativas entre los levantamientos ($p < 0.05$ en todos los casos).

Área de la lámina foliar

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 4879.4 mm^2 y 3491.2 mm^2 . Los valores de desviación estándar de la mayoría de levantamientos se encuentran por debajo de la media. Los valores del percentil 75 en la mayoría de levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre 6439.7 mm^2 y 4625.7 mm^2 . Según la estratificación, se observó en los levantamientos JA-1 y JA-2 una ligera disminución hacia los estratos inferiores, mientras que para JA-3 y JA-4 se observó un ligero aumento.

Peso específico (SLW)

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 0.42 gr/dm^2 y 0.83 gr/dm^2 . Los valores de desviación estándar en los levantamientos JA-1 y JA-2 se encuentran por debajo de la media, mientras que en los levantamientos JA-3 y JA-4 se encuentran por encima de la media lo que indica una influencia de los valores atípicos. Los valores del percentil 75 se encontraron entre 0.45 gr/dm^2 y 0.86 gr/dm^2 y siguen la misma tendencia de las desviaciones. Según la estratificación, en el levantamiento JA-1 se observó un aumento del peso hacia los estratos inferiores, mientras que en JA-2, JA-3 y JA-4 se observó una disminución.

Suculencia

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 0.93 gr/dm^2 y 2.50 gr/dm^2 . Los valores de desviación estándar en la mayoría de levantamientos fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. Los valores del percentil 75 en la mayoría de los levantamientos

superaron el valor de la media y se encontraron entre 1.07 gr/dm² y 1.60 gr/dm². Según la estratificación, se observó en los levantamientos JA-1 y JA-4 un aumento de la succulencia hacia los estratos inferiores, mientras que para JA-2 y JA-3 se observó una disminución.

Esclerofilia

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre el 20.8 % y 31.4%. Los valores de desviación estándar fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. Los valores del percentil 75 en ambos levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre el 27.7% y 35.3%. Según la estratificación, se observó en los levantamientos JA-2, JA-3 y JA-4 una disminución de la esclerofilia hacia los estratos inferiores.

Grosor promedio de lámina foliar

El valor de la media para los levantamientos se encontró entre 0.11 mm y 0.14 mm. Los valores de desviación estándar fueron menores comparados con los valores de las medias, esto sugiere una agrupación de los datos hacia la media. Los valores del percentil 75 en ambos levantamientos superaron el valor de la media y se encontraron entre 0.17 mm y 0.20 mm. Según la estratificación, se observó en los levantamientos JA-2, JA-3 y JA-4 una ligera disminución en el grosor hacia los estratos inferiores.

Datos atípicos (Figura 9)

En los levantamientos los valores atípicos se reflejaron en individuos de las familias Capparaceae, Fabaceae, Lecythydaceae, Mimosaceae, Polygonaceae, Rubiaceae, Sapindaceae y Urticaceae.

Las especies *Crataeva tapia* (Capparidaceae) y *Melicoccus oliviformis* (Sapindaceae) presentaron datos extremos en la esclerofilia, con valores mayores al 45%. La especie *Lecythis minor* (Lecythydaceae) y un individuo de la familia Rubiaceae presentaron datos extremos en el peso específico, con un valor mayor a 1.1 gr/dm². La especie *Machaerium robinifolium* (Fabaceae) y un individuo indeterminado presentaron datos extremos en la succulencia, con un valor mayor a 3 gr/dm². La especie *Urera baccifera* (Urticaceae) presentó un dato extremo en el área foliar, con una valor mayor a 20000 mm². La especie *Triplaris americana* presentó datos extremos en el área foliar y la succulencia, con un valor mayor a 20000 mm² en el área y 15 gr/dm² en la succulencia. La especie *Samanea saman* (Mimosaceae) presentó un dato extremo en el área foliar, el peso específico y la esclerofilia (datos bajos) y la succulencia fue muy alta.

Tabla 19. Resumen de las características cuantitativas para los levantamientos JA-1, JA-2, JA-3 y JA-4, se muestra la media, desviación estándar, mediana y percentiles (25 y 75). Se resumen los datos globales y para cada estrato por levantamiento. (Ai) Estrato arbóreo inferior, (Ar) sub-arbóreo, (Arb) arbustivo, (H) herbáceo y (R) rasante.

VARIABLES CUANTITATIVAS GLOBALES

Lev.	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)					SLW (g/dm ²)					SUCULENCIA (g/dm ²)					ESCLEROFILIA (%)					GROSOR PROMEDIO (mm)				
	Media	Dev. Est.	Mediana	25 prcntl	75 prcntl	Media	Dev. Est.	Mediana	25 prcntl	75 prcntl	Media	Dev. Est.	Mediana	25 prcntl	75 prcntl	Media	Dev. Est.	Mediana	25 prcntl	75 prcntl	Media	Dev. Est.	Mediana	25 prcntl	75 prcntl
JA-1	4381.0	3094.4	3733.7	2123.5	6439.7	0.42	0.16	0.41	0.27	0.50	0.93	0.29	0.85	0.75	1.07	31.43	9.12	30.53	25.47	35.31	0.14	0.05	0.13	0.09	0.19
JA-2	3968.4	3105.9	3206.6	1763.7	5783.5	0.51	0.36	0.41	0.20	0.66	1.45	0.82	1.24	1.03	1.79	25.47	10.96	25.60	18.39	35.33	0.14	0.09	0.10	0.09	0.20
JA-3	3491.2	2358.3	3690.6	1651.1	5386.4	0.80	1.47	0.29	0.25	0.49	1.78	2.25	1.16	0.84	1.35	26.19	8.75	27.21	19.29	30.93	0.11	0.05	0.10	0.07	0.16
JA-4	4879.4	6894.2	2005.3	1288.7	4625.7	0.83	2.13	0.32	0.25	0.45	2.50	5.10	1.35	1.11	1.60	20.82	6.85	20.70	15.29	27.78	0.12	0.06	0.13	0.08	0.17

VARIABLES CUANTITATIVAS POR ESTRATO

ESTRATO	Lev.	AREA LAMINA FOLIAR (mm ²)					SLW (g/dm ²)					SUCULENCIA (g/dm ²)					ESCLEROFILIA (%)					GROSOR PROMEDIO (mm)				
		Media	Dev. Est.	Mediana	25 prcntl	75 prcntl	Media	Dev. Est.	Mediana	25 prcntl	75 prcntl	Media	Dev. Est.	Mediana	25 prcntl	75 prcntl	Media	Dev. Est.	Mediana	25 prcntl	75 prcntl	Media	Dev. Est.	Mediana	25 prcntl	75 prcntl
Ar	JA-1	6319.3	3619.4	7134.2	2361.9	9461.7	0.35	0.03	0.36	0.31	0.37	0.80	0.09	0.75	0.75	0.90	30.26	2.15	29.05	29.00	32.74	0.13	0.02	0.13	0.11	0.15
Arb	JA-1	3970.7	2427.7	3621.1	2045.9	5993.4	0.44	0.18	0.41	0.30	0.49	0.97	0.41	0.96	0.61	1.41	32.48	11.63	30.00	24.60	41.28	0.15	0.06	0.17	0.10	0.20
	JA-2	4344.0	3857.9	2930.0	1644.9	7244.6	0.68	0.37	0.68	0.34	0.91	1.43	0.43	1.31	1.15	1.62	30.52	8.51	26.76	22.90	38.92	0.17	0.09	0.18	0.10	0.23
	JA-3	2641.1	2646.9	1669.7	157.1	4963.6	1.35	1.98	0.46	0.38	1.68	2.59	3.02	1.20	1.06	3.66	30.33	6.46	30.24	26.67	36.77	0.12	0.06	0.13	0.06	0.18
	JA-4	5815.4	8322.7	2296.8	1323.2	4621.4	1.15	2.66	0.37	0.27	0.58	3.09	6.43	1.32	1.00	1.58	24.23	6.05	25.86	18.57	28.65	0.13	0.06	0.13	0.08	0.19
H	JA-1	4168.7	3566.7	3366.4	1336.7	6763.4	0.42	0.18	0.44	0.24	0.59	0.92	0.21	0.69	0.78	1.07	30.84	8.43	33.23	23.77	38.96	0.13	0.05	0.13	0.07	0.17
	JA-2	3467.5	1776.8	3710.0	1801.5	4663.8	0.28	0.19	0.19	0.16	0.34	1.47	1.19	1.19	0.95	1.39	18.74	10.55	17.50	10.60	26.71	0.10	0.05	0.10	0.07	0.14
	JA-3	4341.3	1470.1	4436.5	3254.8	5662.6	0.24	0.05	0.25	0.18	0.29	0.96	0.41	0.96	0.57	1.19	22.04	9.12	21.47	13.19	28.68	0.10	0.04	0.10	0.07	0.13
	JA-4	3274.7	3246.7	1815.9	491.0	7228.1	0.27	0.09	0.30	0.17	0.33	1.48	0.36	1.38	1.21	1.77	14.98	3.30	15.29	12.50	15.86	0.09	0.05	0.08	0.05	0.14

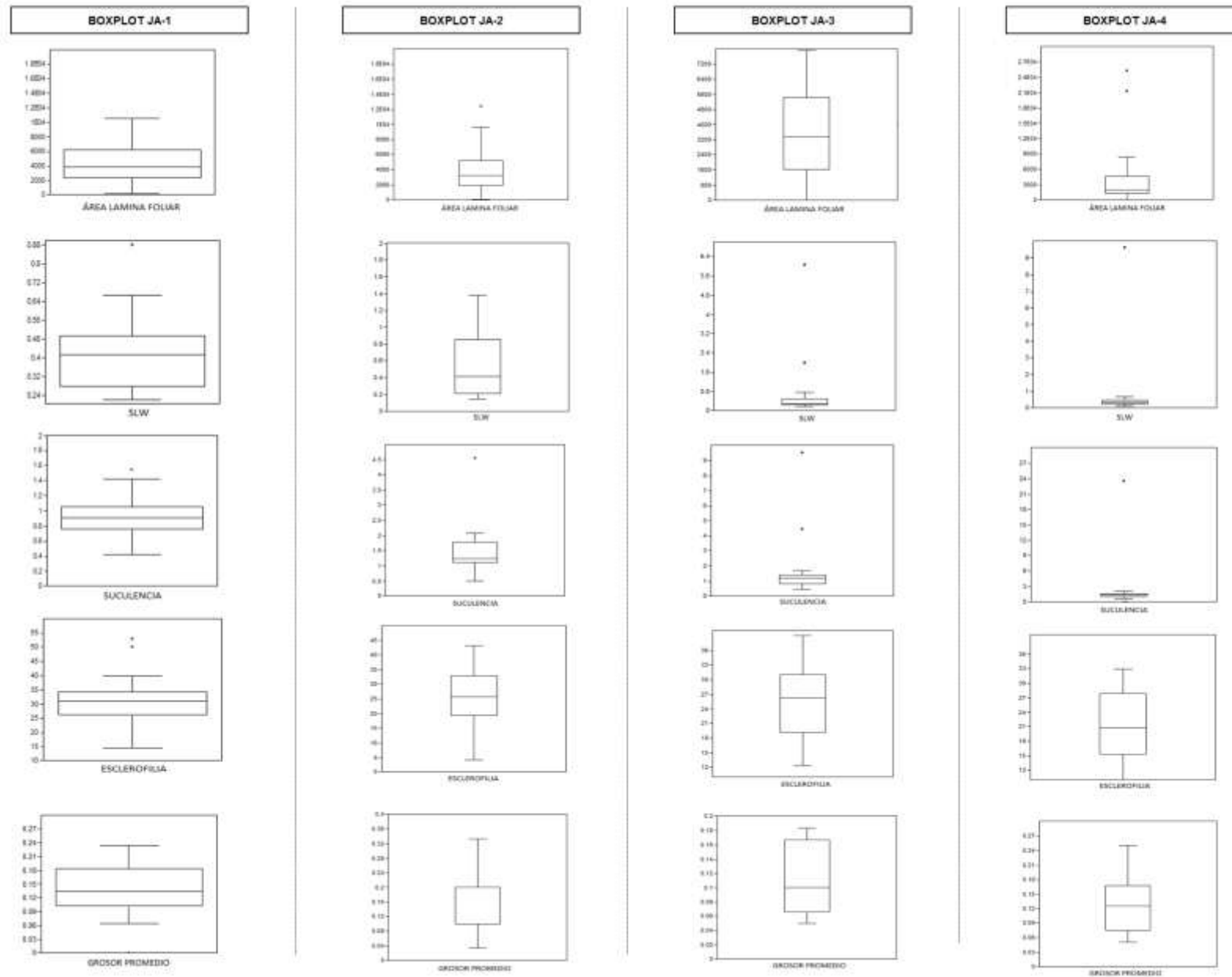


Figura 9. Figuras de tipo *boxplot* para cada variable cuantitativa de los levantamientos JA-1, JA-2, JA-3 y JA-4, en cada figura se indica los valores atípicos (*outliers*), límites inferior y superior, primer cuartil, mediana y tercer cuartil.

7.2 DESCRIPCIÓN DEL PATRÓN FOLIAR SEGÚN UNIDADES SINTAXONOMICAS

A continuación se describe el patrón foliar, correspondiente a las formaciones de vegetación descritas para los sitios de muestreo, en total se recolectó material de 768 individuos (excepto 25 individuos de colección general). Las características foliares para la unidades sintaxonómicas a nivel de alianzas se encuentran detalladas en la Tabla 20 y para las asociaciones en la Tabla 21.

Las características que predominaron en todas las alianzas corresponden a las hojas de tipo simple, mesófilas, de forma alargada, borde entero, base aguda, grosor tipo B (0.16 a 0.35 mm) y sin protección. En las alianzas se encontraron diferencias importantes en el ápice, la base, la consistencia, el grosor y la protección sobre la lámina. En la vegetación de manglar se observaron varias diferencias, en general predominaron las hojas mesófilas y notófilas, con consistencia coriácea y subcoriácea, de ápice angulado y forma redondeada. En la alianza Fico dendrociadae - Rhizophorion manglis se observó el predominio de la base foliar redonda y no hubo predominio de algún tipo de consistencia.

En el patrón biotipológico de las asociaciones, se observó que en la mayoría predominaron las hojas de tipo simple, de forma alargada, borde entero, grosor tipo B (0.16 a 0.35 mm), nerviación penninervia y sin protección. En la tabla 21. Las diferencias entre las asociaciones, las características foliares de tamaño, ápice, base foliar y consistencia presentaron mayores variaciones según la asociación. A continuación se detallaron las características específicas para las alianzas y las asociaciones:

ORDEN: *Dendrobangio boliviana* – *Iryantheretalia hostmannii*

ALIANZA: *Brosimo utilis* – *Pentaclethron macrolobae*

El patrón foliar corresponde a hojas mesófilas, de tipo simple, lámina alargada, ápice puntiforme, base aguda, borde entero, consistencia subcoriácea, categoría de grosor B, sin protección y nerviación tipo penninervia. Dentro de esta alianza se encontraron tres asociaciones:

- *Jaccarando copaiae* – *Pouterietum multiflorae* (Levantamientos SC-2, SC7/8 y SC-1)

La diferencia que se presentó en esta asociación con respecto a la alianza fue el predominio de la consistencia membranosa.

- *Marilo laxiflorae* – *Pentaclethretum macrolobae* (Levantamientos SC-6 y SC-9)
- *Protio aracouchini* – *Violetum elongatae* (Levantamiento SC-16B)

El patrón biotipológico foliar para estas asociaciones corresponde al de la alianza.

Tabla 20. Patrón foliar para todas las Alianzas. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm). En “3 consistencias” indica que no hubo predominio de ninguna categoría de consistencia.

Tipo de Bosque	Alianza	Tipo de Hoja	Tamaño	Ápice	Forma	Borde	Base	Consistencia	Protección	Cat. grosor	Nerviación
Desde húmedo pluvial hasta húmedo	<i>Brosimo utilis</i> – <i>Pentaclethron macrolobae</i>	Simple	Mesófila	Puntiforme	Alargada	Entero	Aguda	Subcoriácea	g/g	B	Penninervia
Semi-húmedo	No definida 3.	Simple	Mesófila	Puntiforme	Alargada	Entero	Aguda	Subcoriácea	g/g	B	Penninervia
Semi-seco	No definida 1	Simple	Mesófila	Puntiforme	Alargada	Entero	Obtusa	Subcoriácea	g/g	B	Penninervia
Seco	Bosques dominados por <i>Hura crepitans</i> y <i>Terminalia amazonia</i>	Simple	Mesófila	Puntiforme y angulado	Alargada	Entero	Aguda y Cordada	Membranosa	to/to y g/g	A	Penninervia
Bosque de manglar	<i>Laguncularia racemosa</i> - <i>Rhizophora manglis</i>	Simple	Notófila	Angulado	Alargada	Entero	Aguda	Coriácea	g/g	B	Uninervia
Bosque de manglar	<i>Rhizophora occidentalis</i>	Simple	Mesófila	Angulado	Redondeada	Entero	Aguda	Subcoriácea	g/g	B	Uninervia
Bosque de manglar	Fico dendroidae - <i>Rhizophora manglis</i>	Simple	Mesófila y Notófila	Angulado	Redondeada	Entero	Redonda	*Tres consistencias*	g/g	B	Uninervia
Bosque subandino	Bosques dominados por <i>Pseudolmedia rigida</i> y <i>Guarea kunthiana</i>	Simple	Mesófila	Puntiforme	Alargada	Entero	Aguda	Membranosa	g/g	B	Penninervia

Tabla 21. Patrón foliar para todas las Asociaciones. La protección foliar indica si existe tomento en la lámina, la condición g/g indica que es glabra, g/to indica lámina con tomento en el envés y to/to indica lámina con tomento en ambas caras. La característica de grosor muestra diferentes categorías, la categoría A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm). En “3 consistencias” indica que no hubo predominio de ninguna categoría de consistencia.

Tipo de Bosque	Alianza	Asociación	Tipo de Hoja	Tamaño	Ápice	Forma	Borde	Base	Consistencia	Protección	Cat. grosor	Nerviación
Desde húmedo pluvial hasta húmedo	Brosimo útils – Pentaclethron macrolobae	Jactarandio copaias – Pouteretum multiflorae	Simple	Mesófila	Puntiforme	Alargada	Entero	Aguda	Membranosa	g/g	B	Penninervia
		Marilo laxiflorae – Pentaclethretum macrolobae	Simple	Mesófila	Puntiforme	Alargada	Entero	Aguda	Subcoriácea	g/g	B	Penninervia
		Protio aracouchini – Vrioletum elongatae	Simple	Mesófila	Puntiforme	Alargada	Entero	Aguda	Subcoriácea	g/g	B	Penninervia
Semi-húmedo	No definida 3	Tachilo hitae – Schizolobietum parahibae	Simple	Mesófila	Puntiforme	Alargada	Entero	Aguda	Subcoriácea	g/g	B	Penninervia
Semi-seco	No definida 1	Bosques de Acalypha sp. y Guazuma ulmifolia	Simple	Mesófila	Puntiforme	Alargada	Entero	Obtusa	Subcoriácea	g/g	B	Penninervia
Seco	Bosques dominados por Hura crepitans y Terminalia amazonia	Bosques de Spondias mombin, Hura crepitans y Capparis tenellistiqua	Simple	Mesófila	Puntiforme	Alargada	Entero	Obtusa	Membranosa	g/g y to/to	A	Penninervia
		Bosques de Cordia alliodora y Hura crepitans	Simple	Micrófila	Angulado	Alargada	Entero	Cortada	Membranosa	to/to	A	Penninervia
Bosque subandino	Bosques dominados por Pseudolmedia rigida y Guarea kunthiana	Bosques de Pseudolmedia rigida y Zanthoxylum sp.	Simple	Mesófila	Puntiforme	Alargada	Entero	Aguda	Membranosa y subcoriácea	g/g	B	Penninervia
		Bosques de Nectandra membranacea y Guarea kunthiana	Simple	Mesófila	Puntiforme	Alargada	Entero	Aguda	Membranosa	g/g	B	Penninervia
Bosque de manglar	Lagunculario racemosae - Rhizophorion manglis	Lagunculario racemosae – Conocarpodetum erectae	Simple	Notófila	Angulado	Alargada	Entero	Aguda	Coriácea	g/g	B	Uninervia
Bosque de manglar		Lagunculario racemosae – Rhizophorion manglis	Simple	Notófila	Angulado	Alargada	Entero	Aguda	Coriácea	g/g	B	Uninervia
		Palicourea rhizophorae – Rhizophoretum manglis	Simple	Notófila y mesófila	Angulado	Alargada	Entero	Aguda	Subcoriácea	g/g	B	Uninervia
Bosque de manglar	Rhizophorion occidentale	Rhizophoretum manglis	Simple	Mesófila	Angulado	Redondeada	Entero	Aguda	Subcoriácea	g/g	B	Uninervia
Bosque de manglar	Fico dendroicae - Rhizophorion manglis	Annono glabrae – Ficletum dendroicae	Simple	Mesófila y Notófila	Angulado	Redondeada	Entero	Redonda	“Tres consistencias”	g/g	B	Uninervia

ALIANZA: No definida 1

ASOCIACIÓN: Bosques de *Acalypha* sp. y *Guazuma ulmifolia*
(Levantamientos NC-1, NC-2 y NC-5)

El patrón foliar de esta asociación corresponde a hojas mesófilas, de tipo simple, lámina alargada, ápice puntiforme, base obtusa, borde entero, consistencia subcoriácea, categoría de grosor B, nerviación penninervia y sin ningún tipo de protección en la lámina.

ALIANZA: No definida 3

ASOCIACIÓN: *Trichilio hirtae* – *Schizolobietum parahibae*
(Levantamientos NC-3 y NC-4)

El patrón foliar de esta asociación corresponde a hojas mesófilas, de tipo simple, lámina alargada, ápice puntiforme, base aguda, borde entero, consistencia subcoriácea, categoría de grosor B, nerviación penninervia y sin ningún tipo de protección en la lámina.

ALIANZA: Bosques dominados por *Pseudolmedia rigida* y *Guarea kunthiana*

El patrón foliar corresponde a hojas mesófilas, de tipo simple, lámina alargada, ápice puntiforme, base aguda, borde entero, consistencia membranosa, categoría de grosor B, nerviación penninervia y sin ningún tipo de protección en la lámina. En esta alianza se encontraron dos comunidades:

- Bosques de *Pseudolmedia rigida* y *Zanthoxylum* sp. (Levantamientos GU-P1, GU-P2)
- Bosques de *Nectandra membranacea* y *Guarea kunthiana* (Levantamientos GU-P3, GU-P4)

ALIANZA: *Lagunculario racemosae* – *Rhizophoretum manglis*.
(Levantamientos S-01, S-03, S-05, S-06, S-08, S-09, S-10, S-11, S-13, S-14 y S-15)

El patrón foliar corresponde a hojas notófilas, de tipo simple, lámina alargada, ápice angulado, base aguda, borde entero, consistencia coriácea, categoría de grosor B, nerviación uninervia y sin ningún tipo de protección en la lámina. En esta alianza se encontró la asociación *Lagunculario racemosae* – *Rhizophoretum manglis*, *Pellicerion rhizophorae* – *Rhizophoretum manglis* y *Lagunculario racemosae* – *Conocarpodetum erectae*, en estas dos últimas asociaciones predominó la consistencia sub-coriácea.

ALIANZA: *Rhizophorion occidentalis*
(Levantamientos S-02 y S-04)

El patrón foliar corresponde a hojas mesófilas, de tipo simple, lámina redondeada, ápice angulado, base aguda, borde entero, consistencia subcoriácea, categoría de grosor B, nerviación uninervia y sin protección. En esta alianza se encontró la asociación *Rhizophoretum manglis*.

ALIANZA: Fico dendrocidæ - Rhizophorion manglis
(Levantamiento S-07)

El patrón foliar corresponde a hojas mesófilas y notófilas, de tipo simple, lámina redondeada, ápice angulado, base redonda, borde entero, todos los tipos de consistencia (membranosa, subcoriácea y coriácea), categoría de grosor B, nerviación uninervia y sin protección. En esta alianza se encontró la asociación Annono glabrae – Ficetum dendrocidæ.

ALIANZA: Bosques dominados por *Hura crepitans* y *Terminalia amazonia*

El patrón foliar corresponde a hojas mesófilas, de tipo simple, lámina alargada, ápice angulado y puntiforme, base aguda y cordada, borde entero, consistencia membranosa, categoría de grosor A, nerviación penninervia y dos condiciones para la protección: en ambas caras de la lámina y sin protección. En esta alianza se encontraron dos comunidades vegetales:

- Bosques de *Spondias mombin*, *Hura crepitans* y *Capparis tenuisiliqua*
(Levantamientos JA-1 y JA-2)

Las diferencias que se presentaron en esta asociación con respecto a la alianza fue el predominio de la base obtusa y las hojas sin protección.

- Bosques de *Cordia collococca* y *Hura crepitans*
(Levantamientos JA-3 y JA-4)

Las diferencias que se presentaron en esta asociación con respecto a la alianza fue el predominio de hojas micrófilas y protección foliar en ambas caras de la lámina.

7.3 RIQUEZA FLORÍSTICA Y PATRON BIOTIPOLOGICO FOLIAR

REPRESENTATIVIDAD DE ESPECIES EN TODOS LOS LEVANTAMIENTOS:

En la figura 10, se representa el número de especies incluidas en el análisis de la caracterización foliar, y el número de especies incluidas en el análisis florístico para cada levantamiento (Avella & Rangel, com. Pers 2011). En general, la representatividad del análisis morfológico incluye más del 60% de las especies incluidas en el análisis florístico, inclusive en varios levantamientos el número de especies en la caracterización foliar fue mayor al del análisis florístico, ya que en los muestreos florísticos solo se tuvieron en cuenta individuos con un DAP mayor a 2.5 cm, mientras que en la caracterización morfoecológica a nivel foliar se tuvieron en cuenta individuos de los estratos rasante y herbáceo que generalmente tienen un DAP menor. De acuerdo con la representatividad, el espectro biotipológico foliar que se encontró, es el fiel reflejo de las características que exhiben las especies presentes en todas las formaciones de vegetación estudiadas.

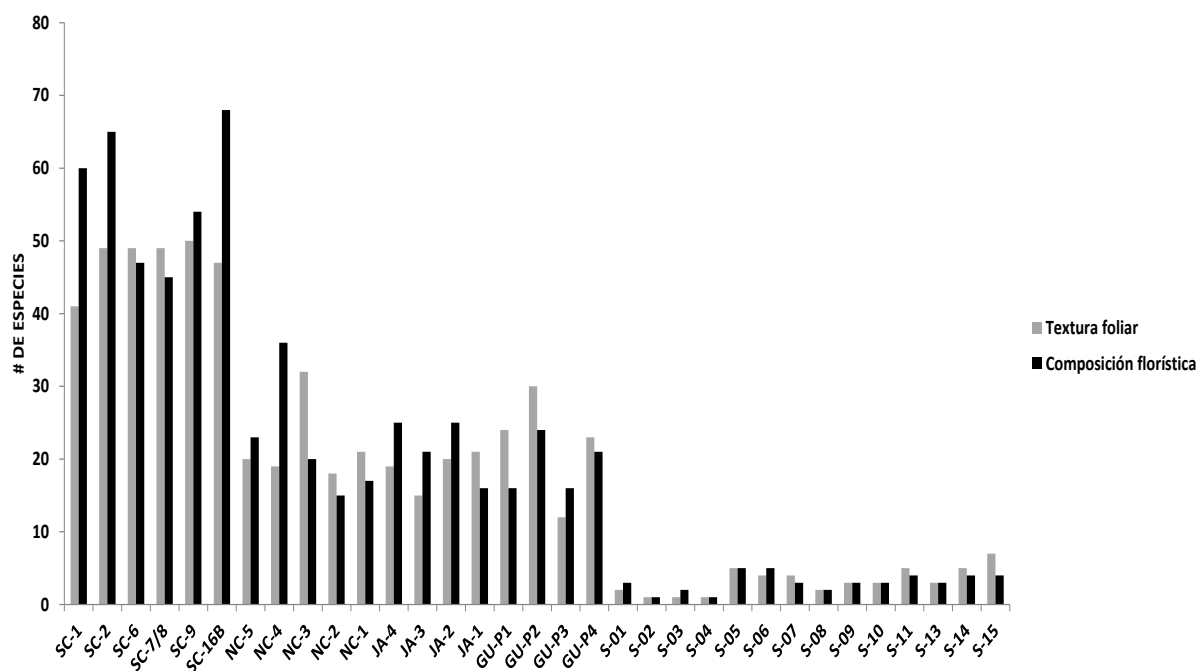


Figura 10. Número de especies utilizadas en la caracterización morfoecológica a nivel foliar y en los inventarios de composición florística.

7.3.1 Bosques de la franja tropical (gradiente de precipitación)

7.3.1.1 Riqueza y composición florística

En la figura 11, se muestra la riqueza de especies por familias en todo el gradiente de precipitación. En el grupo de indeterminados hay especies que no fueron determinadas, debido a la dificultad en la identificación taxonómica (recolección de material sin partes florales y/o plántulas). La familia Rubiaceae con 25 especies fue la de mayor riqueza, seguida de Moraceae, Mimosaceae, Sapotaceae, Arecaceae, Meliaceae y Fabaceae

(Véase Anexo 12). En la figura 12, se muestra la riqueza de especies por géneros en todo el gradiente de precipitación, así como en las familias. El género *Pouteria* con 13 especies fue el de mayor riqueza, seguido de *Inga*, *Guarea*, *Virola*, *Brosimum*, *Ocotea* y *Xylopia* entre otros (Véase Anexo 13).

En la figura 13, se muestra la riqueza de especies por familia para cada levantamiento. En los sitios más húmedos (desde SC-1 hasta SC-16B) la riqueza es mayor si se compara con la de los sitios con menor precipitación. Por otra parte, el fuerte grado de intervención antrópica en los sitios más secos, debido a la entresaca selectiva y probablemente incide en la disminución de la riqueza específica de estos sitios.

Se consideró como representativos para todo el gradiente de precipitación a las familias y géneros presentes en más del 50% de los levantamientos (> a 7 levantamientos). Esta información sirvió para analizar su patrón morfoecológico foliar, con el fin de compararlo con el patrón foliar global, especialmente con las características que tuvieron una correlación significativa con la precipitación.

En la tabla 22 se muestra el número de especies por familias en todos los levantamientos del gradiente de precipitación, se recolectaron 509 individuos los cuales pertenecen a 381 especies y 57 familias (incluyendo el grupo de Pteridophyta y el grupo de indeterminados (79)). El número de especies y familias fue mayor en bosques húmedos en comparación con los bosques secos. En la tabla 23 se encuentra el número de especies por familia y el total de levantamientos. Las familias con mayor representatividad fueron: Moraceae, Lecythidaceae, Rubiaceae, Fabaceae, Mimosaceae, Sapotaceae, Arecaceae y Meliaceae. El grupo de familias que se presentaron en más de tres levantamientos contiene el 84% de la riqueza específica general y el 16% restante las familias que se presentaron en menos de tres levantamientos.

En la figura 14 se muestra la variación de la riqueza relativa ponderada. En la figura 14A se muestra la riqueza relativa para las familias representativas en más del 50% los levantamientos. Moraceae se encuentra presente en todo el gradiente de precipitación, su riqueza relativa es mayor en los sitios húmedos y va disminuyendo hacia los de menor precipitación, sin embargo la riqueza en los bosques secos (JA-2 y JA-1) alcanza valores similares a la de los bosques húmedos. Lecythidaceae por el contrario alcanza la mayor riqueza en los levantamientos intermedios del gradiente de precipitación (SC-16B y NC-1), aunque no se presente en algunos levantamientos se observa una tendencia a aumentar su representatividad en los sitios con menor precipitación. Rubiaceae se encuentra presente a lo largo del gradiente, la mayor riqueza se encuentra en los levantamientos NC-4 y JA-1, su tendencia es similar a la de la familia Lecythidaceae. En estas familias se encuentran numerosas especies arbóreas de gran interés en la explotación maderera, condición que puede influenciar la riqueza encontrada en el presente estudio, ya que en los sitios de menor precipitación se evidenció un fuerte grado de intervención antrópica. Con respecto al grupo de indeterminados, hay un aumento significativo en los sitios más secos, condición que puede estar asociada a rasgos crípticos para su identificación taxonómica o bajo conocimiento de las fases juveniles de la flora de estos sitios.

Tabla 22. Número de especies por familia y número de levantamientos en los cuales se encontraron. En “Otras familias” se agrupan las que solo estuvieron presentes en menos de cuatro levantamientos. “Indet” refiere al grupo de indeterminados. (Véase Anexo 13)

(*) De 381 individuos, solo se identificaron plenamente 303 especies.

FAMILIA	# de levantamientos en donde estuvo presente	# de Especies	% especies del total
MORACEAE	13	18	6.0
LECYTHIDACEAE	10	9	3.0
RUBIACEAE	10	25	8.3
FABACEAE	9	11	3.6
SAPOTACEAE	9	15	5.0
MIMOSACEAE	9	17	5.6
MELIACEAE	8	12	4.0
ARECACEAE	8	13	4.3
BOMBACACEAE	7	6	2.0
APOCYNACEAE	7	7	2.3
EUPHORBIACEAE	7	7	2.3
FLACOURTIACEAE	7	8	2.6
ICACINACEAE	6	2	0.7
ANACARDIACEAE	6	4	1.3
POLYGONACEAE	6	5	1.7
MYRISTICACEAE	6	8	2.6
PTERYDOPHYTA	6	8	2.6
ANNONACEAE	6	9	3.0
CLUSIACEAE	6	9	3.0
STERCULIACEAE	5	3	1.0
BORAGINACEAE	5	4	1.3
VIOLACEAE	5	4	1.3
ARACEAE	5	5	1.7
BIGNONIACEAE	5	5	1.7
LAURACEAE	5	6	2.0
BURSERACEAE	5	7	2.3
MYRTACEAE	5	7	2.3
ULMACEAE	4	2	0.7
ARALIACEAE	4	3	1.0
SAPINDACEAE	4	4	1.3
CAESALPINIACEAE	4	5	1.7
CAPPARACEAE	4	6	2.0
OTRAS FAMILIAS	1 a 3	48	15.9
INDET.	13	79	NA
TOTAL	15 Levantamientos	302 (381)*	100.0

En la figura 14B y 14C se muestra la variación de la riqueza de las familias presentes en más del 50% de los levantamientos y se compara con la riqueza de las familias más representativas (Rubiaceae y Moraceae). Fabaceae y Mimosaceae se presentan a lo largo del gradiente, sin embargo la mayor riqueza de estas dos familias se presenta en el levantamiento NC-5 (semi-seco), también se observa una tendencia de aumento hacia los sitios con menor precipitación. Las familias Arecaceae, Meliaceae y Sapotaceae no se encontraron en los sitios de menor precipitación, se encuentran mejor representadas en los sitios con mayor precipitación, la familia Arecaceae sin embargo alcanza su mayor riqueza en el levantamiento NC-1 (semi-seco). En la figura 14D se muestran las familias presentes en cuatro levantamientos con respecto a las más frecuentes, se observa que la riqueza para algunas familias se concentra en levantamientos puntuales de mayor y menor precipitación, sin embargo Sapindaceae, Capparaceae y Caesalpiniaceae concentran su riqueza en los sitios de menor precipitación. Por el contrario la familia Araliaceae se encuentra mejor representada en los sitios con mayor precipitación (SC-9).

7.3.1.2 Selectividad de las familias en el gradiente de precipitación

En la tabla 24, se muestra la distribución de las familias a lo largo del gradiente. Con el fin de evitar impresiones en los análisis, se incluyeron familias registradas en el análisis florístico pero que no se muestrearon para el análisis foliar. Las familias que comparten ambientes desde húmedos hasta secos fueron Moraceae, Lecythydaceae, Fabaceae y Mimosaceae. A continuación se describe la selectividad de acuerdo a los ambientes donde se encuentran las familias:

- Familias que no se encontraron en todo el gradiente, pero se presentan en ambientes contrastantes (bosques húmedos y secos): Rubiaceae, Euphorbiaceae, Apocynaceae, Piperaceae, Flacourtiaceae, Anacardiaceae, Bombacaceae, Bignoniaceae, Caesalpiniaceae, Ulmaceae, Boraginaceae, Cecropiaceae, Sterculiaceae, Araliaceae, Arecaceae, Burseraceae y Sapindaceae.
- Familias que se encontraron representadas en todo el gradiente excepto en los bosques más secos (desde JA-1 a JA-4): Meliaceae, Burseraceae, Annonaceae, Sapotaceae.
- Familias en bosques húmedos y semi-húmedos: Araceae, Myrtaceae, Myristicaceae, Violaceae, Clusiaceae, Icacinaceae, Melastomataceae, Lauraceae, Cyclanthaceae, Nyctaginaceae, Elaeocarpaceae, Tiliaceae, Rutaceae, Myrsinaceae, Olacaceae, Costaceae.
- Familias en bosques semi-húmedos y secos: Polygonaceae y Capparaceae
- Familia en bosques semi-secos y secos: Combretaceae
- Familias en bosques semi-húmedos y semi-secos: Verbenaceae
- Familias en bosques húmedo pluviales: Caryocaraceae, Magnoliaceae, Heliconiaceae y Cyperaceae.
- Familias en bosques húmedos; Theophrastaceae y Maranthaceae.
- Familias en bosques semi-secos: Asteraceae (cosmopolita) y Zygothylaceae.
- Familias en bosques secos: Urticaceae, Malvaceae, Malphigiaceae y Opilaceae.

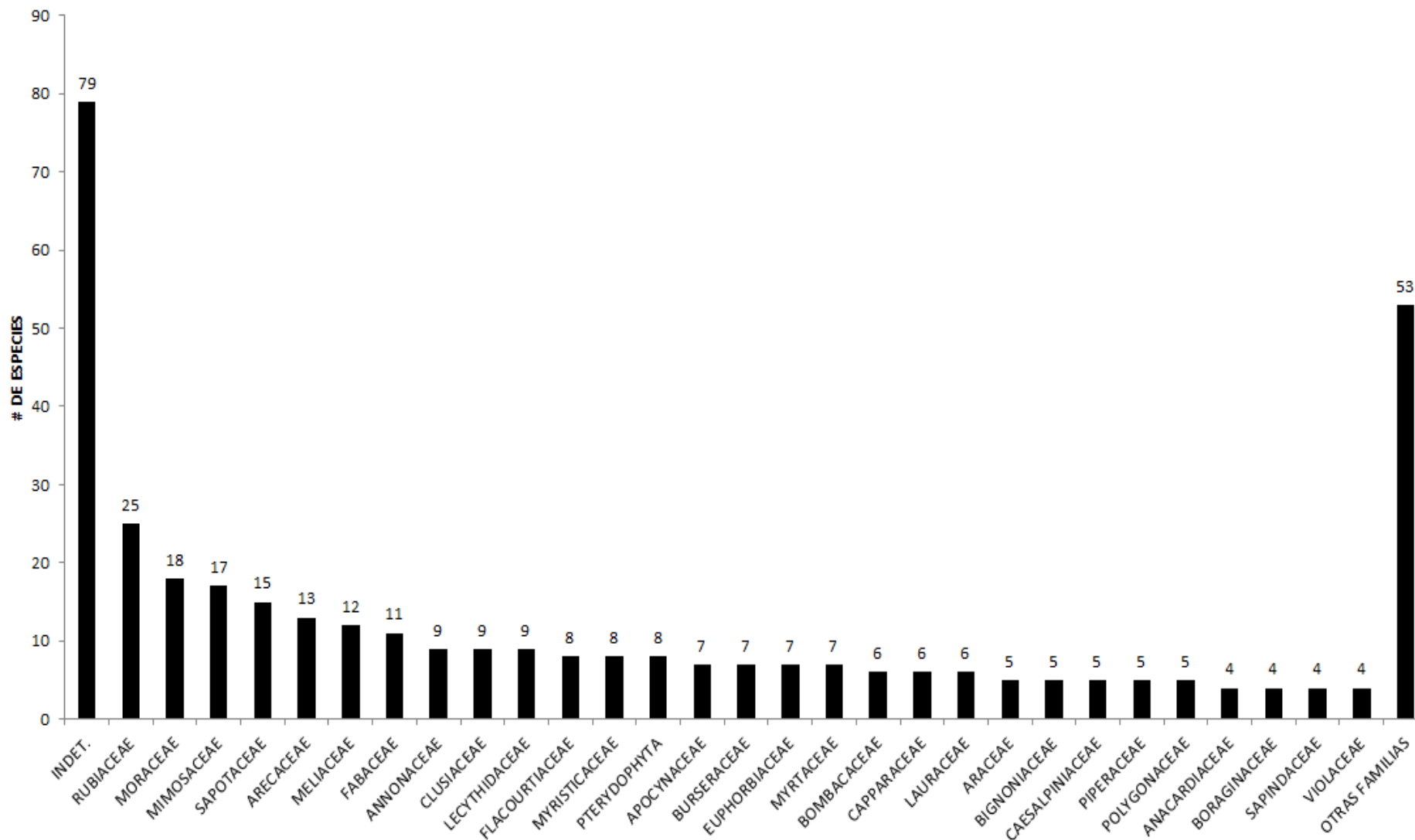


Figura 11. Riqueza de especies por familia, para todo el gradiente de precipitación. En la etiqueta “Indet.” se agrupan todos los individuos que no lograron ser identificados taxonómicamente y la etiqueta “Otras Familias” agrupa aquellas con un número menor a cuatro especies (Anexo 12).

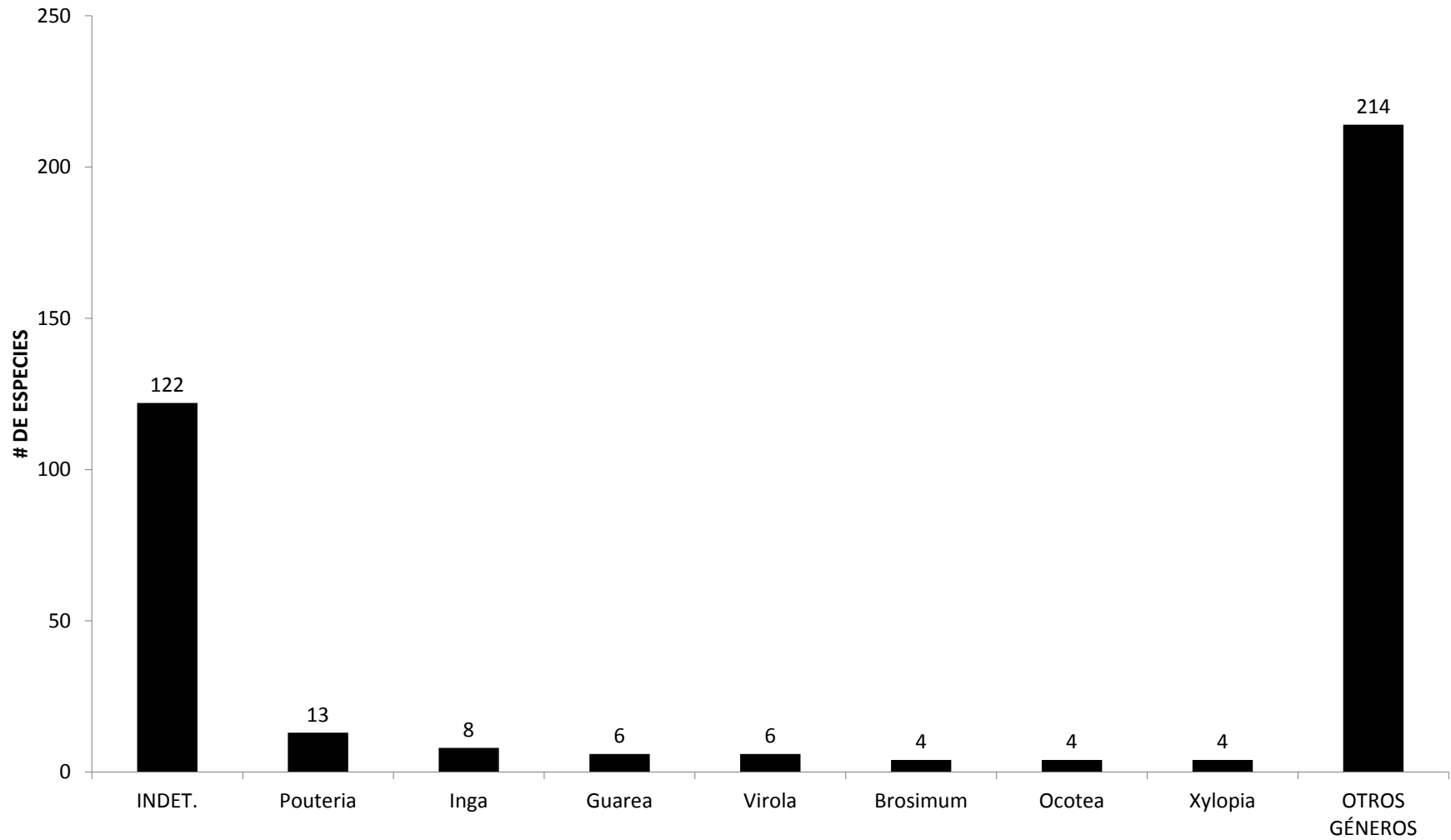


Figura 12. Riqueza de especies por género, para todo el gradiente de precipitación. En la etiqueta “Indet.” se agrupan todos los individuos que no lograron ser identificados taxonómicamente y la etiqueta “Otros Géneros” agrupa aquellos con un número de especies inferior a cuatro (Anexo 13).

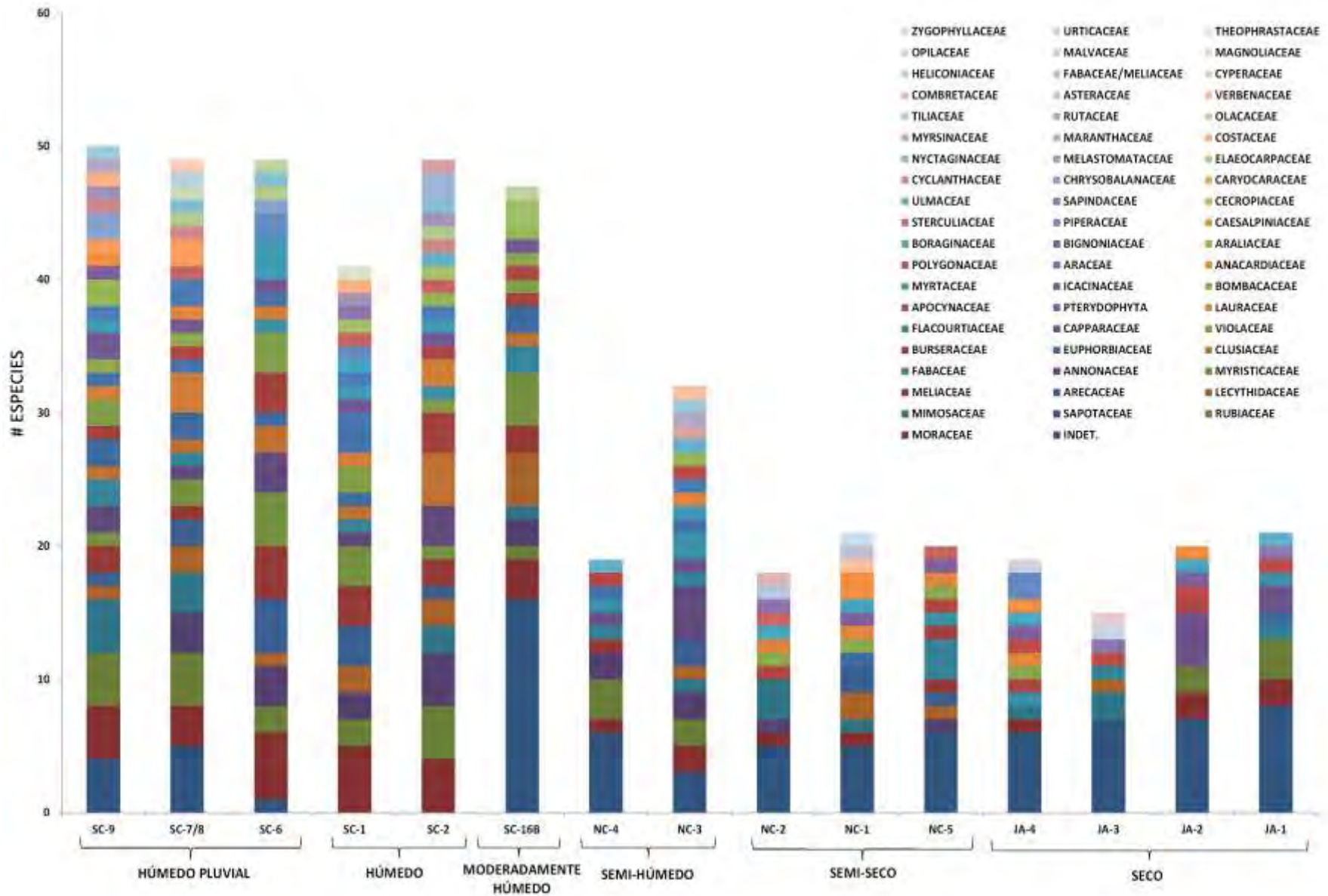


Figura 13. Riqueza de especies por Familia, para cada levantamiento. Los levantamientos se encuentran ordenados de mayor a menor precipitación. La etiqueta "Indet." Agrupa todos los individuos que no lograron ser identificados taxonómicamente.

Tabla 23. Familias presentes en todo el gradiente de precipitación, se incluye el número de especies por familia en cada levantamiento, los cuales están organizados según el monto de precipitación. El número total de familias en el estudio fue de 57.

LOCALIDAD Tipo de Bosque PRECIPITACIÓN (mm)	La Oscurana			Tierradentro		Tulá Tulá	Los Cordobas		Mojitos		Canalete	Juan de Acosta				Total de especies por familia
	Húmedo Pluvial			Húmedo		Mocho húmedo	Semi-húmedo		Semi-seco		Semi-seco	Seco				
	3488			2849		1738	1515		1448		1384	1134				
	SC-8	SC-7/R	SC-8	SC-1	SC-1	SC-100	NC-4	NC-3	NC-2	NC-1	NC-0	JA-4	JA-3	JA-2	JA-1	
ANACARDIACEAE		1						1	1	1	1					4
ANNONACEAE	2	1	3	1	1			4								9
APOCYNACEAE		1		1		1			1		1	1		1		7
ARACEAE	1	2		2	1			1						1		5
ARALIACEAE	2			1		1		1								3
ARFECACEAE	1	2	4	1	3			2	1	1	1					13
ASTERACEAE									1							1
BIGNONIACEAE	1								1	1	1	1		1		5
BOMBACACEAE	1	1				1			1	1	1	1				6
BORAGINACEAE					1				1	1	1	1		1		4
BURSERACEAE	1		3	3		1					1					7
CAESALPINIACEAE	1									1		1		1		5
CAPPARACEAE							1	1		1				1	1	6
CARYOCARACEAE	1	2												1	1	3
CECROPIACEAE				1	1	1										3
CHRYSOBALANACEAE	2		1													3
CLUSIACEAE	1	1	2	4	1	1										8
COMBRETACEAE									1							1
COSTACEAE	1				1											2
EVELANTHACEAE	1	1		1												3
CYPERACEAE		1														1
ELAEOCARPACEAE		1	1	1												3
EUPHORBIACEAE	2	2	1		1	1		1		1					1	7
FABACEAE	2	1			1	1	1	1			1	1	1		1	11
FLACOURTIACEAE			1	1			1	1								3
HELICONIACEAE		1														1
ICACINACEAE	2	1	1	1	1	1										7
INDET.	4	5	1			16	6	1	5	6	6	6	7	3	6	79
LAURACEAE	1	1	1	1	1											6
LECYTHIDACEAE	1	2	1	2	2	4		1	1	1	1		1			9
MAGNOLIACEAE		1														1
MALVACEAE													1			1
MARANTHACEAE				2												2
MELASTOMATACEAE	1			1	1											3
MELIACEAE	2	1	4	2	1	1	1				1					12
MIMOSACEAE	4	3		2		1		1	1	1			1	1		17
MONACEAE	4	2	1	4	1	1	1	1	1	1		1		1	1	18
MYRSINACEAE	1	2	4	1	1	4										8
MYRSINACEAE				1				1								2
MYRTACEAE	1		1	1	1			1								5
NYCTAGINACEAE		1	1	1												3
OLACACEAE			1			1										2
OPILACEAE																1
PIPERACEAE			2		1							1	1			4
POLYGONACEAE								1	1			1	1	1	1	5
PTERYDOPHYTA	1	1	1		1			1	1							5
RUBIACEAE	4	4	2	4	2	1	1	2						1	1	25
RUTACEAE	1							1								2
SAPINDACEAE					1				1						1	4
SAPOTACEAE		1	1	4	1	1	1	1	1		1					12
STERCUBIACEAE		1		1	1				1		1					3
THEOPHRASTACEAE				1												1
TIELIACEAE	1							1								2
UIMACEAE				1			1	1							1	3
URTICACEAE										1		1				2
VERBENACEAE								1		1						2
VIOLACEAE	2		1	1	1	1										6
ZYGOPHYLLACEAE										1						1
Total de familias por levantamiento	30	28	22	28	25	16	10	21	11	12	12	12	7	8	9	57*
Total de especies por levantamiento, para familias presentes en más de tres sitios	42	41	45	86	41	44	19	28	16	18	20	16	13	20	21	416
Total de especies por levantamiento	80	49	49	49	41	47	19	32	18	21	20	19	15	20	21	476
Total de especies en todo el gradiente	50	45	38	38	21	35	17	21	16	17	18	15	14	15	16	381

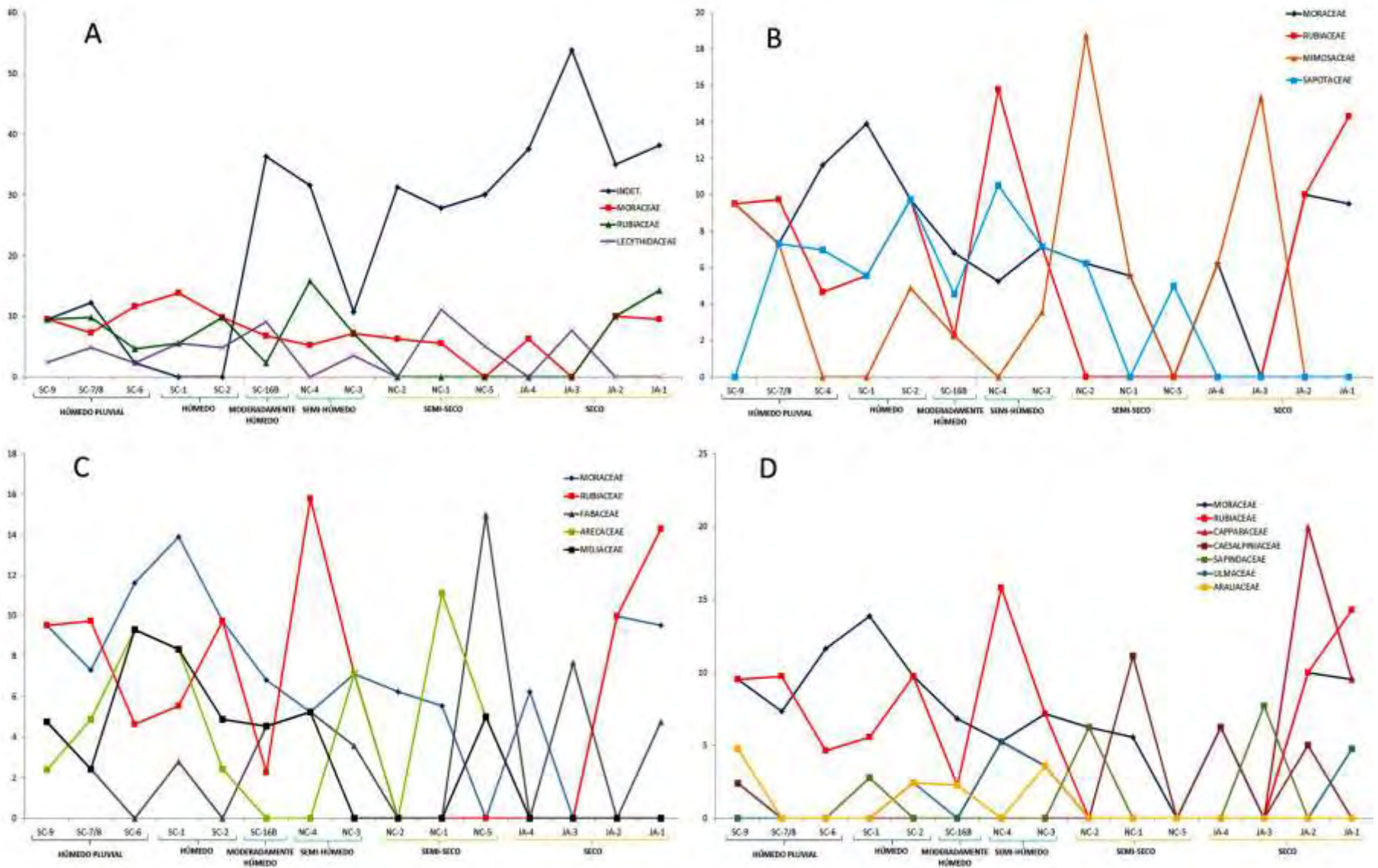


Figura 14. Riqueza relativa ponderada ($\times 10^2$) de especies por levantamiento. A: familias presentes en más de ocho levantamientos. B y C: familias presentes en nueve levantamientos, comparadas con las familias de mayor frecuencia (Rubiaceae y Moraceae). D: familias presentes en el 25% de los levantamientos, comparadas con las familias de mayor frecuencia. Los sitios están organizados de mayor a menor precipitación.

Tabla 24. Distribución de las familias en el gradiente de precipitación, se diferencian familias de amplia distribución y familias restringidas para algunos tipos de bosques en el gradiente. El borde punteado para algunas familias, indica que están representadas (inventario florístico) donde se recolectaron muestras para la caracterización foliar.

Tipo de Bosque	Húmedo Pluvial			Húmedo		Moderadamente Húmedo	Semi-húmedo		Semi-seco			Seco			
LEVANTAMIENTOS	SC-8	SC-7/8	SC-6	SC-2	SC-1	SC-16B	NC-4	NC-3	NC-2	NC-1	NC-5	JA-4	JA-3	JA-2	JA-1
PRECIPITACIÓN (mm)	3488			2849		1738	1513		1448			1384			
LOCALIDAD	La Oscurina			Tierradentro		Tulá Tulá	Los Conchos		Moñitos			Canalete			
FABACEAE															
LECYTHIDACEAE															
MORACEAE															
INDETERMINADOS															
MIMOSACEAE															
RUBIACEAE															
MELIACEAE															
EUPHORBIACEAE															
APOCYNACEAE															
PIPERACEAE															
FLACOURTIACEAE															
BOMBACACEAE															
ANACARDIACEAE															
BIGNONIACEAE															
CAESALPINIACEAE															
SAPOTACEAE															
BURSERACEAE															
STERCULIACEAE															
ARECACEAE															
ARALIACEAE															
CECROPIACEAE															
ULMACEAE															
SAPINDIACEAE															
BORAGINACEAE															
ANNONACEAE															
MYRTACEAE															
PTERYDOPHYTA															
ARACEAE															
MYRISTICACEAE															
MYRSINACEAE															
RUTACEAE															
TILIACEAE															
KACINACEAE															
CLUSIACEAE															
VIOLACEAE															
LAURACEAE															
MELASTOMATACEAE															
CYCLANTHACEAE															
ELAEOCARPACEAE															
NYCTAGINACEAE															
OLACACEAE															
COSTACEAE															
CHRYSOMALANACEAE															
THEOPHRASTACEAE															
MORACEAE															
CARYOCARACEAE															
CYPERACEAE															
HELICONIACEAE															
MAGNOLIACEAE															
POLYGONACEAE															
CAPPARACEAE															
VERBENACEAE															
COMBRETACEAE															
ASTERACEAE															
ZYGOPHYLLACEAE															
URTIACEAE															
MALVACEAE															
OPILACEAE															
MALPHIGIACEAE															

7.3.1.3 Riqueza de familias según la estratificación de la vegetación

En el anexo 14, se encuentra la información sobre el número de especies por familia para cada levantamiento, según la estratificación de la vegetación (estrato arbóreo, sub-arbóreo, arbustivo, herbáceo y rasante). La identificación taxonómica de los individuos en los estratos herbáceo y rasante, en la mayoría de casos no se realizó por ausencia de rasgos para su determinación. En la tabla 25 se muestra la riqueza específica a nivel de familia según el estrato, la mayor riqueza específica se presentó en el estrato sub-arbóreo, seguido del arbustivo y herbáceo. Se observa que la familia Mimosaceae fue la única que se muestreo en todos los estratos. Los estratos con mayor número de familias y riqueza específica fueron en su orden el sub-arbóreo, arbustivo y herbáceo; el estrato rasante por el contrario no se presentó en todos los levantamientos, por esta razón es el de más baja riqueza específica. En la tabla 26 se muestran las familias organizadas por estrato para todos los levantamientos, los cuales se organizan de mayor a menor precipitación. El estrato arbóreo y sub-arbóreo se presentó en la mayoría de los levantamientos; en los bosques secos aunque pobremente representados, no se incluyeron muestras en el análisis biotipológico foliar para algunas familias incluidas en el análisis florístico como Anacardiaceae, Araliaceae, Arecaceae, Capparaceae, Lecythidaceae, Mimosaceae entre otras. La riqueza para cada estrato muestra las siguientes particularidades.

ESTRATO ARBÓREO (Ai)

Se encontró representación del 50% de las familias presentes en todo el estudio y el 15% de la riqueza específica (57 especies y 28 familias). Las familias con mayor riqueza fueron Mimosaceae, Lecythidaceae, Myristicaceae, Meliaceae, Euphorbiaceae, Moraceae y Myrtaceae con más de dos especies. En el bosque húmedo pluvial y moderadamente húmedo se presentó la mayor riqueza a nivel de familia, mientras que la mayor riqueza específica se presentó en el bosque húmedo pluvial y en el húmedo.

ESTRATO SUB-ARBÓREO (Ar)

En este estrato se encontró representado el 64% de las familias presentes en todo el estudio y el 44% de la riqueza específica (168 especies y 37 familias). Las familias con mayor riqueza fueron Moraceae, Sapotaceae, Rubiaceae, Fabaceae y Meliaceae con más de siete especies cada una. Los sitios de mayor precipitación fueron los de mayor riqueza a nivel de familia. La mayor riqueza específica se presentó en el levantamiento en el bosque húmedo con 28 especies, seguido de los levantamientos del bosque húmedo pluvial.

ESTRATO ARBUSTIVO (Arb)

En este estrato se presentó el 73% de las familias presentes en todo el estudio y el 32% de la riqueza específica (123 especies y 42 familias). Las familias con mayor riqueza fueron Rubiaceae, Moraceae y Arecaceae con más de siete especies. En el bosque húmedo y en el bosque seco se presentó la mayor riqueza a nivel de familia. La mayor riqueza específica se presentó en un levantamiento del bosque seco con 12 especies. En particular, este estrato fue el mejor representado para el análisis biotipológico foliar, además reúne la mayoría de familias y especies presentes en el análisis florístico.

ESTRATO HERBÁCEO (H) Y RASANTE (R)

En estos dos estratos se concentraron la mayoría de individuos indeterminados a nivel de familia y género. En el estrato herbáceo se presentó el 38% de las familias presentes en todo el estudio y el 27% de la riqueza específica (104 especies y 22 familias). Las familias con mayor riqueza fueron Araceae, Araceae y el grupo Pterydophita con más de cuatro especies. El bosque húmedo pluvial fue el de mayor riqueza a nivel de familia. La mayor riqueza específica se presentó en un levantamiento del bosque húmedo pluvial con 18 especies, seguido del bosque seco. La riqueza más baja, se presentó en el estrato rasante con el 10% de las familias presentes en todo el estudio y el 5% de la riqueza específica (19 especies y 6 familias). Las familias más importantes fueron Araceae, Mimosaceae, Costaceae, Asteraceae y el grupo Pterydophita. Los levantamientos NC-2 y SC-9 fueron los de mayor riqueza a nivel de familia. La mayor riqueza específica se presentó en el bosque moderadamente húmedo con 5 especies que no fueron identificadas taxonómicamente.

Tabla 25. Riqueza específica de las familias según los estratos: estrato arbóreo (Ai), sub-arbóreo (Ar), arbustivo (Arb), herbáceo (H) y rasante (R). Se compara con la riqueza general de especies para cada familia.

	ESTRATO					Total especies por familia
	Ai	Ar	Arb	H	R	
MIMOSACEAE	1	1	7	0	0	11
BURSERACEAE	2	10	15	0	0	25
FABACEAE	3	10	3	3	0	11
LECOTYDACEAE	1	0	1	1	0	3
FLACOURTIACEAE	1	1	0	1	0	3
APOCYNACEAE	1	1	1	1	0	5
EUPHORBIACEAE	1	1	1	1	0	5
MORSACEAE	1	21	10	1	0	18
SAPOTACEAE	1	15	4	0	0	15
ARACEAE	1	3	9	0	0	13
URTIACEAE	1	0	1	0	0	2
ANNONACEAE	1	7	0	0	0	8
CLUSIACEAE	1	0	0	0	0	1
MYRSINACEAE	1	1	1	0	0	3
BURSERACEAE	1	0	0	0	0	1
MYRTACEAE	1	1	0	0	0	2
BOMBACACEAE	1	1	1	0	0	3
LAURACEAE	1	0	1	0	0	2
BIGNONIACEAE	1	0	0	1	0	2
CASALPINIACEAE	1	0	0	0	0	1
POLYGONACEAE	1	1	1	0	0	3
ANACARDIACEAE	1	0	0	0	0	1
BORAGNACEAE	1	0	0	0	0	1
SAPINDACEAE	1	0	0	1	0	2
CECROPIACEAE	1	0	1	0	0	2
STERCULIACEAE	1	0	1	0	0	2
NOGONIACEAE	1	0	0	0	0	1
TILIACEAE	1	0	0	0	0	1
ULMACEAE	1	0	0	1	0	2
PTERYDOPHYTA	0	0	0	7	0	7
CAPPARIDACEAE	0	0	1	1	0	2
ARACEAE	0	0	0	0	1	1
PIPERACEAE	0	0	0	0	0	0
VIOLACEAE	0	1	0	0	0	1
ARALIACEAE	0	1	0	0	0	1
CARYOPHYLLACEAE	0	1	0	0	0	1
MELASTOMACEAE	0	1	0	0	0	1
COSTACEAE	0	0	0	1	0	1
ELAEOCARPACEAE	0	0	1	0	0	1
MYRSINACEAE	0	1	0	0	0	1
NETTASTACEAE	0	1	0	0	0	1
CHRYSOMELACEAE	0	0	0	0	0	0
CYCLANTACEAE	0	0	0	0	0	0
MARANTACEAE	0	0	0	0	0	0
DIACEAE	0	0	0	0	0	0
RUTACEAE	0	0	0	0	0	0
VERBENACEAE	0	0	0	0	0	0
ASTERACEAE	0	0	0	0	0	0
COMBRETACEAE	0	0	0	0	0	0
CYPERACEAE	0	0	0	0	0	0
HELICONIACEAE	0	0	0	0	0	0
MAGNOLIACEAE	0	0	0	0	0	0
MALVACEAE	0	0	0	0	0	0
OPLISACEAE	0	0	0	0	0	0
THEOPHRASTACEAE	0	0	0	0	0	0
URTICACEAE	0	0	0	0	0	0
ZYGOPHYLLACEAE	0	0	0	0	0	0
INDET.	1	7	3	50	11	60
Número de familias por estrato	28	37	42	22	6	37
Total de especies por estrato	57	168	123	104	19	301

Tabla 26. Representación de las familias totales por estrato según el gradiente de precipitación.

LEVANTAMIENTOS	(SC-6, SC-7/B, SC-9)	(SC-1, SC-2)	SC-3B	(NC-3, NC-4)	(NC-1, NC-2, NC-5)	(JA-1, JA-2, JA-3, JA-4)									
PRECIPITACIÓN (mm)	3488	2949	1798	1513	1448-1384	1134									
LOCALIDAD	La Ocumana	Tiendentro	Tula Tula	Los Cordobes	Moñitos y Canalete	Juan de Acosta									
Tipo de Bosque	Húmedo Pluvial	Húmedo	Modera. Húmedo	Semi-húmedo	Semi-seco	Seco									
ESTRATOS															
ARBÓREO (A)	BURSERACEAE CLUSIACEAE EUPHORBIACEAE FABACEAE	ICACINACEAE LAURACEAE MELIACEAE MIMOSACEAE	MORACEAE MYRISTICACEAE MYRTACEAE RUBIACEAE	CECROPIACEAE CLUSIACEAE FLACOURTIACEAE ICACINACEAE LAURACEAE LECYTHIDACEAE MELIACEAE	MIMOSACEAE MYRISTICACEAE MYRSINACEAE SAPINDACEAE SAPOTACEAE STERCULIACEAE	APOCYNACEAE BOMBACACEAE INDET. LECYTHIDACEAE MORACEAE	ANNONACEAE FLACOURTIACEAE POLYGONACEAE	TELIACEAE VERBENACEAE	ANACARDIACEAE BOMBACACEAE BORAGINACEAE COMBRETACEAE	FABACEAE LECYTHIDACEAE MIMOSACEAE MORACEAE VERBENACEAE	MELIACEAE STERCULIACEAE	ANACARDIACEAE COMBRETACEAE ARALIACEAE EUPHORBIACEAE BOMBACACEAE FABACEAE BURSERACEAE LECYTHIDACEAE CAPPARACEAE MORACEAE POLYGONACEAE			
SUB-ARBÓREO (A)	ANNONACEAE APOCYNACEAE ARALIACEAE ARECACEAE BOMBACACEAE BURSERACEAE CAESALPINIACEAE CARYOCARACEAE CHRYSOBALANACEAE CLUSIACEAE ELAEODIACEAE	EUPHORBIACEAE FABACEAE FLACOURTIACEAE ICACINACEAE INDET. LAURACEAE LAURACEAE LECYTHIDACEAE MELASTOMATACEAE MELIACEAE MIMOSACEAE	MORACEAE MYRISTICACEAE MYRTACEAE NYCTAGINACEAE ORACACEAE RUBIACEAE RUBIACEAE RUTACEAE SAPOTACEAE STERCULIACEAE VIOLACEAE	ANNONACEAE APOCYNACEAE BORAGINACEAE BURSERACEAE CLUSIACEAE ORACACEAE FABACEAE ICACINACEAE LAURACEAE VIOLACEAE	LECYTHIDACEAE MELIACEAE MORACEAE MYRISTICACEAE NYCTAGINACEAE RUBIACEAE SAPOTACEAE STERCULIACEAE VIOLACEAE	ARALIACEAE BURSERACEAE CECROPIACEAE CLUSIACEAE EUPHORBIACEAE FABACEAE ICACINACEAE INDET. LECYTHIDACEAE MELIACEAE MIMOSACEAE MORACEAE MYRISTICACEAE ORACACEAE RUBIACEAE SAPOTACEAE VIOLACEAE	ANNONACEAE ARALIACEAE FABACEAE FLACOURTIACEAE LECYTHIDACEAE MELIACEAE MIMOSACEAE	MORACEAE POLYGONACEAE RUBIACEAE RUTACEAE SAPOTACEAE TELIACEAE ULMACEAE	ANACARDIACEAE APOCYNACEAE BIGONIACEAE BOMBACACEAE BORAGINACEAE	BURSERACEAE EUPHORBIACEAE FABACEAE FLACOURTIACEAE STERCULIACEAE	INDET. SAPOTACEAE	FABACEAE INDET. MORACEAE	ANACARDIACEAE COMBRETACEAE APOCYNACEAE EUPHORBIACEAE ARECACEAE LECYTHIDACEAE ARALIACEAE MIMOSACEAE BORAGINACEAE OPLIACEAE BURSERACEAE POLYGONACEAE CAESALPINIACEAE RUBIACEAE CAPPARACEAE STERCULIACEAE CECROPIACEAE SAPINDACEAE		
ARBUSTIVO (Arb)	ANACARDIACEAE ANNONACEAE ARECACEAE CLUSIACEAE EUPHORBIACEAE	ICACINACEAE INDET. MELIACEAE MIMOSACEAE MORACEAE	MYRISTICACEAE NYCTAGINACEAE RUBIACEAE RUBIACEAE SAPOTACEAE TELIACEAE	ANNONACEAE ARALIACEAE ARECACEAE BURSERACEAE CECROPIACEAE CLUSIACEAE ELAEODIACEAE EUPHORBIACEAE ICACINACEAE LAURACEAE LECYTHIDACEAE MELASTOMATACEAE	MELIACEAE MIMOSACEAE MORACEAE MYRISTICACEAE MYRTACEAE PIPERACEAE RUBIACEAE SAPOTACEAE STERCULIACEAE THEOPHRASTACEAE ULMACEAE VIOLACEAE	LECYTHIDACEAE	ANACARDIACEAE ANNONACEAE ARECACEAE CAPPARACEAE FLACOURTIACEAE MORACEAE	MYRSINACEAE MYRTACEAE RUBIACEAE RUBIACEAE SAPOTACEAE ULMACEAE	ARECACEAE BIGONIACEAE CAESALPINIACEAE	FABACEAE MIMOSACEAE	MORACEAE ZYGOPHYLLACEAE	ANACARDIACEAE CAESALPINIACEAE MALVACEAE POLYGONACEAE APOCYNACEAE CAPPARACEAE MIMOSACEAE RUBIACEAE BIGONIACEAE FABACEAE MORACEAE SAPINDACEAE BOMBACACEAE FLACOURTIACEAE OPLIACEAE URTICACEAE BORAGINACEAE LECYTHIDACEAE PIPERACEAE CECROPIACEAE RUBIACEAE EUPHORBIACEAE ARALIACEAE MALVACEAE COMBRETACEAE MELIACEAE			
HERBÁCEO (H)	ARACEAE ARECACEAE BIGONIACEAE CARYOCARACEAE CYCLANTHACEAE	CYPERACEAE FABACEAE HELIODIACEAE INDET. LECYTHIDACEAE	MAGNOLIACEAE MIMOSACEAE PIPERACEAE PTERYDOPHYTA RUBIACEAE	ARACEAE COSTACEAE CYCLANTHACEAE	MARANTHACEAE PTERYDOPHYTA	INDET.	ARECACEAE INDET.	PTERYDOPHYTA	ARECACEAE INDET. SAPINDACEAE	INDET. SAPINDACEAE	LECYTHIDACEAE	APOCYNACEAE CAPPARACEAE	EUPHORBIACEAE FABACEAE	FLACOURTIACEAE INDET.	PIPERACEAE ULMACEAE
BASANTE (B)	COSTACEAE	INDET.	PTERYDOPHYTA				ARACEAE	INDET.	ASTERACEAE CAESALPINIACEAE	INDET.	MIMOSACEAE				

7.3.1.4 Selectividad de las familias según la estratificación

De la misma manera que existe una segregación de las familias según el ambiente, también hay una distribución particular de acuerdo con la estratificación de la vegetación, que indica que representantes de algunas familias crecen rápidamente para ocupar los estratos más altos y permitir que otras aparezcan en los estratos bajos. En la figura 15 se encuentran organizadas las familias de acuerdo con el estrato donde estuvieron representadas. La familia Verbenaceae se encontró representada únicamente en el estrato arbóreo; las familias Olacaceae, Rutaceae y Chrysobalanaceae en el estrato sub-arbóreo; las familias Malvaceae, Malphigiaceae, Theophrastaceae, Urticaceae, Zygophyllaceae y Myrsinaceae en el estrato arbustivo. En el estrato herbáceo Cyperaceae, Heliconiaceae, Magnoliaceae, Maranthaceae, Cyclanthaceae y Caryocaraceae y en el estrato rasante la familia Asteraceae.

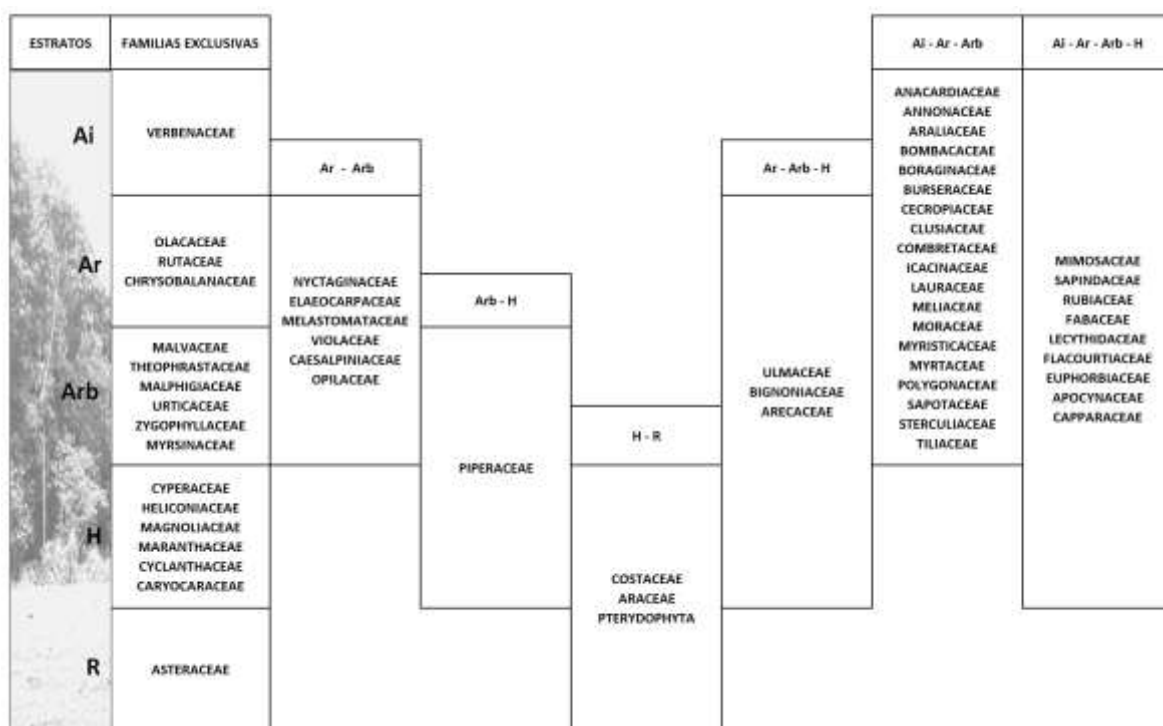


Figura 15. Distribución de las familias según el estrato donde se presentaron. Estrato arbóreo (Ai), sub-arbóreo (Ar), arbustivo (Arb), herbáceo (H) y rasante (R).

Las familias que se estuvieron representadas en la mayoría de los estratos fueron Mimosaceae, Sapindaceae, Rubiaceae, Fabaceae, Lecythidaceae, Flacourtiaceae, Euphorbiaceae, Capparaceae y Apocynaceae. En el estrato sub-arbóreo, arbustivo y herbáceo se presentaron las familias Ulmaceae, Bignoniaceae y Arecaceae. En el estrato arbóreo, sub-arbóreo y arbustivo estuvieron representadas la mayoría de familias entre otras como: Anacardiaceae, Boraginaceae, Sterculiaceae.

7.3.2 Análisis de las características morfoecológicas a nivel foliar de las familias más representativas

El patrón general a lo largo del gradiente de precipitación muestra el predominio de hojas simples, grandes (mesófilas y macrófilas), alargadas, de borde entero, ápice puntiforme, con base aguda u obtusa, consistencia membranosa y subcoriácea, sin protección, nerviación penninervia y tipo de grosor B (0.16-0.35). Las variaciones en las características foliares a nivel de familias es notable, sin embargo se observan rasgos constantes en el gradiente de precipitación y en la estratificación de la vegetación, en aspectos como el tipo de hoja y la nerviación.







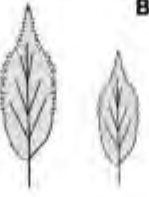












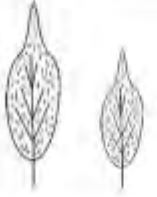
En el anexo 15 se muestra las características foliares para cada familia en todos los levantamientos. Con el fin de darle fluidez a la discusión, se agruparon algunas características foliares; para el tamaño foliar se utilizaron tres categorías: grande (macrófilas, mesófilas), mediano (notófilas) y pequeño (micrófilas y nanófilas); para el borde dos categorías: entero e Irregular (ondeado y serrulado); para la base foliar cinco categorías: anguladas (acuminadas y agudas), obtusas, redondas, cordadas y sentadas; para la protección dos categorías: glabras y tomentosas. Familias y géneros con representantes a lo largo del gradiente de precipitación sirvieron para realizar el análisis del patrón biotipológico foliar.

- **MORACEAE:** Familia que mostró representación en el gradiente de precipitación, con un total de 18 especies. En la tabla 27, se observan las variaciones de las características foliares en el gradiente de precipitación y en los estratos. Las características foliares como el tipo de hoja, forma, ápice, tipo de grosor y nerviación coinciden con el patrón global. En las características restantes se presentaron variaciones según el tipo de bosque y la estratificación de la vegetación.


En el tamaño, predominaron las hojas grandes desde los bosques húmedos pluviales hasta semi-húmedos, mientras que en los bosques semi-secos y secos predomina el tamaño mediano y pequeño; se detecta una tendencia en la reducción de tamaño hacia los sitios de menor precipitación. Se encontró una gran variedad de bases (anguladas, obtusas, redondas y cordadas) y la protección foliar se presentó únicamente en los sitios con menor precipitación. El borde irregular solo se presentó en bosques húmedos pluviales y semi-secos. La consistencia foliar que predomina es la subcoriácea seguida de la coriácea, entre tanto la consistencia membranosa predominó en los bosques secos. En el grosor se observa una mayor expresión de las categorías C (0.36-0.45 mm), D (0.46-0.55 mm) y E (0.56-0.65 mm) en los sitios de mayor precipitación.

Con respecto a la estratificación, en los representantes de Moraceae se observó en el estrato arbóreo y sub-arbóreo una reducción del tamaño foliar hacia los sitios de menor precipitación. Las hojas grandes predominaron en el estrato arbustivo a lo largo del gradiente. La protección foliar sigue la tendencia general, aumenta la participación en los sitios de menor precipitación, excepto en el estrato sub-arbóreo del bosque semi-seco. La consistencia foliar en los estratos sub-arbóreo y arbustivo en los bosques de mayor precipitación fue la de tipo coriácea.








Tabla 27. Patrón biotipológico foliar de la familia Moraceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global.

LEVANTAMIENTOS	(SC-6, SC-7/8, SC-9)	(SC-1, SC-2)	SC-16B	(NC-3, NC-4)	(NC-1, NC-2, NC-5)	(JA-1, JA-2, JA-3, JA-4)
PRECIPITACIÓN (mm)	3488	2849	1738	1513	1448-1384	1134
LOCALIDAD	La Oscurana	Tierradentro	Tuis Tuis	Los Cordobas	Moñitos y Canalete	Juan de Acosta
Tipo de Bosque	Húmedo Pluvial	Húmedo	Moder. Húmedo	Semi-húmedo	Semi-seco	Seco
PATRON BIOTIPOLOGICO FOLIAR PARA LA FAMILIA	 B	 A-B-C-D-E	 B	 B	 A	 A-B
ESTRATOS						
ARBÓREO (Ai)	 B-C		 A		 A	
SUB-ARBÓREO (Ar)	 B	 B	 B	 A-B	 A	 B
ARBUSTIVO (Arb)	 C	 B-C-D	 B	 B		 A





PATRON BIOTIPOLOGICO FOLIAR GLOBAL



CONVENCIONES

	Coriáceas		Grande
	Suberíceas		Medio
	Membranosa		Pequeño
	Tomentoso		












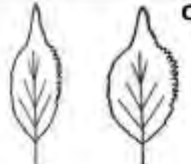




BASES

	Angulada
	Obtus
	Redonde
	Cordate








CATEGORIAS DE GROSOR

A	0.005 - 0.15 mm
B	0.16 - 0.35 mm
C	0.36 - 0.45 mm
D	0.46 - 0.55 mm
E	0.56 - 0.65 mm
F	> 0.66 mm





Tabla 28. Patrón biotipológico foliar de la familia Rubiaceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global.

LEVANTAMIENTOS	(SC-6, SC-7/8, SC-9)	(SC-1, SC-2)	SC-16B	(NC-3, NC-4)	(NC-1, NC-2, NC-5)	(JA-1, JA-2, JA-3, JA-4)	PATRON BIOTIPOLOGICO FOLIAR GLOBAL  B
PRECIPITACION (mm)	3488	2849	1738	1513	1448-1384	1134	
LOCALIDAD	La Oscurana	Tierradentro	Tuis Tuis	Los Cordobas	Moñitos y Canalete	Juan de Acosta	
Tipo de Bosque	Húmedo Pluvial	Húmedo	Moder. Húmedo	Semi-húmedo	Semi-seco	Seco	
PATRON BIOTIPOLOGICO FOLIAR PARA LA FAMILIA	 B	 A-F	 B	 A		 A	
ESTRATOS							
ARBÓREO (Al)	 B						
SUB-ARBÓREO (Ar)	 B	 A-F	 B	 A			
ARBUSTIVO (Arb)	 C	 C		 A-B		 A	
HERBACEO (H) Y RASANTE (R)	 A-E						

CONVENCIONES

	Cortícea		Grande
	Subcortícea		Mediana
	Membranácea		Pequeña
	Tomentosa		







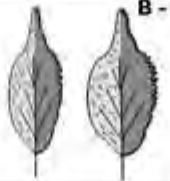










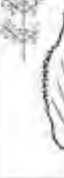

BASES

	Angular
	Obtusa
	Redonda
	Cordada


CATEGORIAS DE GROSOR

A	0.005 - 0.15 mm
B	0.16 - 0.35 mm
C	0.36 - 0.45 mm
D	0.46 - 0.55 mm
E	0.56 - 0.65 mm
F	> 0.66 mm









Tabla 29. Patrón biotipológico foliar de la familia Lecythidaceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global.

LEVANTAMIENTOS	{SC-6 , SC-7/8 , SC-9}	{SC-1 , SC-2}	SC-16B	{NC-3 , NC-4}	{NC-1 , NC-2 , NC-5}	{JA-1 , JA-2 , JA-3 , JA-4}
PRECIPITACIÓN (mm)	3488	2849	1738	1513	1448 -1384	1134
LOCALIDAD	La Oscurana	Tierradentro	Tuis Tuis	Los Cordobas	Moñitos y Canalete	Juan de Acosta
Tipo de Bosque	Húmedo Pluvial	Húmedo	Moderada. Húmedo	Semi-húmedo	Semi-seco	Seco
PATRON BIOTIPOLOGICO FOLIAR PARA LA FAMILIA	 A	 C	 B	 B	 B	 B
ESTRATOS						
ARBÓREO (Ai)		 B - C	 B		 C	
SUB-ARBÓREO (Ar)	 A - B - D	 C	 B	 B	 B	
ARBUSTIVO (Arb)		 C - D	 B			 B
HERBACEO (H) Y RASANTE (R)	 A				 B	





PATRON BIOTIPOLOGICO FOLIAR GLOBAL

 **B**

CONVENCIONES

-  Coriacea  Grande
-  Subcoriacea  Mediana
-  Membranacea  Menor
-  Tomarosa  Piquete

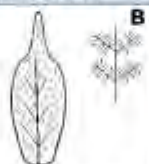

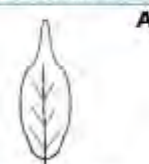

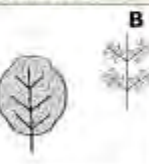


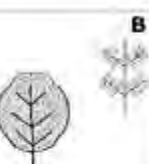

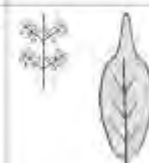
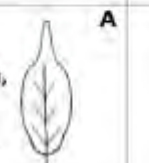
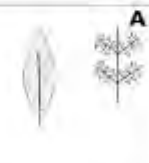
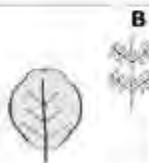
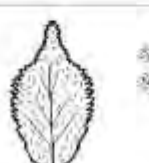
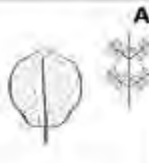


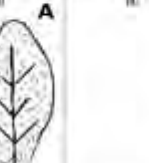
BASES

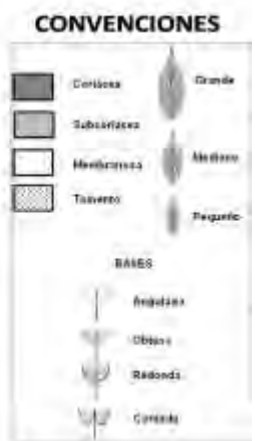
-  Aguda
-  Obtusa
-  Recurva
-  Cordata

CATEGORIAS DE GROSOR

- A** 0.005 - 0.15 mm
- B** 0.16 - 0.35 mm
- C** 0.36 - 0.45 mm
- D** 0.46 - 0.55 mm
- E** 0.56 - 0.65 mm
- F** > 0.66 mm

Tabla 30. Patrón biotipológico foliar de la familia Fabaceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global.





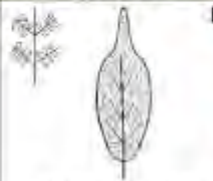

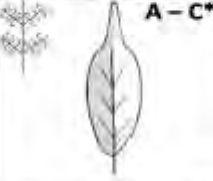





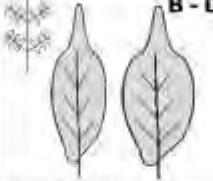



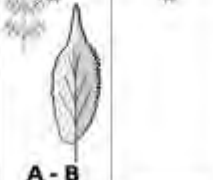
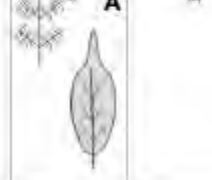
LEVANTAMIENTOS	(SC-6, SC-7/8, SC-9)	(SC-1, SC-2)	SC-16B	(NC-3, NC-4)	(NC-1, NC-2, NC-5)	(JA-1, JA-2, JA-3, JA-4)
PRECIPITACIÓN (mm)	3488	2849	1738	1513	1448 -1384	1134
LOCALIDAD	La Oscurana	Tierradentro	Tuis Tuis	Los Cordobas	Moñitos y Canalete	Juan de Acosta
Tipo de Bosque	Húmedo Pluvial	Húmedo	Madera. Húmedo	Semi-húmedo	Semi-seco	Seco
PATRÓN BIOTIPOLOGICO FOLIAR PARA LA FAMILIA	 B Foliolo pequeño, hoja grande	 B Foliolo mediano, hoja grande	 A Base: Angulada, obtusa y redonda.	 A Foliolo pequeño, hoja grande	 B Foliolo pequeño, hoja grande	 A
ESTRATOS						
ARBÓREO (Ar)	 B				 B	
SUB-ARBÓREO (Ar)	 B	 B	 A Base: Angulada, obtusa y redonda.	 A	 B	 A
ARBUSTIVO (Arb)					 A	 A Foliolo pequeño, hoja grande
HERBACEO (H) Y RASANTE (R)	 A					 A

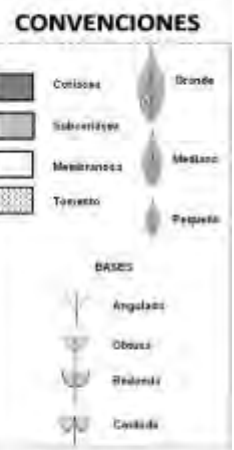


CATEGORIAS DE GROSOR

A	0.005 - 0.15 mm
B	0.16 - 0.35 mm
C	0.36 - 0.45 mm
D	0.46 - 0.55 mm
E	0.56 - 0.65 mm
F	> 0.66 mm

Tabla 31. Patrón biotipológico foliar de la familia Mimosaceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global. (*) Indica el tipo de base foliar sentada.















LEVANTAMIENTOS	(SC-6, SC-7/8, SC-9)	(SC-1, SC-2)	SC-16B	(NC-3, NC-4)	(NC-1, NC-2, NC-5)	(JA-1, JA-2, JA-3, JA-4)
PRECIPITACIÓN (mm)	3488	2849	1738	1513	1448-1384	1134
LOCALIDAD	La Oscurana	Tierradentro	Tuis Tuis	Los Cordobas	Moñitos y Canalete	Juan de Acosta
Tipo de Bosque	Húmedo Pluvial	Húmedo	Modera Húmedo	Semi-húmedo	Semi-seco	Seco
PATRÓN BIOTIPOLOGICO FOLIAR PARA LA FAMILIA	 A Foliolos de todos los tamaños, hoja grande	 A - C Foliolos medianos y grandes, hoja grande	 A Foliolo pequeño, hoja grande	 A Foliolo pequeño, hoja grande	 B Foliolo pequeño, hoja grande	 A Base: Sentada, Obtusa y Redonda Foliolo pequeño, hoja grande
ESTRATOS						
ARBÓREO (Ar)	 A - C*	 A			 B	
SUB-ARBÓREO (Ar)	 A		 A			
ARBUSTIVO (Arb)	 B - D	 C			 B	 A Base: Sentada, Obtusa y Redonda
HERBACEO (H) Y RASANTE (R)	 A - B				 A	




CATEGORIAS DE GROSOR

A	0.005 - 0.15 mm
B	0.16 - 0.35 mm
C	0.36 - 0.45 mm
D	0.46 - 0.55 mm
E	0.56 - 0.65 mm
F	> 0.66 mm








Tabla 32. Patrón biotipológico foliar de la familia Sapotaceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global.

LEVANTAMIENTOS	(SC-6, SC-7/8, SC-9)	(SC-1, SC-2)	SC-16B	(NC-3, NC-4)	(NC-1, NC-2, NC-5)	(JA-1, JA-2, JA-3, JA-4)
PRECIPITACIÓN (mm)	3488	2849	1738	1513	1448 -1384	1134
LOCALIDAD	La Oscurana	Tierradentro	Tuls Tuls	Los Cordobas	Moñitos y Canaleta	Juan de Acosta
Tipo de Bosque	Húmedo Pluvial	Húmedo	Moderada. Húmedo	Semi-húmedo	Semi-seco	Seco
PATRÓN BIOTIPOLOGICO FOLIAR PARA LA FAMILIA	 B	 B	 B Todas las bases	 B	 B - C	
ESTRATOS						
ARBÓREO (Aj)						
SUB-ARBÓREO (Ar)	 B	 B	 B	 B	 B - C	
ARBUSTIVO (Arb)	 B	 B  C - E		 B		
HERBACEO (H) Y RASANTE (R)						





PATRÓN BIOTIPOLOGICO FOLIAR GLOBAL

 **B**

CONVENCIONES

 Coriacea	 Grande
 Subcoriacea	 Mediana
 Membranosa	 Pequeña
 Tomesto	


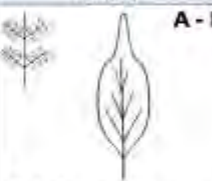
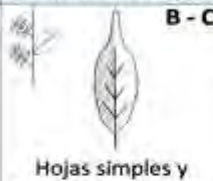

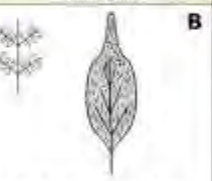
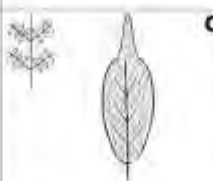
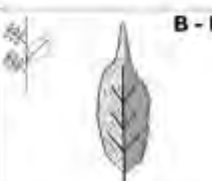
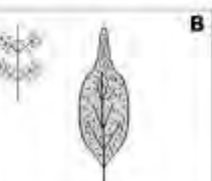
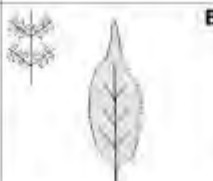
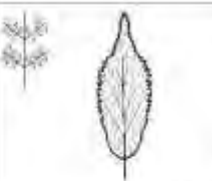
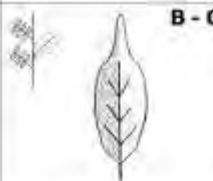
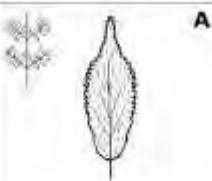
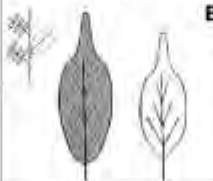
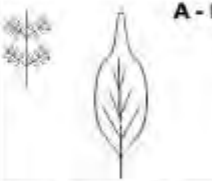
BASES

 Aguda
 Obtusa
 Recurrente
 Cordada

CATEGORÍAS DE GROSOR

A	0.005 - 0.15 mm
B	0.16 - 0.35 mm
C	0.36 - 0.45 mm
D	0.46 - 0.55 mm
E	0.56 - 0.65 mm
F	> 0.66 mm

Tabla 33. Patrón biotipológico foliar de la familia Meliaceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global.

LEVANTAMIENTOS	[SC-6, SC-7/8, SC-9]	(SC-1, SC-2)	SC-168	[NC-3, NC-4]	(NC-1, NC-2, NC-5)	(JA-1, JA-2, JA-3, JA-4)
PRECIPITACIÓN (mm)	3488	2849	1738	1513	1448-1384	1134
LOCALIDAD	La Oscurana	Tierradentro	Tuis Tuis	Los Cordobas	Moñitos y Canalete	Juan de Acosta
Tipo de Bosque	Húmedo Pluvial	Húmedo	Moderado Húmedo	Semi-húmedo	Semi-seco	Seco
PATRÓN BIOTIPOLOGICO FOLIAR PARA LA FAMILIA	 <p>Foliolos medianos y grandes, hoja grande</p>	 <p>Foliolos medianos y grandes, hoja grande</p>	 <p>Hojas simples y compuestas, foliolos y hojas grandes</p>	 <p>Foliolo mediano, hoja grande</p>	 <p>Foliolo pequeño, hoja grande</p>	
ESTRATOS						
ARBÓREO (Ar)	 <p>C</p>	 <p>B - D</p>			 <p>B</p>	
SUB-ARBÓREO (Ar)	 <p>B</p>	 <p>B - D</p>	 <p>B - C</p>	 <p>A</p>		
ARBUSTIVO (Arb)	 <p>B</p>	 <p>A - B</p>				
HERBACEO (H) Y RASANTE (R)						



CONVENCIONES














- Coriáceas
- Subcoriáceas
- Membranosa
- Tomentosa

BASES


- Angulada
- Obtusa
- Resonada
- Cordada

- CATEGORIAS DE GROSOR**
- A 0,005 - 0,15 mm
 - B 0,16 - 0,35 mm
 - C 0,36 - 0,45 mm
 - D 0,46 - 0,55 mm
 - E 0,56 - 0,65 mm
 - F > 0,66 mm








Tabla 34. Patrón biotipológico foliar de la familia Flacourtiaceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global.

LEVANTAMIENTOS	{SC-6, SC-7/8, SC-9}	{SC-1, SC-2}	SC-16B	{NC-3, NC-4}	{NC-1, NC-2, NC-5}	{JA-1, JA-2, JA-3, JA-4}
PRECIPITACIÓN (mm)	3488	2849	1738	1513	1448 -1384	1134
LOCALIDAD	La Oscurana	Tierradentro	Tuis Tuis	Los Cordobas	Moñitos y Canalete	Juan de Acosta
Tipo de Bosque	Húmedo Pluvial	Húmedo	Moder. Húmedo	Semi-húmedo	Semi-seco	Seco
PATRÓN BIOTIPOLOGICO FOLIAR PARA LA FAMILIA	 B	 C		 A - B	 A - B	 A - B
ESTRATOS		C		A		
ARBÓREO (Ar)						
SUB-ARBÓREO (Ar)	 B			 B	 A - B	
ARBUSTIVO (Arb)				 A - B		 A - B
HERBACEO (H) Y RASANTE (R)						 B





PATRÓN BIOTIPOLOGICO FOLIAR GLOBAL

 **B**

CONVENCIONES

	Cáulinas		Grande
	Subcáulinas		Mediano
	Membranas		Pequeño
	Tomentoso		













BASES

	Angulata
	Oblonga
	Rondeada
	Cordada

CATEGORIAS DE GROSOR








A	0.005 - 0.15 mm
B	0.16 - 0.35 mm
C	0.36 - 0.45 mm
D	0.46 - 0.55 mm
E	0.56 - 0.65 mm
F	> 0.66 mm

Tabla 35. Patrón biotológico foliar de la familia Euphorbiaceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotológico foliar a nivel global.





LEVANTAMIENTOS	(SC-6, SC-7/8, SC-9)	(SC-1, SC-2)	SC-168	(NC-3, NC-4)	(NC-1, NC-2, NC-5)	(JA-1, JA-2, JA-3, JA-4)
PRECIPITACIÓN (mm)	3488	2849	1738	1513	1448-1384	1134
LOCALIDAD	La Oscurana	Tierradentro	Tuis Tuis	Los Cordobas	Moñitos y Canalete	Juan de Acosta
Tipo de Bosque	Húmedo Pluvial	Húmedo	Moder. Húmedo	Semi-húmedo	Semi-seco	Seco
PATRÓN BIOTOLÓGICO FOLIAR PARA LA FAMILIA	 B - C	 B	 B		 B	 A
ESTRATOS						
ARBÓREO (A)	 C					
SUB-ARBÓREO (Ar)	 B	 B	 B		 B	
ARBUSTIVO (Arb)	 A					
HERBACEO (H) Y RASANTE (R)						 A



CONVENCIONES

-  Celulosa
-  Suscelulosa
-  Membranosa
-  Tassante
-  Grande
-  Mediana
-  Pequeña








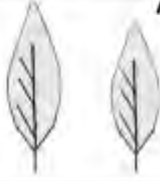
BASES

-  Angulada
-  Obtusa
-  Redonda
-  Ciliada


CATEGORIAS DE GROSOR

A	0.005 - 0.15 mm
B	0.16 - 0.35 mm
C	0.36 - 0.45 mm
D	0.46 - 0.55 mm
E	0.56 - 0.65 mm
F	> 0.66 mm

Tabla 36. Patrón biotipológico foliar de la familia Apocynaceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global.









LEVANTAMIENTOS	(SC-6, SC-7/8, SC-9)	(SC-1, SC-2)	SC-16B	(NC-3, NC-4)	(NC-1, NC-2, NC-5)	(JA-1, JA-2, JA-3, JA-4)
PRECIPITACIÓN (mm)	3488	2849	1738	1513	1448-1384	1134
LOCALIDAD	La Oscurana	Tierradentro	Tuis Tuis	Los Cordobas	Moñitos y Canalete	Juan de Acosta
Tipo de Bosque	Húmedo Pluvial	Húmedo	Moderada-Húmeda	Semi-húmeda	Semi-seco	Seco
PATRÓN BIOTIPOLOGICO FOLIAR PARA LA FAMILIA	 B	 C	 B		 A - B	
ESTRATOS						
ARBÓREO (A)			 B			
SUB-ARBÓREO (Ar)	 B	 C			 A - B	
ARBUSTIVO (Arb)						
HERRACEO (H) Y RASANTE (R)						

PATRÓN BIOTIPOLOGICO FOLIAR GLOBAL







B

CONVENCIONES

	Cortezas		Drumk
	Silíceas		Médano
	Membranos		Pargano
	Tovierro		









BÁSES

	Angulada
	Obtusa
	Redonda
	Cordada

CATEGORÍAS DE GROSOR


A	0.005 - 0.15 mm
B	0.16 - 0.35 mm
C	0.36 - 0.45 mm
D	0.46 - 0.55 mm
E	0.56 - 0.65 mm
F	> 0.66 mm

Tabla 37. Patrón biotipológico foliar de la familia Burseraceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global.









LEVANTAMIENTOS	(SC-6 , SC-7/8 , SC-9)	(SC-1, SC-2)	SC-16B	(NC-3 , NC-4)	(NC-1 , NC-2 , NC-5)	(JA-1 , JA-2 , JA-3 , JA-4)
PRECIPITACIÓN (mm)	3488	2849	1738	1513	1448 -1384	1134
LOCALIDAD	La Oscurana	Tierradentro	Tuis Tuis	Los Cordobas	Moñitos y Canalete	Juan de Acosta
Tipo de Bosque	Húmedo Pluvial	Húmedo	Modera. Húmedo	Semi-húmedo	Semi-seco	Seco
PATRÓN BIOTIPOLOGICO FOLIAR PARA LA FAMILIA	B 	C 	B 		A - B 	
ESTRATOS						
ARBÓREO (Al)			B 			
SUB-ARBÓREO (Ar)	B 	C 			A - B 	
ARBUSTIVO (Arb)						
HERBACEO (H) Y RASANTE (R)						

PATRÓN BIOTIPOLOGICO FOLIAR GLOBAL





B



CONVENCIONES

	Coriáceo		Grande
	Sesquiorbosa		Mediana
	Microbriosa		Pequeña
	Tonillete		Pequeña




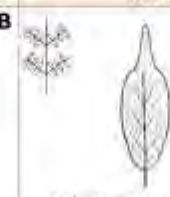

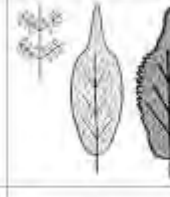


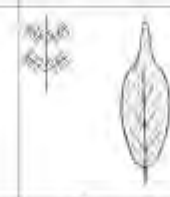
BASES:

	Angular
	Oblonga
	Redondeada
	Cordada


CATEGORIAS DE GROSOR

A	0.005 - 0.15 mm
B	0.16 - 0.35 mm
C	0.36 - 0.45 mm
D	0.46 - 0.55 mm
E	0.56 - 0.65 mm
F	> 0.66 mm

Tabla 38. Patrón biotipológico foliar de la familia Anacardiaceae. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global.





LEVANTAMIENTOS	(SC-6, SC-7/8, SC-9)	(SC-1, SC-2)	SC-16B	(NC-3, NC-4)	(NC-1, NC-2, NC-5)	(JA-1, JA-2, JA-3, JA-4)
PRECIPITACIÓN (mm)	3488	2849	1738	1513	1448-1384	1134
LOCALIDAD	La Oscurana	Tierradentro	Tuis Tuis	Los Cordobas	Mofitos y Canelete	Juan de Acosta
Tipo de Bosque	Húmedo Pluvial	Húmedo	Moder. Húmedo	Semi-húmedo	Semi-seco	Seco
PATRÓN BIOTIPOLOGICO FOLIAR PARA LA FAMILIA				 Foliolo mediano, hoja grande	 Base: Angulada, Obtusa y Redonda Foliolo pequeño-grande, hoja grande	 Foliolo pequeño, hoja grande
ESTRATOS						
ARBÓREO (Ai)						
SUB-ARBÓREO (Ar)						
ARBUSTIVO (Arb)						
HERBACEO (H) Y RASANTE (R)						

PATRÓN BIOTIPOLOGICO FOLIAR GLOBAL







B

CONVENCIONES

-  Cuticula
-  Subcuticula
-  Mesocoma
-  Tomarío




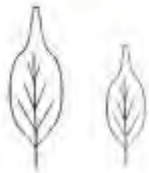



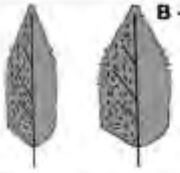










BASES

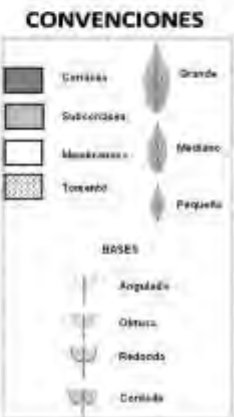
-  Angulada
-  Obtusa
-  Redonda
-  Cordada

CATEGORIAS DE GROSOR

- A 0.005 - 0.15 mm
- B 0.16 - 0.35 mm
- C 0.36 - 0.45 mm
- D 0.46 - 0.55 mm
- E 0.56 - 0.65 mm
- F > 0.66 mm

Tabla 39. Patrón biotipológico foliar de los Indeterminados. En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global. (*) Indica el tipo de base sentada, algunas descripciones no se lograron representar debido a que predominaron varias características foliares.














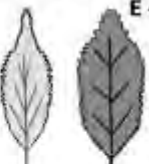

LEVANTAMIENTOS	(SC-6, SC-7/8, SC-9)	(SC-1, SC-2)	SC-16B	(NC-3, NC-4)	(NC-1, NC-2, NC-5)	(IA-1, IA-2, IA-3, IA-4)
PRECIPITACIÓN (mm)	3488	2849	1738	1513	1448 -1384	1134
LOCALIDAD	La Oscurana	Tierradentro	Tuis Tuis	Los Cordobas	Mojitos y Canalete	Juan de Acosta
Tipo de Bosque	Húmedo Pluvial	Húmedo	Moder. Húmedo	Semi-húmedo	Semi-seco	Seco
PATRÓN BIOTIPOLOGICO FOLIAR PARA LA FAMILIA	<p>Base: Angulada, redonda, sentada y Obtusa.</p>  <p>A - B</p>		 <p>B</p>	 <p>A</p>	 <p>A</p>	 <p>A</p>
ESTRATOS						
ARBÓREO (Ar)			 <p>B</p>			
SUB-ARBÓREO (Ar)	 <p>A</p>		 <p>B - C</p>	<p>Base: Angulada, redonda y Obtusa. Ápice: Puntiforme, angulado y emarginado</p>  <p>B</p>	 <p>A</p>	
ARBUSTIVO (Arb)	 <p>C</p>					
HERBACEO (H) Y RASANTE (R)	 <p>A - B*</p>  <p>B</p>		 <p>B*</p>  <p>A - B</p>  <p>B</p>	<p>A Ver anexo 16.</p>	<p>A - B Ver anexo 16.</p>  <p>A</p>  <p>A</p>	




CATEGORIAS DE GROSOR

A	0.005 - 0.15 mm
B	0.16 - 0.35 mm
C	0.36 - 0.45 mm
D	0.46 - 0.55 mm
E	0.56 - 0.65 mm
F	> 0.66 mm









Tabla 40. Patrón biotipológico foliar del género *Pouteria* (Sapotaceae). En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global.

LEVANTAMIENTOS	{SC-6, SC-7/8, SC-9}	{SC-1, SC-2}	SC-16B	{NC-3, NC-4}	{NC-1, NC-2, NC-5}	{JA-1, JA-2, JA-3, JA-4}
PRECIPITACIÓN (mm)	3488	2849	1738	1513	1448 -1384	1134
LOCALIDAD	La Oscurana	Tierradentro	Tuis Tuis	Los Cordobas	Moñitos y Canaleta	Juan de Acosta
Tipo de Bosque	Húmedo Pluvial	Húmedo	Moderada. Húmedo	Semi-húmedo	Semi-seco	Seco
PATRÓN BIOTIPOLOGICO FOLIAR PARA EL GENERO	 B	 B	 B Base: Angulada, Obtusa y Redonda	 B	 A	
ESTRATOS						
ARBÓREO (Al)		 B				
SUB-ARBÓREO (Ar)	 B	 B - D	 B	 B	 B	 A
ARBUSTIVO (Arb)	 B	 E - C		 B		
HERBACEO (H) Y RASANTE (R)						





PATRÓN BIOTIPOLOGICO FOLIAR GLOBAL

 **B**

CONVENCIONES

-  Coriáceas  Grande
-  Subcoriáceas  Mediano
-  Membranáceas  Pequeño
-  Tomentosas  Típico



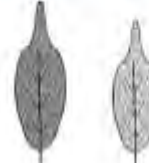

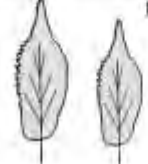


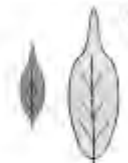

BASES

-  Angulada
-  Obtusa
-  Redonda
-  Cuneada


CATEGORIAS DE GROSOR

- A 0.005 - 0.15 mm
- B 0.16 - 0.35 mm
- C 0.36 - 0.45 mm
- D 0.46 - 0.55 mm
- E 0.56 - 0.65 mm
- F > 0.66 mm







Tabla 41. Patrón biotipológico foliar del género *Brosimum* (Moraceae). En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global.

LEVANTAMIENTOS	(SC-6 , SC-7/8 , SC-9)	(SC-1 , SC-2)	SC-16B	(NC-3 , NC-4)	(NC-1 , NC-2 , NC-5)	(JA-1 , JA-2 , JA-3 , JA-4)
PRECIPITACIÓN (mm)	3488	2849	1738	1513	1448 -1384	1134
LOCALIDAD	La Oscurana	Tierradentro	Tuis Tuis	Los Cordobas	Moñitos y Canaleta	Juan de Acosta
Tipo de Bosque	Húmedo Pluvial	Húmedo	Moderada. Húmedo	Semi-húmedo	Semi-seco	Seco
PATRON BIOTIPOLOGICO FOLIAR PARA EL GENERO	 B	 B - D				 B
ESTRATOS						
ARBÓREO (Ai)	 B					
SUB-ARBÓREO (Ar)	 B - E					 B
ARBUSTIVO (Arb)	 C	 B - D				 B
HERBACEO (H) Y RASANTE (R)						





PATRON BIOTIPOLOGICO FOLIAR GLOBAL

 B

CONVENCIONES

	Cartilago		Grasle
	Subcartilago		Mediave
	Trombido		Papado






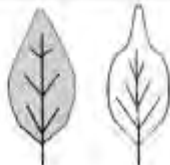




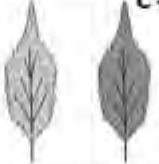

BASES

 Angulada
 Obovada
 Redonda
 Cuspidada


CATEGORIAS DE GROSOR

A	0.005 - 0.15 mm
B	0.16 - 0.35 mm
C	0.36 - 0.45 mm
D	0.46 - 0.55 mm
E	0.56 - 0.65 mm
F	> 0.66 mm

Tabla 42. Patrón biotipológico foliar del género *Gustavia* (Lecythidaceae). En este esquema se muestran las características foliares principales, comparadas con el patrón biotipológico foliar a nivel global.








LEVANTAMIENTOS	(5C-6, 5C-7/8, 5C-9)	(5C-1, 5C-2)	5C-16B	(NC-3, NC-4)	(NC-1, NC-2, NC-5)	(JA-1, JA-2, JA-3, JA-4)
PRECIPITACIÓN (mm)	3488	2849	1738	1513	1448-1384	1134
LOCALIDAD	La Oscurana	Tierradentro	Tuis Tuis	Los Cordobas	Moñitos y Canaleta	Juan de Acosta
Tipo de Bosque	Húmedo Pluvial	Húmedo	Moderá, Húmedo	Semi-húmedo	Semi-seco	Seco
PATRÓN BIOTIPOLOGICO FOLIAR PARA EL GENERO	A - B - D 	C 	B 	B 		
ESTRATOS						
ARBÓREO (Al)		B 	B 			
SUB-ARBÓREO (Ar)	A - B - D 	C 	B 	B 		
ARBUSTIVO (Arb)		C - D 	B 			
HERBACEO (H) Y RASANTE (R)						

PATRÓN BIOTIPOLOGICO FOLIAR GLOBAL







B

CONVENCIONES

-  Corticeo
-  Subultrio
-  Membranosa
-  Tomoso
-  Grande
-  Medio
-  Pequeño

BASES:

-  Aguda
-  Obtusa
-  Redonda
-  Cordada

CATEGORIAS DE GROSOR

- A 0.005 - 0.15 mm
- B 0.16 - 0.35 mm
- C 0.36 - 0.45 mm
- D 0.46 - 0.55 mm
- E 0.56 - 0.65 mm
- F > 0.66 mm

- **RUBIACEAE:** Se encontró representada en la mayoría de levantamientos, y fue la de mayor riqueza con 25 especies. En la tabla 28, se observan las variaciones de las características foliares en el gradiente de precipitación y en los estratos. Las características foliares como el tipo de hoja, forma, ápice, tipo de grosor y nerviación coinciden con el patrón global con algunas excepciones, para las demás características se observan variaciones según el tipo de bosque y la estratificación de la vegetación.

En el tamaño, las hojas grandes predominan desde los bosques húmedos pluviales hasta semi-húmedos, mientras que en los bosques secos predomina el tamaño mediano, lo cual demuestra una reducción de tamaño hacia los sitios de menor precipitación. Las hojas de forma redondeada se presentan en los sitios de mayor precipitación junto con el ápice puntiforme, mientras que la forma alargada y el ápice angulado predominan en los bosques secos. La protección foliar se presentó en los bosques semi-húmedo y seco. La base foliar que predomina es la angulada y el borde irregular solo se presentó en bosques húmedos pluviales y semi-secos. La consistencia foliar membranosa predomina en el bosque seco, entre tanto la consistencia subcoriácea y coriácea predomina en el bosque húmedo. Se observa una ligera tendencia en el aumento de grosor hacia los sitios de mayor precipitación (aparecen categorías C, E y F (>0.66 mm)).

Con respecto a la estratificación, no se observó una gran variación; sin embargo la forma redondeada predomina en el estrato sub-arbóreo. En el estrato arbustivo se detecta una reducción de tamaño de la hoja hacia el bosque seco. En el bosque semi-húmedo hay una reducción del tamaño en el estrato arbustivo con respecto al sub-arbóreo. En el bosque húmedo pluvial y húmedo se observa mayor grosor en los estratos bajos.

- **LECYTHIDACEAE:** Se encontró representada en la mayoría de levantamientos, con nueve especies. En la tabla 29, se observan las variaciones en las características foliares en el gradiente de precipitación y en los estratos. Las características como el tipo de hoja, tamaño, forma, ápice, tipo de grosor y nerviación coinciden con el patrón global, con ligeras excepciones. El borde irregular predomina en los bosques con mayor precipitación; las condiciones coriácea y subcoriácea predominan los bosques de menor precipitación, mientras que la consistencia membranosa predomina en el bosque húmedo pluvial. Con respecto a la estratificación, se observa una gran variación en la consistencia, forma y base foliar. Las características varían de acuerdo con el tipo de bosque, sin embargo la consistencia subcoriácea predomina en el estrato sub-arbóreo.
- **FABACEAE:** Se encontró representada en la mayoría de levantamientos con 10 especies. En general, las hojas son grandes y compuestas, los folíolos son pequeños, de borde entero, consistencia membranosa, y nerviación penninervia. El ápice puntiforme predomina en los sitios de mayor precipitación, mientras que el ápice angulado y emarginado predominan en los de menor precipitación. La forma redondeada se presenta en los sitios de menor precipitación. Las bases redondas predominan en general, pese a que hay una gran variación y no se observa una tendencia con respecto a los sitios. En los sitios de menor precipitación y en el bosque húmedo pluvial predomina la protección foliar. El grosor tipo A predomina en los sitios de menor precipitación, mientras que el grosor tipo B (0.16-0.35 mm) predomina en los

sitios de mayor precipitación. Con respecto a la estratificación, se observa en el bosque húmedo pluvial que los folíolos de estratos superiores son alargados y poseen protección, mientras que en el estrato herbáceo son redondos y sin protección (Tabla 30).

- **MIMOSACEAE:** Se encontró representada en la mayoría de los levantamientos con 17 especies. En la tabla 31, se observan las variaciones de las características foliares. En general, las hojas son compuestas, grandes, alargadas, de borde entero, nerviación uninervia y penninervia. El ápice puntiforme predomina en los sitios de mayor precipitación, mientras que el ápice angulado en los de menor precipitación. La protección foliar predomina en el bosque húmedo y en el semi-seco. Hay una gran variedad de bases, sin embargo predomina la base obtusa. El tipo de grosor que predomina es tipo A y se observa un aumento de grosor hacia los sitios de mayor precipitación (presencia de categorías C y D). Con respecto a la estratificación, no se observa una gran variación de las características foliares, sin embargo en el bosque húmedo pluvial los folíolos de los estratos superiores son de borde entero y no poseen protección, mientras que en el estrato herbáceo tienen protección y borde irregular (Tabla 31).
- **SAPOTACEAE:** Se encontró representada en la mayoría de los levantamientos con 15 especies. En general, las hojas son simples, grandes, de ápice puntiforme, de borde entero, consistencia subcoriácea, grosor tipo B y nerviación penninervia. La lámina foliar que predomina es la de tipo alargada, sin embargo la redondeada aparece en los sitios con menor precipitación. El borde irregular solo se presentó en el bosque húmedo. La protección foliar predominó en los sitios con menor precipitación. Con respecto a la estratificación no se observa un patrón claro, sin embargo en el estrato arbustivo predomina la consistencia coriácea, mientras que en el sub-arbóreo predomina la subcoriácea (Tabla 32).
- **MELIACEAE:** Se encontró representada en la mayoría de los levantamientos con 12 especies. En general, las hojas son compuestas, grandes, con folíolos alargados, de ápice puntiforme, borde entero y nerviación penninervia. Hay una reducción en el tamaño de los folíolos hacia los sitios con menor precipitación. La protección foliar predomina en los sitios de menor precipitación. El grosor tipo B predomina en todos los sitios, sin embargo el grosor aumenta en los sitios de mayor precipitación donde se presentan las categorías C y D. Con respecto a la estratificación hay una variación notable de las características por sitio y no se detecta un patrón claro (tabla 33).
- **FLACOURTIACEAE:** Se encontró representada en algunos levantamientos con ocho especies. En general, las hojas son simples, grandes, de borde irregular, grosor tipo B y nerviación penninervia. Hay una reducción en el tamaño hacia los sitios con menor precipitación. La protección foliar predomina en los sitios de menor precipitación. Con respecto a la estratificación hay una variación notable de las características por sitio y no se detectó un patrón claro (Tabla 34).
- **EUPHORBIACEAE:** Se encontró representada en algunos levantamientos con siete especies. En general, las hojas son simples, grandes, redondeadas, de ápice puntiforme y grosor tipo B. Hay una reducción en el tamaño y el predominio de la forma alargada hacia los sitios con menor precipitación. El borde irregular y la forma

redondeada predominan en los sitios con mayor precipitación. Con respecto a la estratificación no se observa un patrón claro (Tabla 35).

- **APOCYNACEAE:** Se encontró representada en varios levantamientos con siete especies. En general, las hojas son simples, grandes, alargadas, de borde entero, grosor tipo B y sin protección. El ápice puntiforme predomina en los sitios de mayor precipitación, mientras que el ápice angulado domina en los de menor precipitación. Con respecto a la estratificación no se observa un patrón claro (Tabla 36).
- **BURSERACEAE:** Se encontró representada en varios levantamientos con siete especies. En general, las hojas son compuestas, grandes, folíolos alargados, consistencia membranosa y grosor tipo B. La protección predomina en el bosque húmedo y semi-seco. El borde irregular y la consistencia coriácea predominan en los sitios de mayor precipitación. Con respecto a la estratificación no se observa un patrón claro (Tabla 37).
- **ANACARDIACEAE:** Se encontró representada en varios levantamientos con cuatro especies. En general, las hojas son compuestas, simples, grandes, folíolos alargados, de ápice puntiforme, consistencia membranosa, con protección, grosor tipo A y nerviación penninervia. En el tamaño de los folíolos hay una reducción hacia los sitios con menor precipitación. Con respecto a la estratificación no se observa un patrón claro (Tabla 38).
- **INDETERMINADAS:** En este grupo se reúne toda la información foliar de aquellos individuos que no lograron ser identificados taxonómicamente, la mayoría pertenece a estratos bajos (herbáceo y rasante) y se concentran en los sitios con menor precipitación. En la tabla 39, se observa una gran variación de características foliares a lo largo del gradiente y en la estratificación, predominan las hojas alargadas, de ápice puntiforme, borde entero y nerviación penninervia. En el tamaño foliar aunque predominan hojas grandes se observa una reducción hacia los sitios de menor precipitación. En los bosques secos predomina la protección foliar. El grosor que predomina es el tipo A (0.005-0.15 mm). Con respecto a la estratificación, se observa que hay una reducción de tamaño hacia los estratos inferiores en los bosques de menor precipitación. Para las demás características la variación es notable, y no observa un patrón claro.

OTRAS FAMILIAS

- **ARECACEAE:** Se encontró en la mayoría sitios excepto en los bosques secos (Juan de Acosta), su riqueza fue de 13 especies. En general, las hojas son compuestas, grandes, alargadas, de borde entero, base sentada, y nerviación paralela. El ápice que predomina es el puntiforme, sin embargo se encuentran ápices angulados y redondeados (en casos específicos). Hay una gran variación de consistencias, tipos de protección y categorías de grosor, no se observa una tendencia con respecto a los sitios, sin embargo predominan hojas sin protección, grosor tipo B y la consistencia subcoriácea y membranosa (Anexo 15).
- **MYRISTICACEAE:** Se encontró únicamente en los levantamientos de los sitios con mayor precipitación, con una riqueza de ocho especies. En general, las hojas son

simples, mesófilas, alargadas, de ápice puntiforme, borde entero y nerviación penninervia. Hay una gran variación de bases, consistencias, tipos de protección y categorías de grosor, no se observa una tendencia con respecto a los sitios, sin embargo predominan hojas de base redonda, sin protección, grosor tipo B y la consistencia es subcoriácea (Anexo 15).

- **ANNONACEAE:** Se encontró en la mayoría de sitios excepto en los bosques secos (Juan de Acosta), con una riqueza de nueve especies.. En general, las hojas son simples, alargadas, mesófilas, de ápice puntiforme, borde entero, sin protección y nerviación penninervia. Hay una gran variación de bases, categorías de grosor y consistencias, no se observa una tendencia con respecto a los sitios, sin embargo predominan las bases obtusas, grosor tipo B y la consistencia coriácea y membranosa (Anexo 15).
- **CLUSIACEAE:** Se encontró únicamente en los levantamientos de los sitios con mayor precipitación, con una riqueza de nueve especies. En general, las hojas son simples, alargadas, de ápice puntiforme, borde entero, sin protección y nerviación penninervia. Con respecto al tamaño foliar, éste varía de hojas macrófilas a notófilas. Hay una gran variación de bases, consistencias, y categorías de grosor, no se observa una tendencia con respecto a los sitios, sin embargo predominan hojas de base aguda, grosor tipo B y la consistencia subcoriácea (Anexo 15).

GENEROS

Los géneros que se incluyeron para el análisis de sus características foliares muestran una gran variación (Anexo 16), excepto por algunos rasgos para cada taxón, como el tipo de hoja (simple o compuesta) y tipo de nerviación. Los géneros que se encontraron representados a lo largo del gradiente fueron *Pouteria*, *Brosimum*, *Gustavia*, *Cordia* entre otros. A continuación se describe el patrón biotipológico foliar de los géneros que se presentaron en el mayor número de sitios del gradiente de precipitación:

- ***Pouteria* (Sapotaceae):** La familia Sapotaceae estuvo representada por tres géneros (*Chrysophyllum*, *Micropholis* y *Pouteria*), el género *Pouteria* fue el de mayor riqueza. En general, las hojas son simples, grandes, de ápice puntiforme, borde entero, grosor tipo B y nerviación penninervia. La protección foliar y la forma redondeada predominan en los sitios de menor precipitación. Con respecto a la estratificación se observa que en el estrato arbustivo predomina la consistencia coriácea y en el bosque moderadamente húmedo predomina el borde irregular (Tabla 40).
- ***Brosimum* (Moraceae):** La familia Moraceae estuvo representada por 10 géneros (*Helicostylis*, *Castilla*, *Gustavia*, *Pseudolmedia* entre otros), *Brosimum* fue el de mayor riqueza. En general, las hojas son simples, grandes, alargadas, de ápice puntiforme, borde entero, grosor tipo B y nerviación penninervia. La protección foliar predomina en los sitios de menor precipitación. El borde irregular se presenta en el bosque húmedo pluvial. Con respecto a la estratificación se observa en el bosque húmedo pluvial el aumento de tamaño hacia los estratos bajos (Tabla 41).
- ***Gustavia* (Lecythidaceae):** La familia Lecythidaceae estuvo representada por cuatro géneros (*Lecythis*, *Cariniana*, *Eschweilera* y *Gustavia*), el género *Gustavia* fue el de

mayor riqueza. En general, las hojas son simples, grandes, de ápice puntiforme, base angulada y nerviación penninervia. El borde irregular predomina en los sitios con mayor precipitación y también aumenta el grosor (tipo C y D). Con respecto a la estratificación se observa en el bosque húmedo, que la consistencia coriácea se presenta en el estrato arbustivo y en los estratos superiores predomina la consistencia subcoriácea (Tabla 42).

SÍNTESIS

En el estudio se obtuvo información de las familias más importantes en la vegetación del departamento de Córdoba, las cuales fueron Rubiaceae, Moraceae, Mimosaceae, Sapotaceae, Arecaceae, Meliaceae y Fabaceae. Según Rangel *et al.* (2011) la vegetación en el departamento de Córdoba, define variaciones estructurales en respuesta al gradiente edáfico (condiciones de humedad ambiental), así mismo las familias más importantes son Leguminosae, Anacardiaceae, Rubiaceae, Bombacaceae, Polygonaceae, Moraceae, Bignonaceae, Burseraceae, Sapindaceae, el grupo de indeterminados, Boraginaceae, Sterculiaceae, Meliaceae, Flacourtiaceae para todo el departamento.

Los representantes de las familias Arecaceae, Meliaceae y Sapotaceae fueron más comunes en los sitios con mayor precipitación, mientras que los de las familias Sapindaceae, Capparaceae y Caesalpiniaceae fueron característicos de los sitios de menor precipitación; condición que coincide con el estudio de Rangel *et al.* (2011) en donde se asocian estas familias con bosques húmedos y/o secos. Con respecto al bosque seco, algunas de las familias características se encuentran incluidas en el presente estudio, Sarmiento (1975), Gentry (1982) y Fajardo *et al.* (2005) mencionan que las familias características de estos ambientes son: Bignonaceae, Boraginaceae, Capparaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Flacourtiaceae, Malpighiaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Sapindaceae y Zygophyllaceae.

La mayor riqueza y abundancia de individuos se encontró en el estrato sub-arbóreo y arbustivo, según Rangel *et al.* (2011) para los bosques de Córdoba en estos dos estratos se concentra la riqueza y la cobertura de la vegetación, tanto en ambientes húmedos como en secos, sin embargo la riqueza absoluta para los bosques húmedos tiende a tener mayor representatividad en el estrato arbóreo.

En la mayoría de los representantes de familias y géneros incluidos en el modelo biotipológico foliar, se evidenció claramente el predominio del ápice puntiforme, aumento de grosor y borde irregular en los bosques de mayor precipitación. En los sitios de menor precipitación se evidenció una reducción en el tamaño y predominó la protección foliar, la consistencia membranosa y el ápice angulado. Estas diferencias se explican parcialmente con varios argumentos esgrimidos por otros autores en donde se menciona que bajo condiciones de alta temperatura e intensidad lumínica, se favorece la reducción del tamaño foliar (Gates *et al.* 1968; Parkhurst & Loucks 1972; Camerik & Werger 1981; Rangel *et al.* 1986; García & Gonzales 1994; Halloy & Mark 1996; Lane *et al.* 2000; Rangel & Tafur 2005; Royer *et al.* 2005; Traiser *et al.* 2005; Zuñiga *et al.* 2009; Peppe *et al.* 2011).

La protección foliar según Gomez 1986 y Rangel & Tafur (2005) aparece como una adaptación a la alta radiación y temperatura, por esto la protección foliar predominó en las familias que se presentaron en los bosques con menor precipitación. El ápice puntiforme

se relaciona directamente con el drenaje efectivo del agua sobre la lámina foliar; como se evidenció en el estudio, este ápice predominó los sitios de mayor precipitación como igualmente había sido reseñado por otros autores (Jungner 1891; Richards 1966; Dean & Smith 1978; Roth 1984, Venecklass 1985; García & Gonzales 1994; Gomez 1986; Farji-Brener *et al.* 2002; Rangel & Tafur 2005; Quesada 2009).

El aumento de grosor en los sitios de mayor precipitación, es posible que se encuentre relacionado con una adaptación para evitar la herbivoría. En el estudio de Wright *et al.* (2004), se indica que no hay una relación fuerte entre el follaje grueso y las zonas áridas, o que las hojas delgadas se encuentren relacionadas con lugares húmedos. Un grosor considerable de la lámina se presenta generalmente para evitar la herbivoría, pese al sacrificio en la eficiencia fotosintética, ya que un mayor grosor en las hojas impedirá una rápida difusión de CO₂ y la luz solar penetrará con mayor dificultad hacia las capas inferiores del mesófilo.

Con respecto a la consistencia se evidencia un patrón contrario a lo expuesto por Tafur & Rangel (2005), en su estudio encontraron que la consistencia membranosa se relaciona con condiciones de alta humedad y nubosidad. En el presente estudio se encontró que en ambientes húmedos predominó la consistencia subcoriácea y coriácea, lo cual coincide con lo señalado por Cuatrecasas (1934) y Gentry (1982) quienes los cuales indicaron el predominio de hojas esclerófilas aunque sus estimaciones hayan sido arbóreas en los bosques húmedos. Seguramente la protección foliar y la consistencia membranosa sean características ligadas para contrarrestar la alta temperatura y radiación, condiciones que afectan directamente la eficiencia del agua en los bosques con menor precipitación.

Según la estratificación de la vegetación no se observaron patrones muy claros en la biotipología foliar; sin embargo en algunas familias se evidenció una reducción de tamaño, hacia los estratos inferiores en los bosques con menor precipitación; condición que se asocia con una cobertura baja en los estratos arbóreos, por lo tanto las hojas en presencia de claros grandes, se exponen a una alta temperatura y radiación. En los bosques con mayor precipitación se evidencio un aumento del tamaño foliar, debido al sombreado y la baja temperatura, condiciones favorecidas por una cobertura alta en los estratos superiores (Parkhurst & Loucks 1972).

7.4 ANÁLISIS DE LAS RELACIONES ENTRE CARACTERÍSTICAS FOLIARES CON LA PRECIPITACIÓN (SERIE HÍDRICA)

7.4.1 Análisis de la relación de las características cuantitativas con a la precipitación (serie hídrica)

7.4.1.1 Análisis de la tendencia de las características cuantitativas con respecto a la precipitación

Después del análisis de las características foliares cuantitativas por levantamiento, se depuraron los valores atípicos para realizar el análisis con la precipitación. Se unificaron los levantamientos que no mostraron diferencias significativas de varianza y con un mismo monto de precipitación. Se realizó una prueba de varianza entre levantamientos para cada característica. En general los datos de la mayoría de levantamientos no se ajustaron a una distribución normal ($p < 0.05$ en la prueba de Shapiro-Wilk), por esta razón se utilizó la prueba Kruskal-Wallis entre los diferentes tipos de bosques según su precipitación.

AREA DE LA LÁMINA FOLIAR

En la tabla 43 se muestran los valores “p-value” obtenidos a partir de la prueba de varianza y del test de comparaciones de Mann-Whitney. En general se observa que los bosques más húmedos tienen diferencias significativas con respecto a los bosques semi-húmedos, semi-secos y secos.

En las localidades del bosque semi-seco (NC-5) no se observan diferencias significativas en los valores del área foliar con el bosque húmedo pluvial y los bosques de menor precipitación. El resultado probablemente sea causado por el sesgo en el número de individuos muestreados y la fuerte intervención antrópica de este sitio (relictos pequeños en medio de una matriz pecuaria). Al realizar la comparación entre la media de este sitio y las medias de muestras aleatorias de los bosques de mayor y menor precipitación, se encontró que se mantiene la condición de similaridad de medias. Por esta razón se decidió sacar este levantamiento del análisis general de las relaciones de las características con respecto a la precipitación.

En la figura 16 (boxplot) se muestra el área foliar a lo largo del gradiente de precipitación, se detecta una tendencia en la reducción del tamaño foliar hacia los sitios con menor precipitación, pese a una gran variación de datos en cada bosque. Aunque se depuraron los datos atípicos por levantamiento, se observan datos extremos que resultan de la comparación de todos los datos. En los bosques con mayor precipitación, se observó que el bosque húmedo presentó los mayores valores del área foliar, seguido del bosque moderadamente húmedo y finalmente el bosque húmedo pluvial.

PESO ESPECÍFICO (SLW: Peso seco/Área)

En la tabla 44 se muestran los valores “p-value” obtenidos a partir de la prueba de varianza y del test de comparaciones de Mann-Whitney. En general se observa que los bosques más húmedos tienen diferencias significativas con respecto a los bosques semi-húmedos, semi-secos y secos.

En la figura 17 (boxplot) se muestra el peso específico a lo largo del gradiente de precipitación, se detecta una tendencia en la reducción del peso específico hacia los bosques de menor precipitación, pese a la gran variación de los datos. Aunque se depuraron los datos atípicos por levantamiento, se observan datos extremos que resultan de la comparación de todos los datos. En los bosques semi-húmedo y semi-seco se observa una gran variación de datos, los cuales comparten valores presentados por los bosques más húmedos y secos.

SUCULENCIA (Peso del Agua/ Área)

En la tabla 45 se muestran los valores “p-value” obtenidos a partir de la prueba de varianza y del test de comparaciones de Mann-Whitney. En general se observa que los bosques más húmedos tienen diferencias significativas con respecto a los bosques semi-húmedos, semi-secos y secos.

En la figura 18 (boxplot) se muestra la succulencia a lo largo del gradiente de precipitación. No hay una tendencia clara, existe una gran variación de datos para todos los tipos de bosque. En el bosque semi-seco la mayoría de datos presentaron los mayores valores de succulencia con respecto a los demás. En el bosque semi-húmedo y seco la mayoría de valores se presentaron los menores valores en succulencia. Aunque se depuraron los datos atípicos por levantamiento, se observan datos extremos que resultan de la comparación de todos los datos.

ESCLEROFILIA

En la tabla 46 se muestran los valores “p-value” obtenidos a partir de la prueba de varianza y del test de comparaciones de Mann-Whitney. En general se observa que los bosques más húmedos tienen diferencias significativas con respecto a los bosques semi-húmedos, semi-secos y secos.

En la figura 19 (boxplot) se muestran los valores de la esclerofilia (%) a lo largo del gradiente de precipitación. Hay una tendencia en la reducción de la condición de esclerofilia hacia los bosques de menor precipitación. La mayoría de datos del bosque seco y semi-seco presentaron los menores valores de esclerofilia. También se observa una gran variación de los datos en todos los bosques. Aunque se depuraron los datos atípicos por levantamiento, se observan datos extremos que resultan de la comparación de todos los datos.

Tabla 43. Área foliar: Resultados de la prueba de varianza Kruskal-Wallis y el test de Mann-Whitney. Se muestra el “p-value” entre levantamientos, hay diferencias significativas cuando se cumple $p < 0.05$.

Kruskal-Wallis p(value): 4.961 E-18
Test de comparación Mann-Whitney

	Bosque húmedo pluvial	Bosque húmedo	Bosque moderadamente húmedo	Bosque semi-seco (NC-5)	Bosque semi-húmedo	Bosque semi-seco	Bosque seco
Bosque húmedo pluvial	0	0.003416	0.02383	0.06159	0.0001484	0.0002029	5.01E-10
Bosque húmedo		0	0.5119	0.004095	4.17E-07	1.95E-06	1.07E-12
Bosque moderadamente húmedo			0	0.008046	4.96E-06	4.95E-06	2.00E-11
Bosque semi-seco (NC-5)				0	0.9483	0.6935	0.4225
Bosque semi-húmedo					0	0.6692	0.2448
Bosque semi-seco						0	0.58
Bosque seco							0

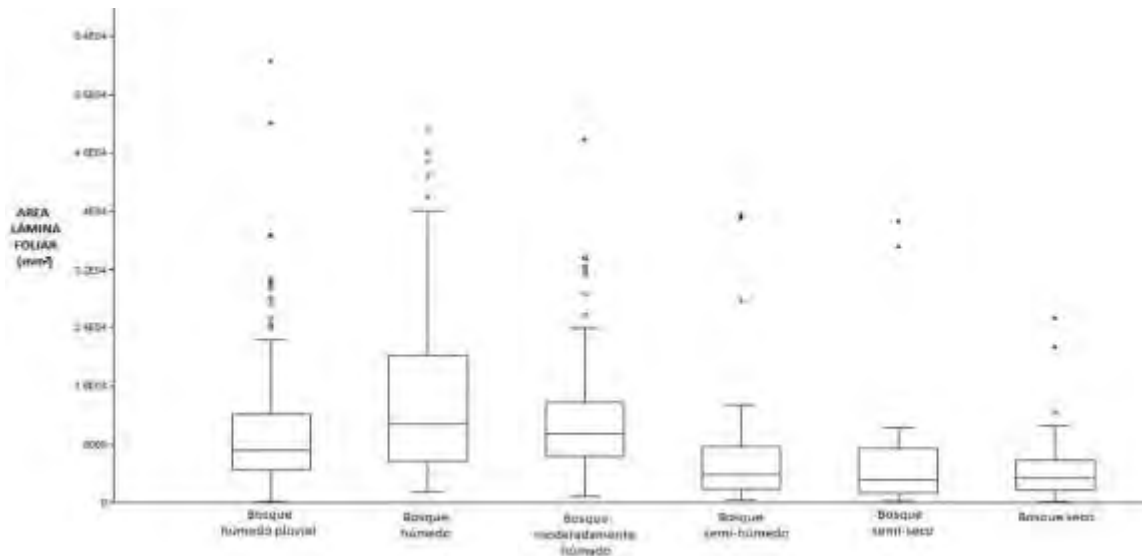


Figura 16. Valores del área foliar con respecto a los tipos de bosque de acuerdo al gradiente de precipitación, se muestran como puntos los datos atípicos resultantes al reunir todos los datos de los bosques.

Tabla 44. PESO ESPECÍFICO (SLW): Resultados de la prueba de varianza Kruskal-Wallis y el test de Mann-Whitney. Se muestra el “p-value” entre levantamientos, hay diferencias significativas cuando se cumple $p < 0.05$.

Kruskal-Wallis p(value): 6.12 E-14

Test de comparación Mann-Whitney

	Bosque húmedo pluvial	Bosque húmedo	Bosque moderadamente húmedo	Bosque semi-húmedo	Bosque semi-seco	Bosque seco
Bosque húmedo pluvial	0	0.3767	0.2105	0.0004799	0.00617	3.79E-11
Bosque húmedo		0	0.0248	2.60E-05	2.12E-03	2.68E-12
Bosque moderadamente húmedo			0	1.53E-02	3.58E-02	9.70E-08
Bosque semi-húmedo				0	0.5137	0.006012
Bosque semi-seco					0	0.4055
Bosque seco						0

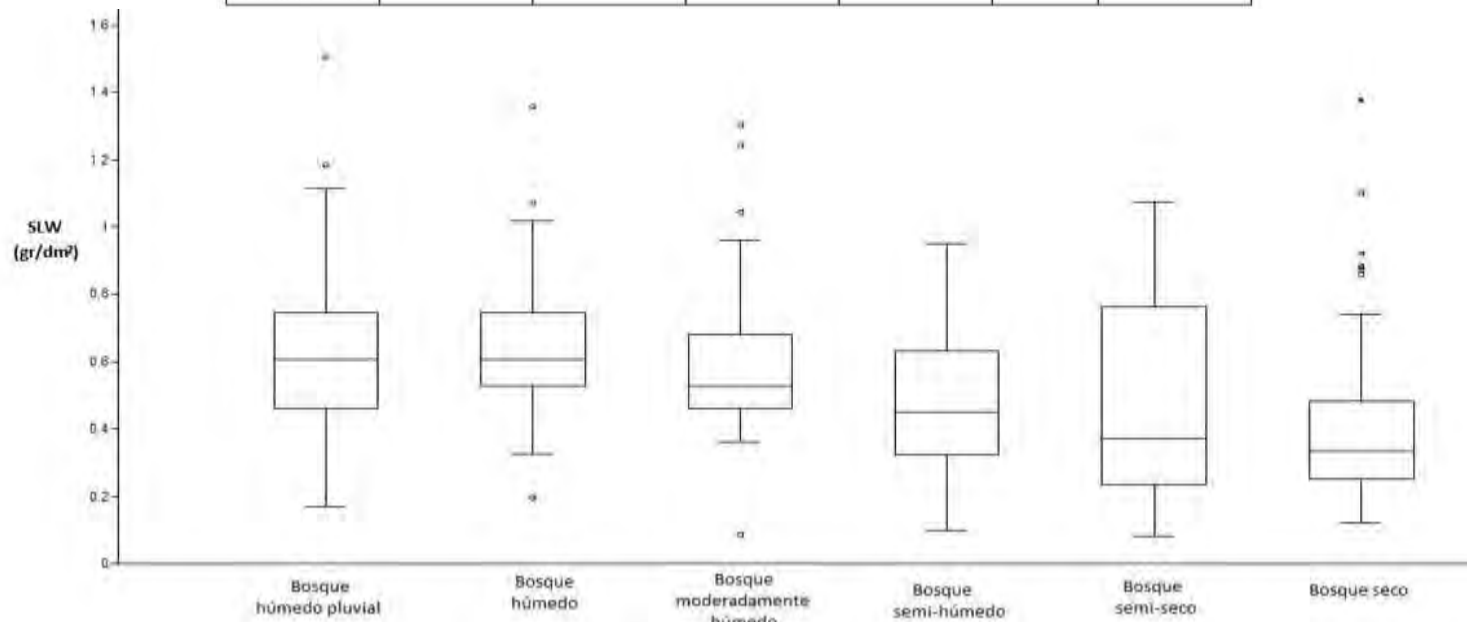


Figura 17. Valores del SLW con respecto a los tipos de bosque de acuerdo al gradiente de precipitación, se muestran como puntos los datos atípicos resultantes al reunir todos los datos de los bosques.

Tabla 45. SUCULENCIA: Resultados de la prueba de varianza Kruskal-Wallis y el test de Mann-Whitney. Se muestra el “p-value” entre levantamientos, hay diferencias significativas cuando se cumple $p < 0.05$.

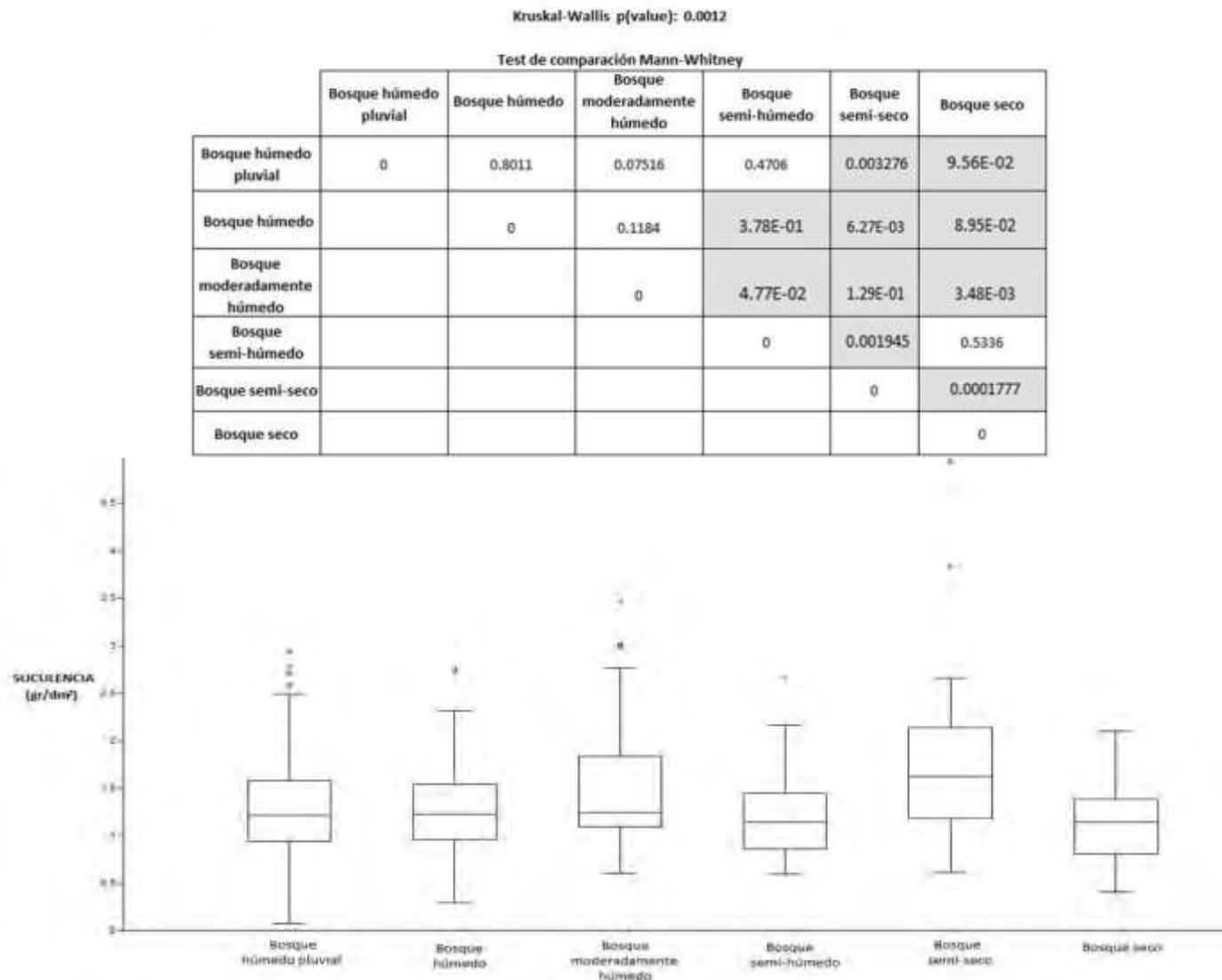


Figura 18. Valores de la suculencia con respecto a los tipos de bosque de acuerdo al gradiente de precipitación, se muestran como puntos los datos atípicos resultantes al reunir todos los datos de los bosques.

Tabla 46. ESCLEROFILIA: Resultados de la prueba de varianza Kruskal-Wallis y el test de Mann-Whitney. Se muestra el “p-value” entre levantamientos, hay diferencias significativas cuando se cumple $p < 0.05$.

Kruskal-Wallis p(value): 1.091 E-10

Test de comparación Mann-Whitney

	Bosque húmedo pluvial	Bosque húmedo	Bosque moderadamente húmedo	Bosque semi-húmedo	Bosque semi-seco	Bosque seco
Bosque húmedo pluvial	0	0.2738	0.008664	0.01439	4.864E-06	8.39E-07
Bosque húmedo		0	0.001095	1.42E-03	1.08E-06	8.74E-08
Bosque moderadamente húmedo			0	9.08E-01	5.71E-03	2.47E-02
Bosque semi-húmedo				0	0.01678	0.07591
Bosque semi-seco					0	0.214
Bosque seco						0

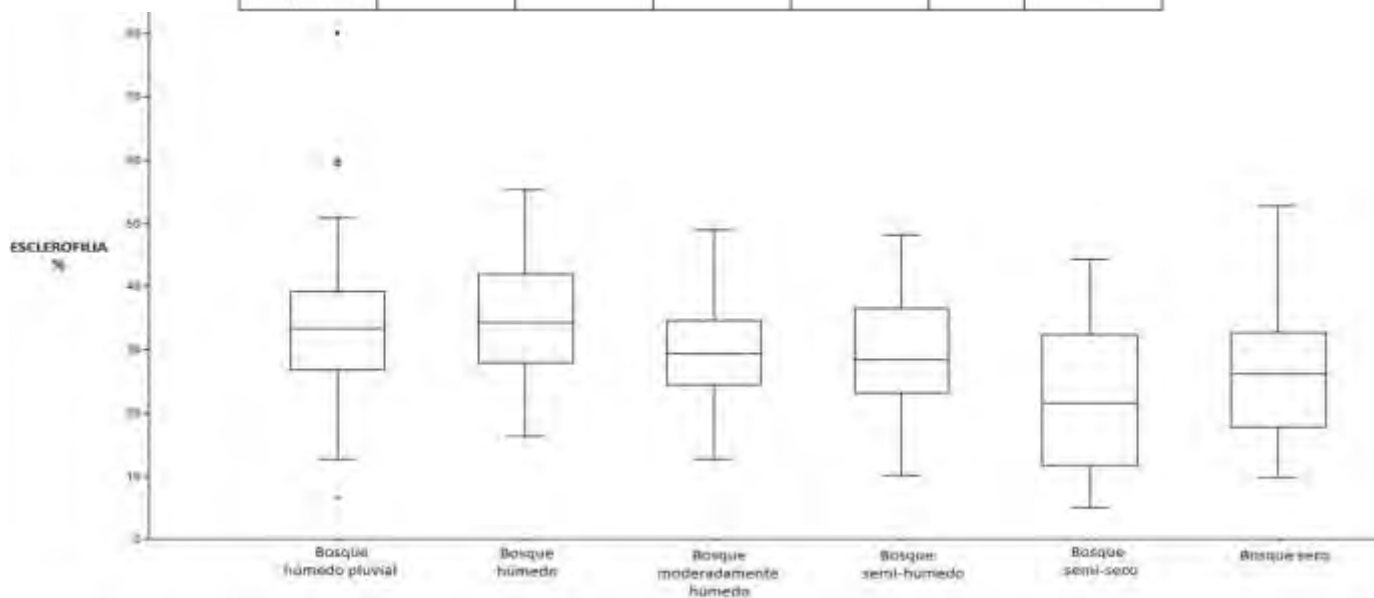


Figura 19. Valores de la esclerofilia con respecto a los tipos de bosque de acuerdo al gradiente de precipitación, se muestran como puntos los datos atípicos resultantes al reunir todos los datos de los bosques.

Tabla 47. GROSOR: Resultados de la prueba de varianza Kruskal-Wallis y el test de Mann-Whitney. Se muestra el “p-value” entre levantamientos, hay diferencias significativas cuando se cumple $p < 0.05$.

Kruskal-Wallis p(value): 1.15 E-31

Test de comparación Mann-Whitney

	Bosque húmedo pluvial	Bosque húmedo	Bosque moderadamente húmedo	Bosque semi-húmedo	Bosque semi-seco	Bosque seco
Bosque húmedo pluvial	0	0.000001365	0.05672	1.882E-08	0.0002003	2.02E-18
Bosque húmedo		0	1.456E-07	7.78E-13	1.06E-08	1.24E-20
Bosque moderadamente húmedo			0	4.46E-05	1.42E-02	4.45E-12
Bosque semi-húmedo				0	0.8556	0.003756
Bosque semi-seco					0	0.1394
Bosque seco						0

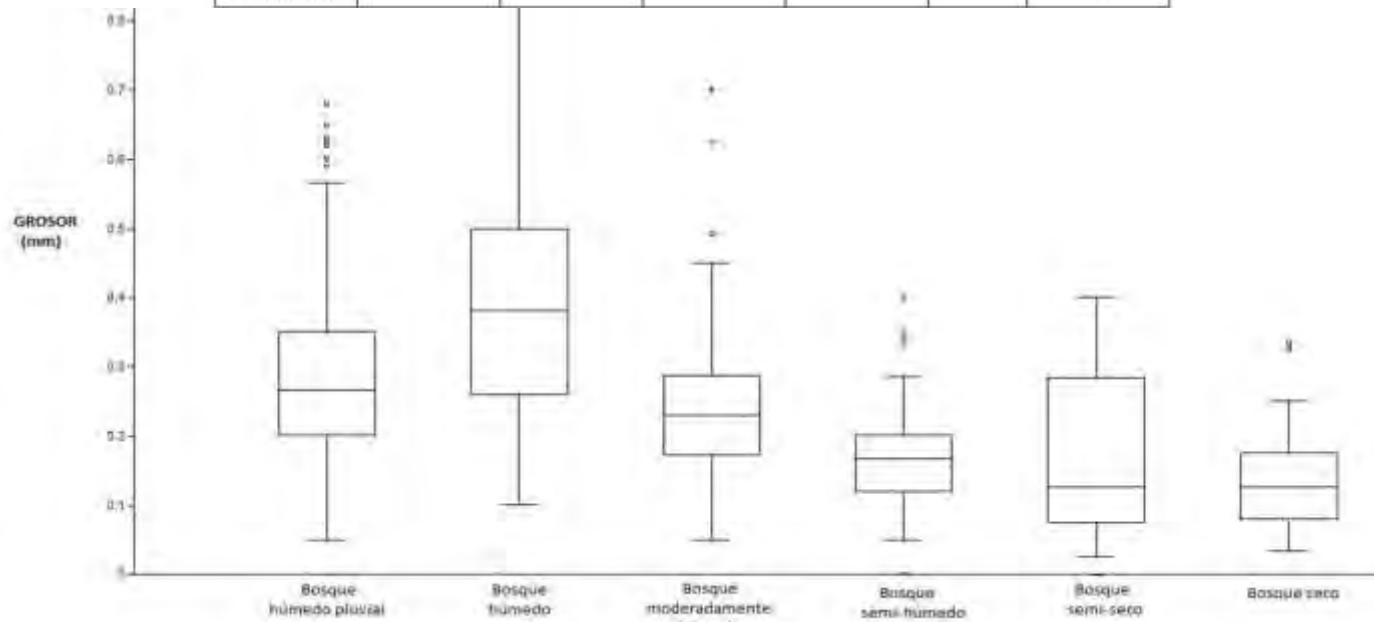


Figura 20. Valores del grosor con respecto a los tipos de bosque de acuerdo al gradiente de precipitación, se muestran como puntos los datos atípicos resultantes al reunir todos los datos de los bosques.

GROSOR

En la tabla 47 se muestran los valores “p-value” obtenidos a partir de la prueba de varianza y del test de comparaciones de Mann-Whitney. En general se observa que los bosques más húmedos tienen diferencias significativas con respecto a los bosques semi-húmedos, semi-secos y secos.

En la figura 20 (boxplot) se muestra el grosor a lo largo del gradiente de precipitación, se observa una tendencia en la reducción del grosor hacia los bosques de menor precipitación. La mayoría de datos del bosque seco presentaron los menores valores de grosor, mientras que en el bosque húmedo se presentaron los mayores valores de grosor. También se observa una gran variación de los datos en todos los bosques. Aunque se depuraron los datos atípicos por levantamiento, se observan datos extremos que resultan de la comparación de todos los datos.

7.4.1.1 Relación entre las características cuantitativas y la precipitación

En la tabla 48 se muestran los resultados de la prueba de correlación de Spearman (no paramétrica). Se observan varias correlaciones significativas de las variables con la precipitación y entre ellas mismas.

Tabla 48. Resultados de la correlación de Spearman, en la parte superior derecha los datos con fondo rosado indican los valores “p-value” que mostraron una correlación significativa ($p < 0.05$). En la parte inferior izquierda los valores en negrilla muestran el coeficiente de las correlaciones estadísticamente significativas.

Correlación de Spearman

	PRECIPITACIÓN	AREA FOLIAR (mm ²)	SLW (gr/dm ²)	SUCULENCIA (gr/dm ²)	ESCLEROFILIA (%)	GROSOR (mm)
PRECIPITACIÓN	0	6.53E-13	2.89E-12	0.84016	8.44E-10	2.27E-23
AREA FOLIAR (mm ²)	0.33	0	7.76E-19	8.95E-05	1.54E-05	2.08E-59
SLW (gr/dm ²)	0.32	0.41	0	1.44E-09	1.75E-56	1.17E-46
SUCULENCIA (gr/dm ²)	0.01	0.19	0.28	0	2.05E-24	3.00E-07
ESCLEROFILIA (%)	0.29	0.20	0.66	-0.46	0	7.29E-16
GROSOR (mm)	0.45	0.67	0.61	0.24	0.37	0

El área foliar, el peso específico, la esclerofilia y el grosor se correlacionaron positivamente con la precipitación (con $p < 0.05$ en todos los casos), es decir que a mayor precipitación estas variables aumentan. Aunque los coeficientes de correlaciones no tienen valores altos, los resultados por levantamiento y a nivel florístico apoyan estas relaciones. El coeficiente de correlación del grosor ($r=0.45$) obtuvo el mayor valor. La suculencia fue la única variable que no se encontró correlacionada con la precipitación.

El área foliar también se correlacionó con todas las variables de manera positiva, la relación del área foliar con el grosor y con el peso específico presentaron los valores mas altos en los coeficientes de correlación. Es decir que a medida que aumenta el área foliar, también aumentan estas variables y en menor medida aumenta la esclerofilia y la suculencia. El grosor se encontró correlacionado fuertemente con el área foliar ($r=0.67$) y el peso específico ($r=0.61$), y en menor medida con la suculencia y la esclerofilia.

La relación observada entre los índices fisiológicos (SLW, succulencia y esclerofilia) mostró que existen correlaciones significativas, esto puede ser causado por que las fórmulas utilizadas para obtener estos índices manejan las mismas variables como el peso fresco, el peso seco y el área foliar. Sin embargo se observa que el peso específico se encuentra correlacionado con la esclerofilia de manera positiva con un coeficiente alto ($r=0.66$) y en menor medida con la succulencia ($r=0.28$). La succulencia y esclerofilia se encontraron correlacionadas negativamente ($r= - 0.46$), es decir que a mayor succulencia la esclerofilia es baja.

7.4.2 Análisis de la relación de las características cualitativas con la precipitación (serie hídrica)

Se analizaron las tendencias y relaciones que tiene la precipitación con respecto a cada una de las características foliares evaluadas. Debido a la diferencia del área de muestreo en los levantamientos y con el fin de evitar un sesgo por esfuerzo y condiciones de muestreo, fue necesario calcular un índice de predominio para las características a lo largo del gradiente, por esto se tomó la proporción del número individuos que presentaron una característica foliar específica por unidad de área. Después, se realizó en todos los casos una correlación de Spearman (debido a que las distribuciones no fueron normales) sin incluir el levantamiento NC-5, debido al sesgo que se observó en el análisis de las características cuantitativas. A continuación se especifican las tendencias encontradas:

TAMAÑO (Figura 21)

En todos los levantamientos predominó la categoría mesófila y se observó un aumento de la expresión en la medida que aumenta la precipitación. La relación entre esta clase de tamaño y la precipitación mostró un coeficiente de correlación de 0.78 ($p < 0.05$), lo cual indica que a mayor precipitación el predominio de la categoría mesófila aumenta, el bosque húmedo pluvial presentó el mayor predominio de este tamaño.

La clase macrófila también se encontró relacionada con la precipitación, el coeficiente de correlación fue de 0.80 ($p < 0.05$), esta clase de tamaño sigue la misma tendencia encontrada para la clase mesófila, el bosque húmedo pluvial presentó el mayor predominio de este tamaño. En la figura 21, se observa que el bosque semi-seco presentó un alto predominio de la clase macrófila, sin embargo este fue el tamaño foliar para individuos de las familias *Arecaceae*, *Anacardiaceae*, *Bombacaceae* y *Mimosaceae*, generalmente estos individuos se caracterizaron por presentar hojas compuestas pero con folíolos pequeños (de categorías de tamaño micrófila y mesófila) a excepción de la familia *Arecaceae* la cual generalmente tiene folíolos grandes (macrófilos y megáfilos) de acuerdo con la especie.

La clase micrófila se encontró relacionada con la precipitación de manera inversa, el coeficiente de correlación fue de -0.621 ($p < 0.05$), lo cual indica que el predominio de esta clase se da cuando disminuye la precipitación, por esta razón el menor predominio se presentó en el bosque húmedo pluvial. En la figura 21, se observa que el bosque semi-húmedo presentó el mayor predominio de la clase micrófila, este fue el tamaño foliar para individuos de las familias *Annonaceae*, *Flacourtiaceae*, *Rubiaceae* y del grupo de Indeterminados, la mayoría de estos individuos se presentaron en los estratos inferiores, lo cual igualmente refleja la reducción de tamaño foliar hacia los estratos inferiores analizada en los levantamientos de este bosque (NC-3 y NC-4).

La clase notófila se presentó a lo largo del gradiente, pero el coeficiente de correlación con respecto a la precipitación no fue estadísticamente significativo ($p > 0.05$). El mayor valor de esta clase se presentó en el bosque húmedo pluvial, seguido de los bosques semi-húmedo y seco, la mayoría de individuos que presentaron esta clase de tamaño pertenecen a las familias *Annonaceae*, *Moraceae*, *Rubiaceae* y *Violaceae*. También se observa que la mayoría de individuos pertenecen a los estratos arbóreo y herbáceo.

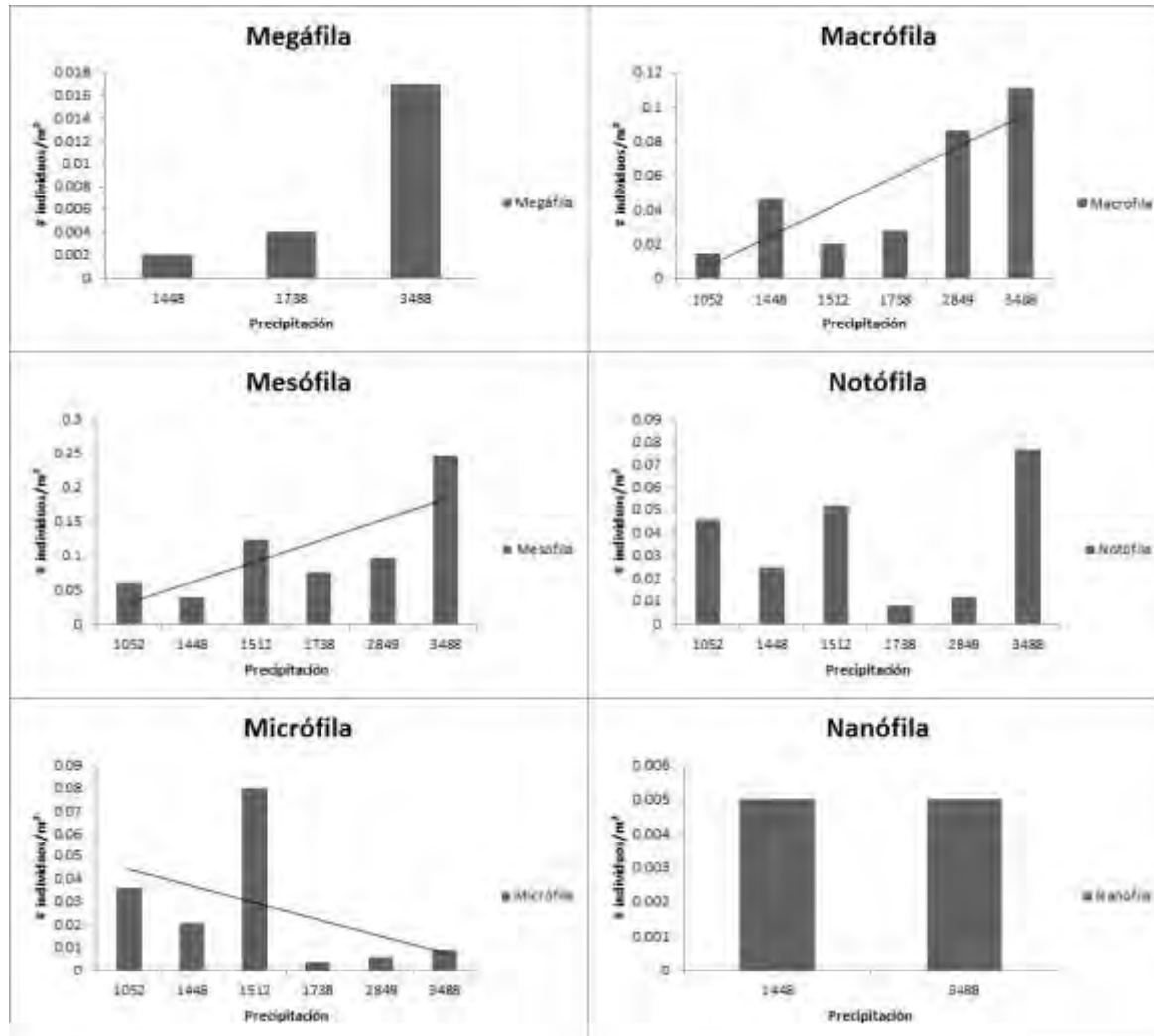
Las clases nanófila y megáfila no se presentaron de manera continua en el gradiente, por esta razón los coeficientes de correlación no fueron estadísticamente significativos ($p > 0.05$), estas clases coinciden con los valores atípicos encontrados en el análisis por levantamiento. Sin embargo, como particularidad es de notar que el predominio de la clase megáfila aumenta con la precipitación y alcanza el mayor valor en el bosque húmedo pluvial, los géneros representantes de esta clase fueron *Wettinia* (Arecaceae), *Inga* (Mimosaceae) y *Sterculia* (Sterculiaceae). También se observó que las hojas megáfilas son una característica específica de la familia Arecaceae, la cual es más frecuente en los bosques más húmedos. La clase Nanófila se presentó en el bosque semi-seco con un individuo indeterminado del estrato rasante y en el bosque húmedo pluvial con un individuo de la familia Rubiaceae en el estrato herbáceo.

CONSISTENCIA (Figura 22)

La categoría coriácea se encontró relacionada con la precipitación, el coeficiente de correlación fue de 0.70 ($p < 0.05$), lo cual indica que a mayor precipitación el predominio de esta consistencia aumenta; el bosque húmedo pluvial presentó el mayor dominio de esta consistencia. En la figura 22, se observa que en el bosque moderadamente húmedo se presentó el menor valor de la consistencia coriácea, ya que esta consistencia solo estuvo representada en el estrato arbóreo y éste a su vez con un bajo número de individuos de las familias Cecropiaceae, Moraceae e indeterminados. En el caso de la familia Moraceae la consistencia observada coincide con el análisis biotipológico foliar.

La categoría sub-coriácea también se encontró relacionada con la precipitación, el coeficiente de correlación fue de 0.74 ($p < 0.05$), lo cual indica que a mayor precipitación el predominio de esta consistencia aumenta, el bosque húmedo pluvial presentó el mayor predominio de esta consistencia.

La consistencia membranosa se presentó a lo largo del gradiente, pero el coeficiente de correlación con respecto a la precipitación no fue estadísticamente significativo ($p > 0.05$). El mayor predominio de la consistencia membranosa se presentó en el bosque húmedo pluvial, seguido de los bosques semi-húmedo y seco, la mayoría de individuos que presentaron consistencia membranosa pertenecen a las familias Anacardiaceae, Araceae, Capparaceae, Fabaceae, Mimosaceae, Moraceae, Rubiaceae entre otras. El dominio de la consistencia membranosa puede asociarse con los resultados de Rangel *et al.* (2011) en donde se indica que la mayor cobertura de la vegetación (Bosques de Córdoba) se encuentra en el estrato arbustivo y en menor medida en el estrato herbáceo. Además la consistencia membranosa aumentó en los estratos inferiores.



Tipo de Bosque	Precipitación promedio anual (mm)
Bosque seco	1052
Bosque semi-seco	1448
Bosque semi-húmedo	1512
Bosque moderadamente húmedo	1738
Bosque húmedo	2849
Bosque húmedo pluvial	3488

Figura 21. CLASES DE TAMAÑO: Distribución de cada categoría de tamaño con respecto al gradiente de precipitación. Se muestra una línea de tendencia para aquellas categorías que poseen una correlación (Spearman) estadísticamente significativa. En algunas categorías no se obtuvo datos para todo el gradiente y solo se observa la distribución de acuerdo a los montos de precipitación donde apareció. Nanófilas (entre 26 y 225mm²), Micrófilas (entre 226 y 2.025 mm²), Notófilas (entre 2.026 y 4.500 mm²), Mesófilas (entre 4.501 y 18.225 mm²), Macrófilas (entre 18.226 y 164.025 mm²) y Megáfilas (> 164.025 mm²).

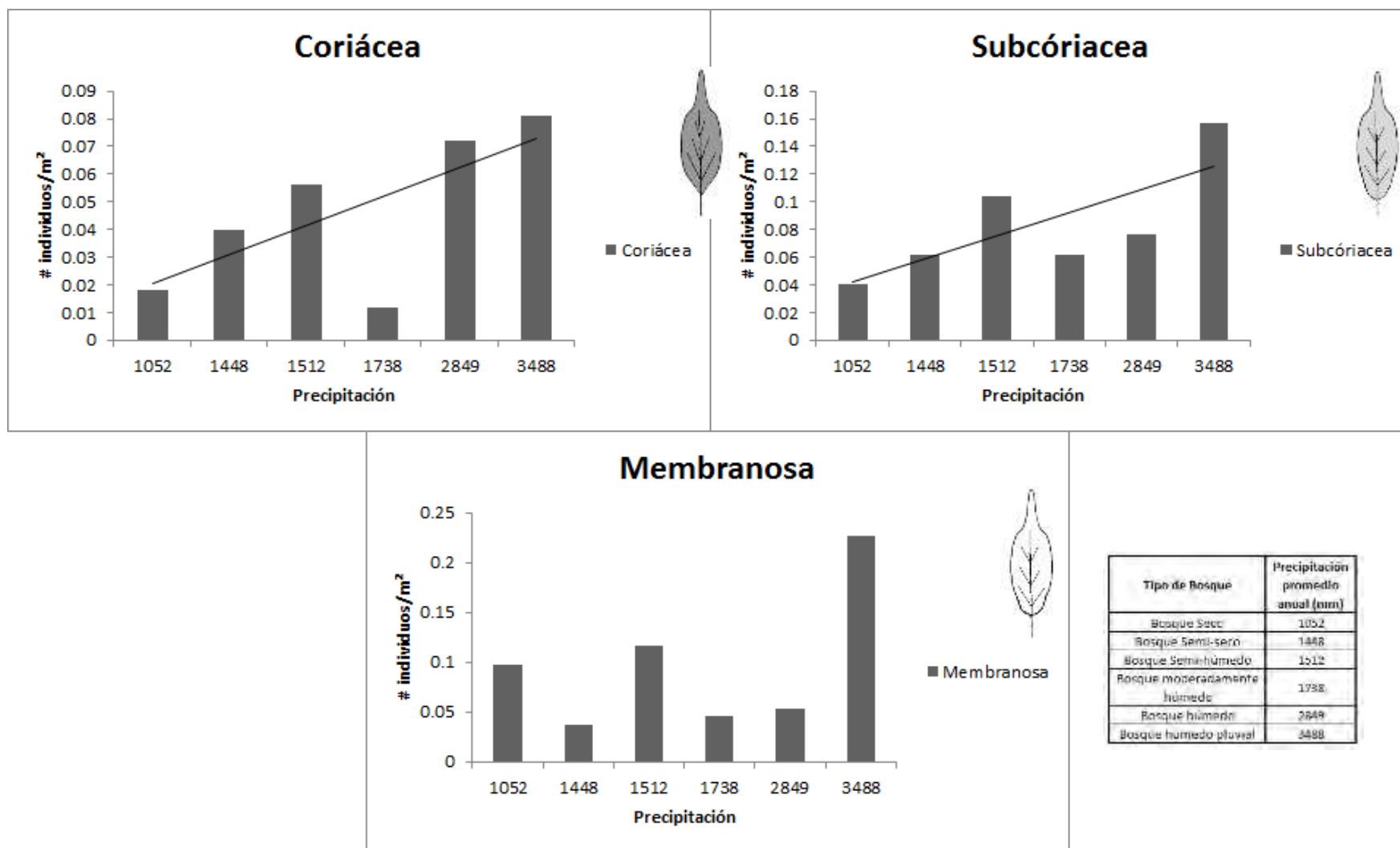


Figura 22. TIPOS DE CONSISTENCIA: Distribución de las clases de consistencia con respecto al gradiente de precipitación. Se muestra una línea de tendencia para aquellas categorías que poseen una correlación (Spearman) estadísticamente significativa. En algunas categorías no se obtuvo datos para todo el gradiente y solo se observa la distribución de acuerdo a los montos de precipitación donde se presentó.

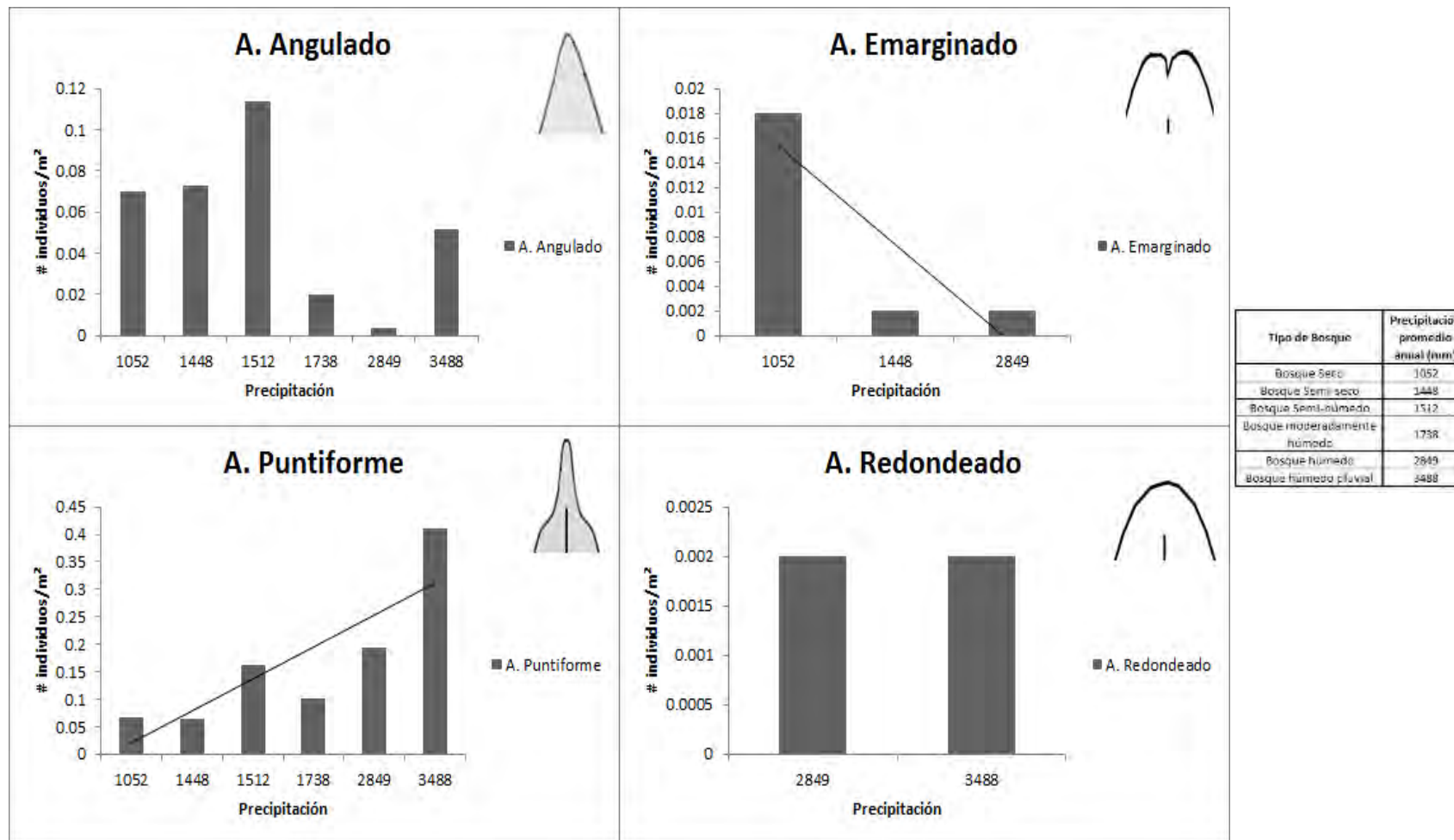


Figura 23. TIPOS DE ÁPICE: Distribución de los tipos de ápice con respecto al gradiente de precipitación. Se muestra una línea de tendencia para aquellas categorías que poseen una correlación (Spearman) estadísticamente significativa. En algunas categorías no se obtuvo datos para todo el gradiente y solo se observa la distribución de acuerdo a los montos de precipitación donde se presentó.

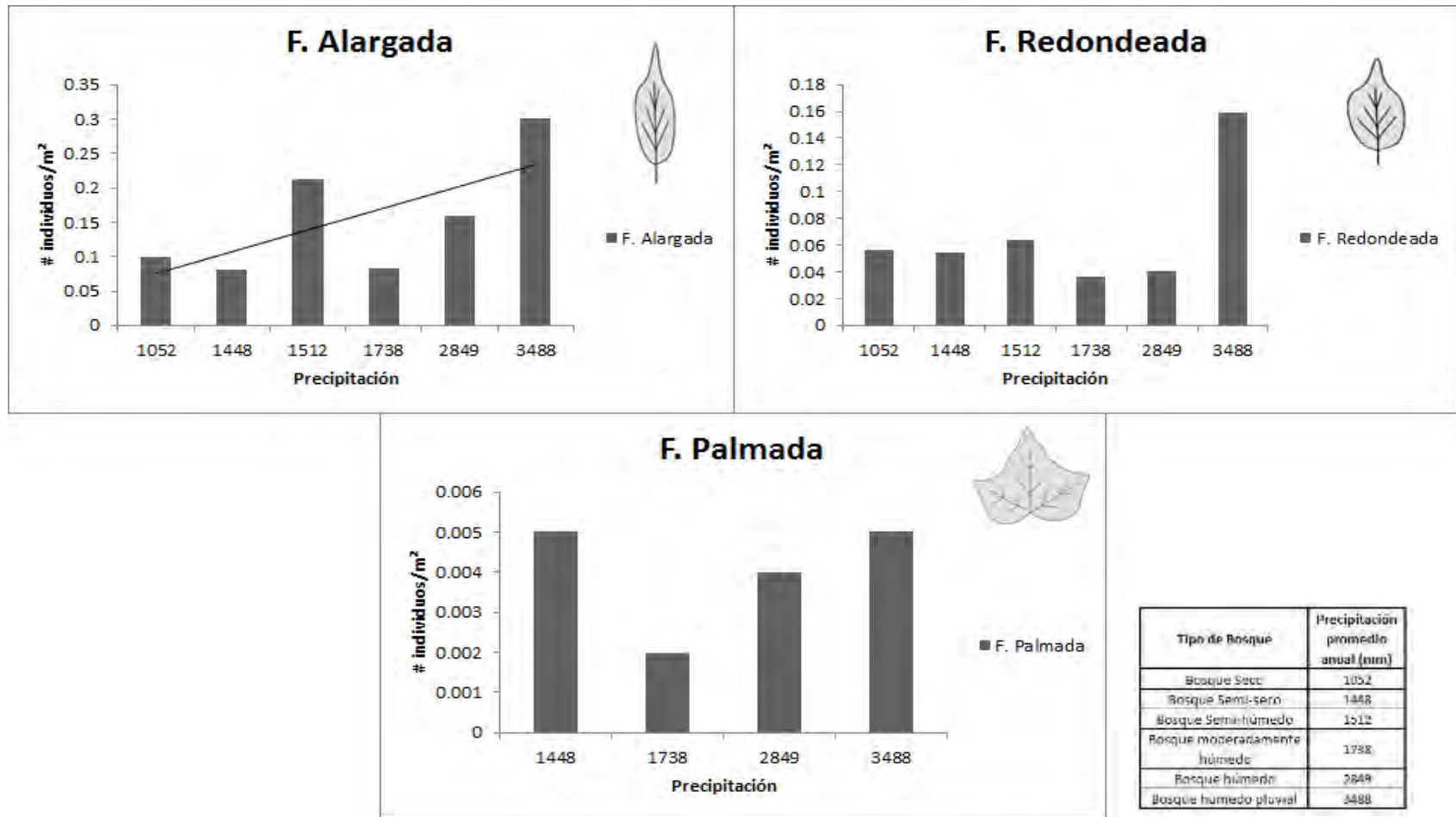
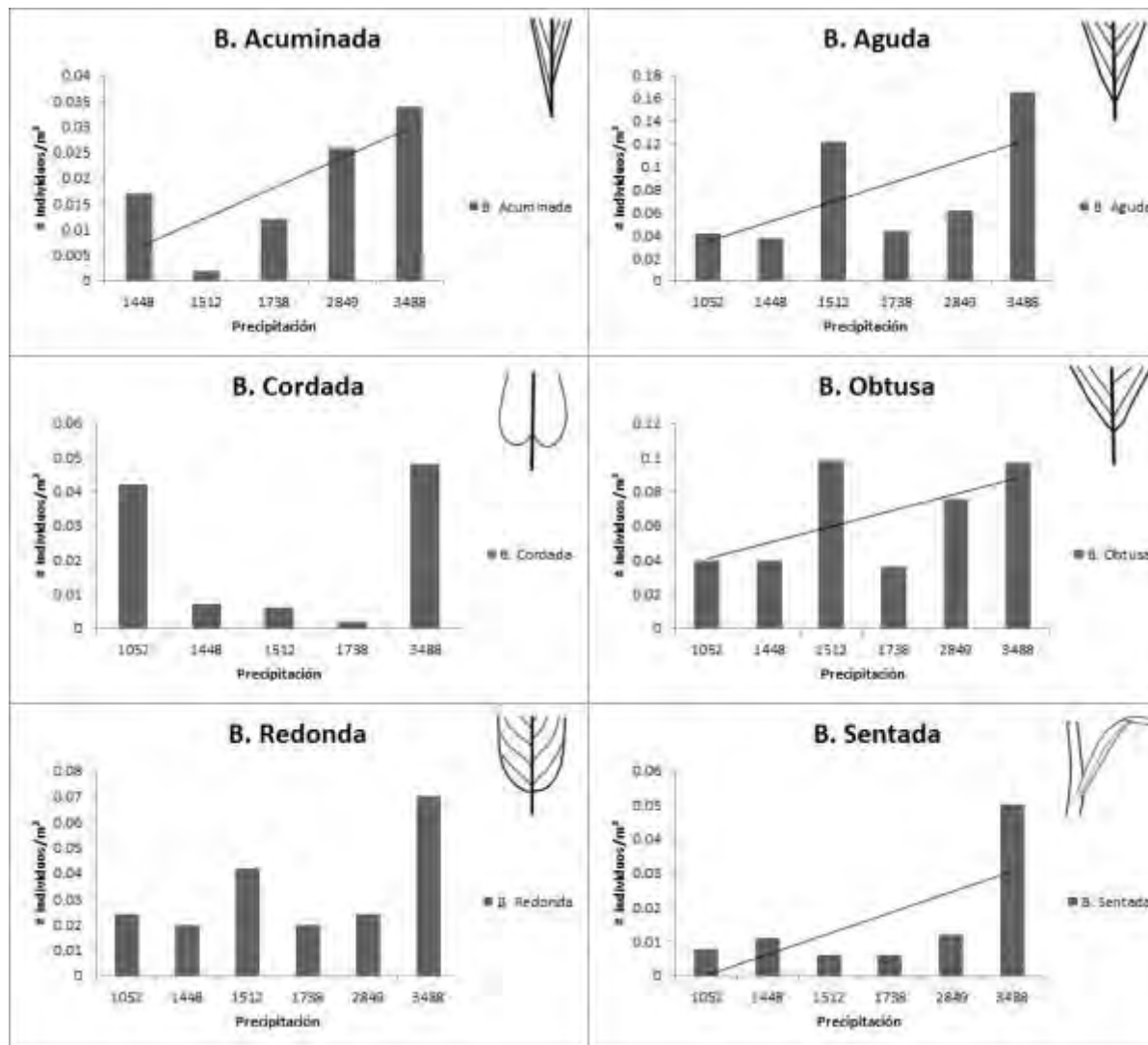


Figura 24. FORMA: Distribución de los tipos de forma con respecto al gradiente de precipitación. Se muestra una línea de tendencia para aquellas categorías que poseen una correlación (Spearman) estadísticamente significativa. En algunas categorías no se obtuvo datos para todo el gradiente y solo se observa la distribución de acuerdo a los montos de precipitación donde se presente.



Tipo de Bosque	Precipitación promedio anual (mm)
Bosque Seco	1052
Bosque Semi-seco	1448
Bosque Semi-húmedo	1512
Bosque moderadamente húmedo	1738
Bosque húmedo	2849
Bosque húmedo pluvial	3488

Figura 25. TIPOS DE BASE: Distribución de los tipos de base con respecto al gradiente de precipitación. Se muestra una línea de tendencia para aquellas categorías que poseen una correlación (Spearman) estadísticamente significativa. En algunas categorías no se obtuvo datos para todo el gradiente y solo se observa la distribución de acuerdo a los montos de precipitación donde se presentó.

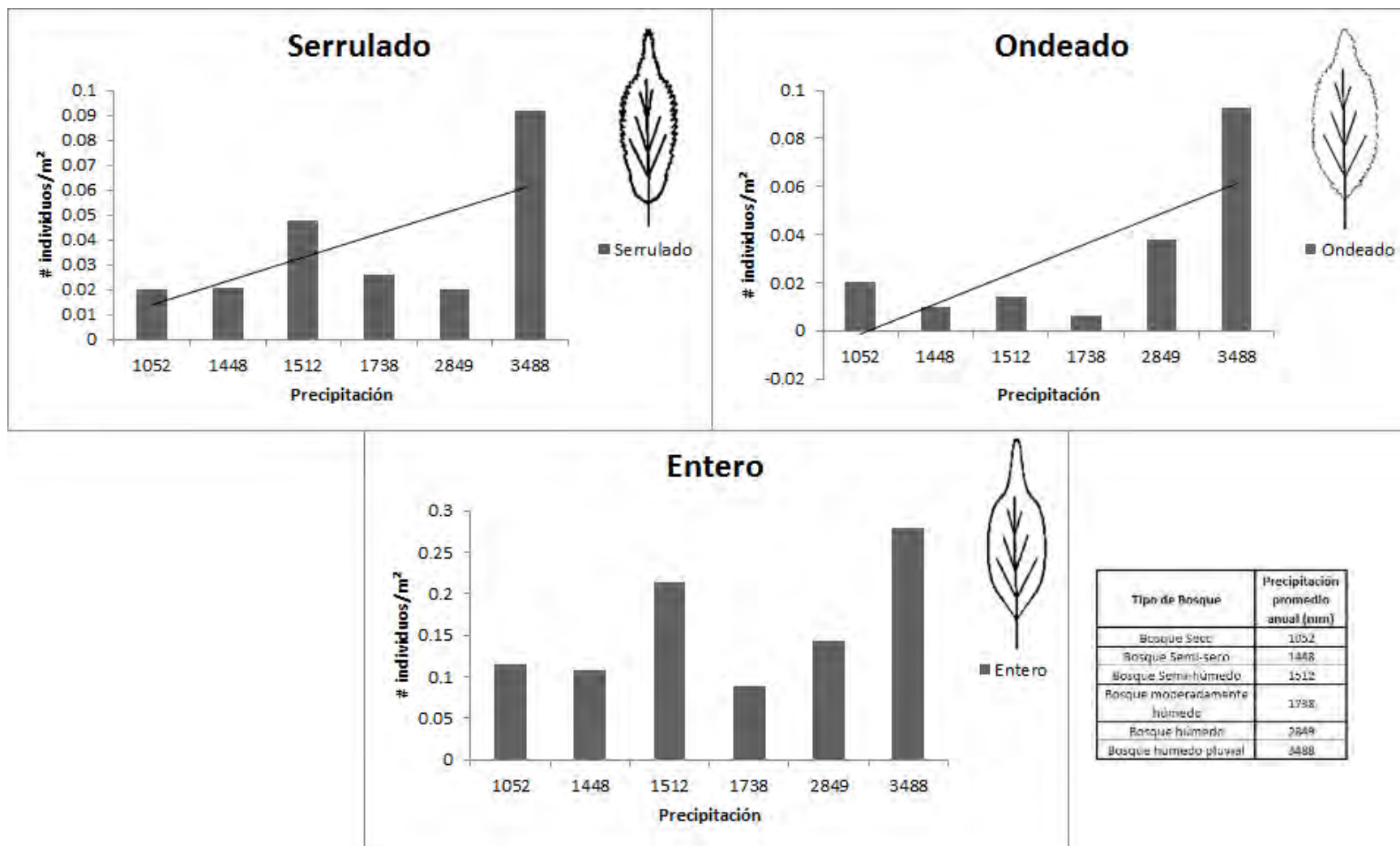


Figura 26. BORDE: Distribución de los tipos de borde con respecto al gradiente de precipitación. Se muestra una línea de tendencia para aquellas categorías que poseen una correlación (Spearman) estadísticamente significativa. En algunas categorías no se obtuvo datos para todo el gradiente y solo se observa la distribución de acuerdo a los montos de precipitación donde se presentó.

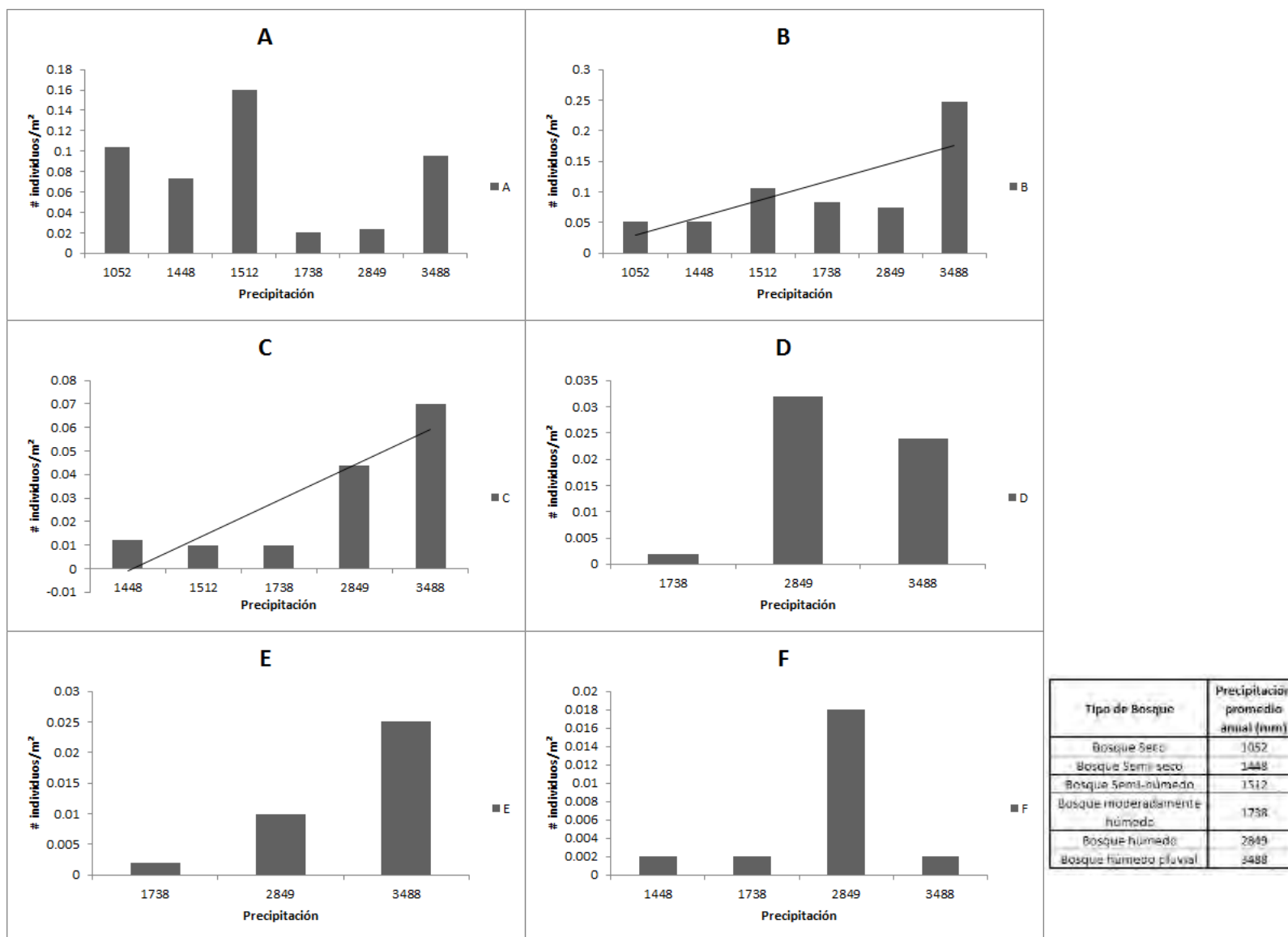
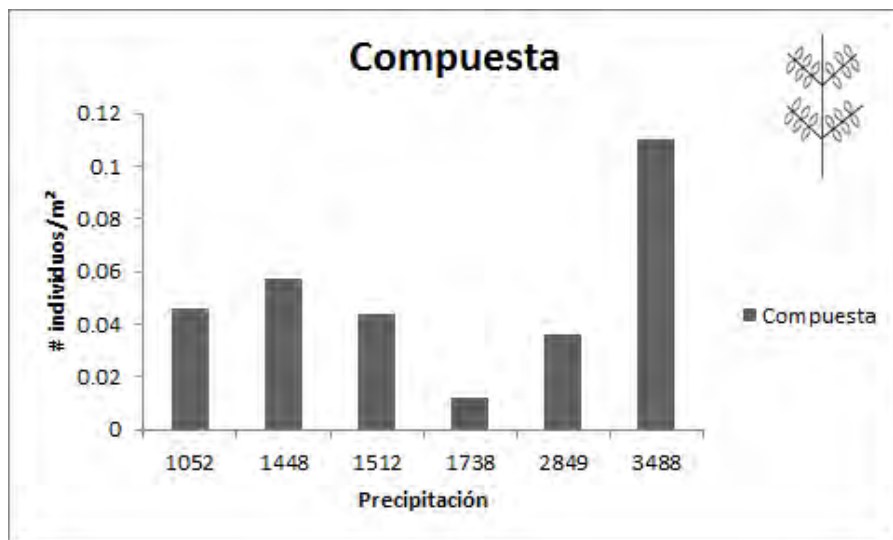


Figura 27. CATEGORÍA DE GROSOR: Distribución de los tipos de borde con respecto al gradiente de precipitación. Se muestra una línea de tendencia para aquellas categorías que poseen una correlación (Spearman) estadísticamente significativa. En algunas categorías no se obtuvo datos para todo el gradiente y solo se observa la distribución de acuerdo a los montos de precipitación donde se presentó. Los tipos de grosor A (0.005 a 0.15 mm), B (0.16 a 0.35 mm), C(0.36 a 0.45 mm), D(0.46 a 0.55 mm), E (0.56 a 0.65 mm) y F(> 0.66 mm).



Tipo de Bosque	Precipitación promedio anual (mm)
Bosque Seco	1052
Bosque Semi-seco	1448
Bosque Semi-húmedo	1512
Bosque moderadamente húmedo	1738
Bosque húmedo	2849
Bosque húmedo pluvial	3488

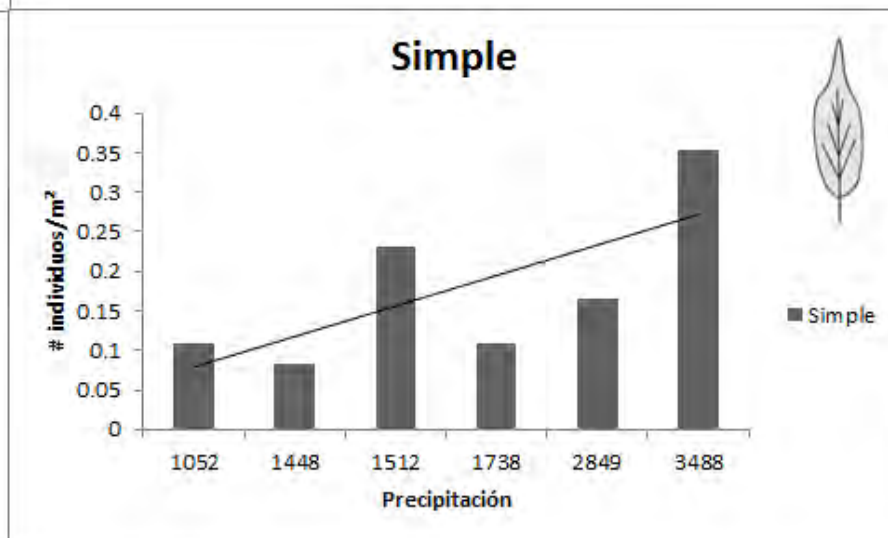
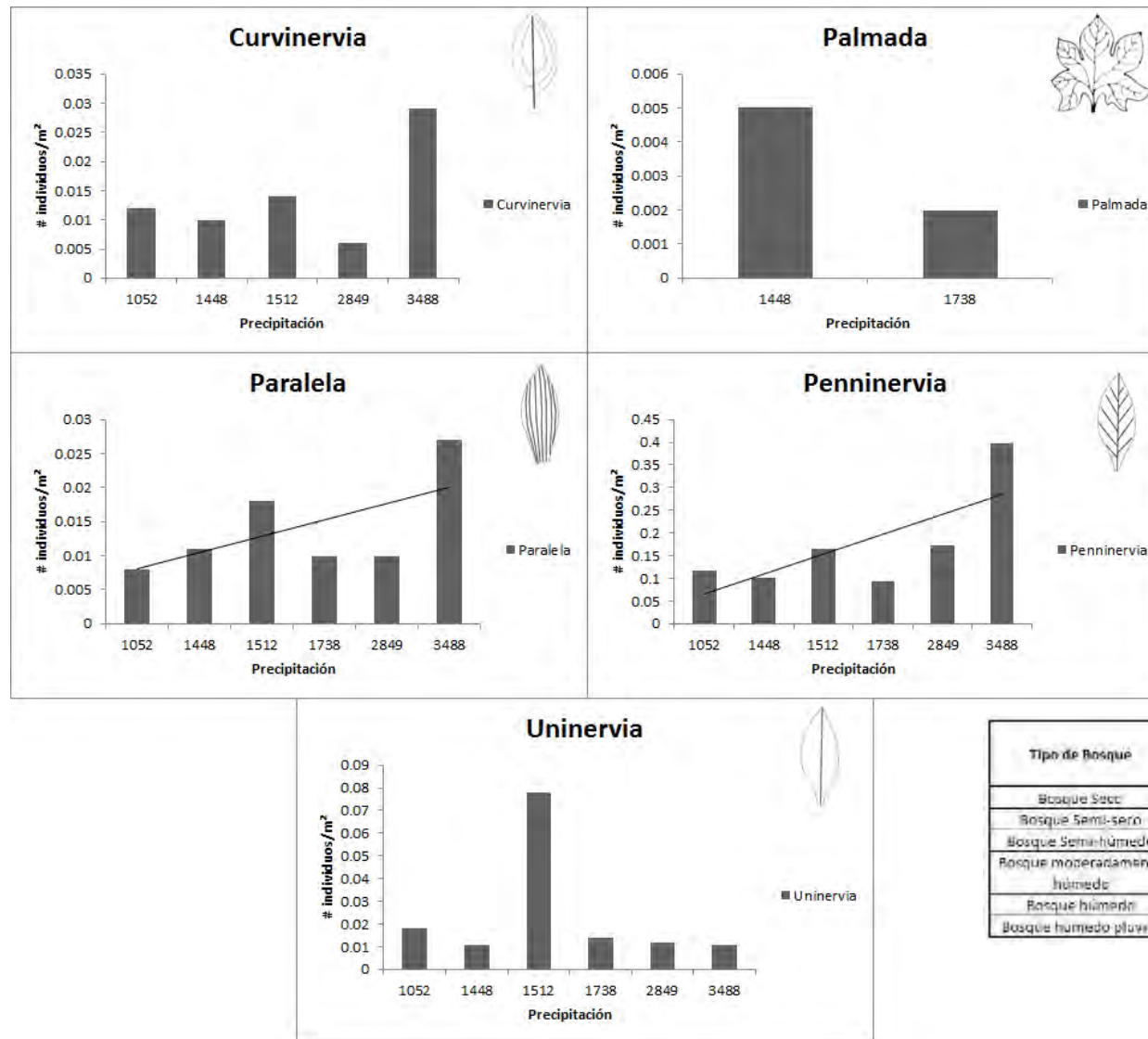
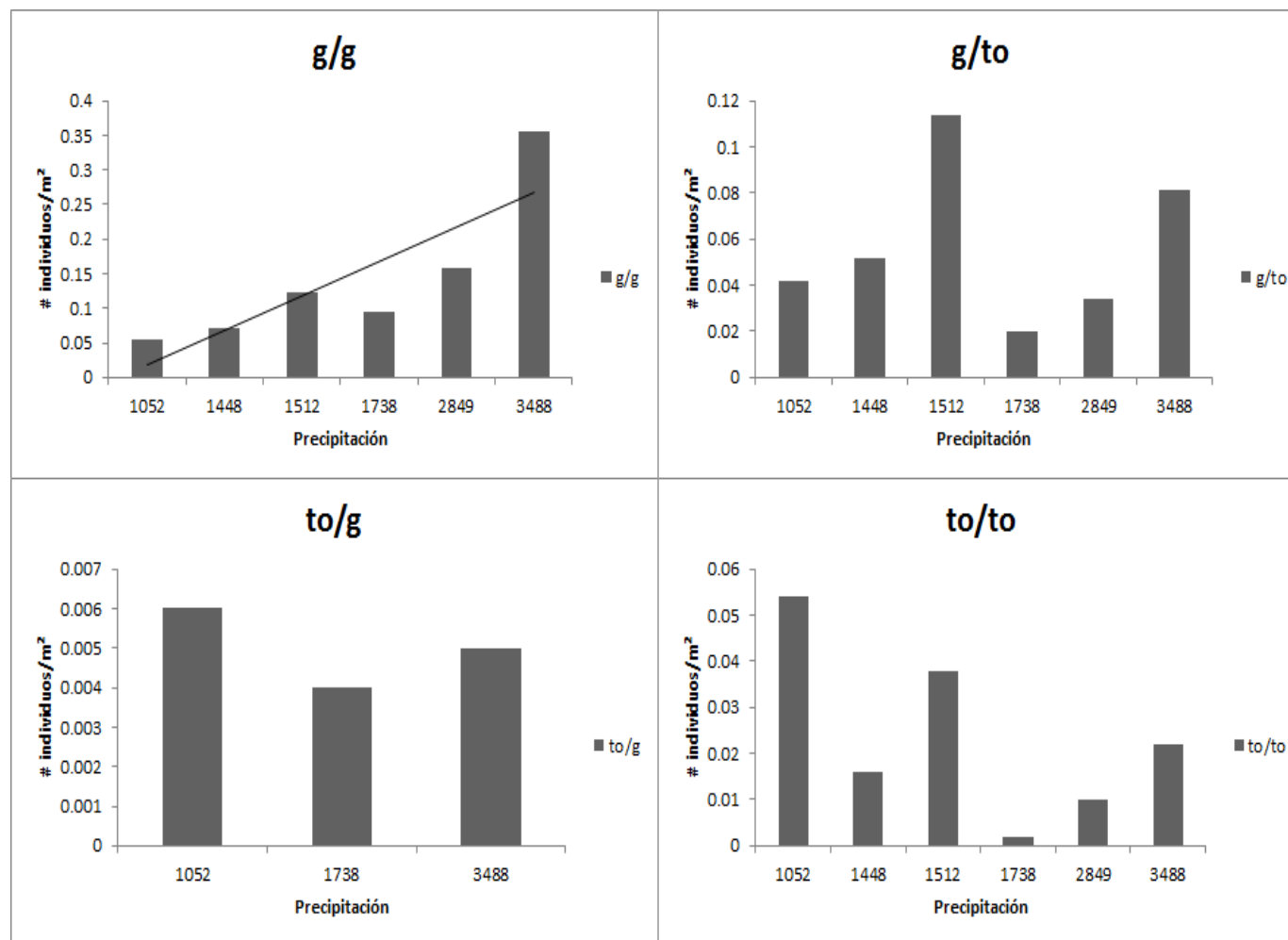


Figura 28. TIPO DE HOJA: Distribución de los tipos de hoja con respecto al gradiente de precipitación. Se muestra una línea de tendencia para aquellas categorías que poseen una correlación (Spearman) estadísticamente significativa. En algunas categorías no se obtuvo datos para todo el gradiente y solo se observa la distribución de acuerdo a los montos de precipitación donde se presentó.



Tipo de Bosque	Precipitación promedio anual (mm)
Bosque Seco	1052
Bosque Semi-seco	1448
Bosque Semi-húmedo	1512
Bosque moderadamente húmedo	1738
Bosque húmedo	2849
Bosque húmedo pluvial	3488

Figura 29. TIPO DE NERVIACION: Distribución de los tipos de nerviación con respecto al gradiente de precipitación. Se muestra una línea de tendencia para aquellas categorías que poseen una correlación (Spearman) estadísticamente significativa. En algunas categorías no se obtuvo datos para todo el gradiente y solo se observa la distribución de acuerdo a los montos de precipitación donde se presentó.



Tipo de Bosque	Precipitación promedio anual (mm)
Bosque Seco	1052
Bosque Semi-seco	1448
Bosque Semi-húmedo	1512
Bosque moderadamente húmedo	1738
Bosque húmedo	2849
Bosque húmedo pluvial	3488

Figura 30. PROTECCIÓN FOLIAR: Distribución de los tipos de neriación con respecto al gradiente de precipitación. Se muestra una línea de tendencia para aquellas categorías que poseen una correlación (Spearman) estadísticamente significativa. En algunas categorías no se obtuvo datos para todo el gradiente y solo se observa la distribución de acuerdo a los montos de precipitación donde se presentó. La característica g/g refiere a hojas sin protección, g/to hojas con protección en el envés, to/g hojas con protección en el haz y to/to hojas con protección en ambas caras de la lámina foliar.

ÁPICE (Figura 23)

En todos los levantamientos predominó el ápice puntiforme y se observó un mayor dominio en la medida en que aumenta la precipitación. La relación entre este tipo de ápice y la precipitación mostró un coeficiente de correlación de 0.82 ($p < 0.05$), lo cual indica que a mayor precipitación el predominio del ápice puntiforme aumenta, el bosque húmedo pluvial presentó el mayor predominio de éste tipo de ápice.

El ápice emarginado aunque no se presentó de manera continua en todo el gradiente, también se relaciona con la precipitación con un coeficiente de correlación de -0.74 ($p < 0.05$), lo cual indica que a menor precipitación el predominio de éste ápice aumenta, por esta razón la mayor representatividad se presentó en el bosque seco; el ápice emarginado se presentó en individuos de las familias Capparaceae, Mimosaceae, Fabaceae entre otras.

El ápice angulado se presentó a lo largo del gradiente, pero el coeficiente de correlación con respecto a la precipitación no fue estadísticamente significativo ($p > 0.05$). Sin embargo, el mayor predominio del ápice angulado se presentó en el bosque semi-húmedo pluvial, seguido de los bosques semi-seco y seco; la mayoría de individuos fueron representantes de las familias Capparaceae, Flacourtiaceae, Mimosaceae, Rubiaceae, Sapindaceae entre otras, en los estratos arbustivo y herbáceo.

El ápice redondeado se presentó solo en el bosque moderadamente húmedo y húmedo pluvial; un individuo del género *Wettinia* (Arecaceae).

FORMA (Figura 24)

En todos los levantamientos predominó la forma alargada y se observó un aumento de predominio a mayor precipitación. La relación entre este tipo de forma y la precipitación mostró un coeficiente de correlación de 0.80 ($p < 0.05$), lo cual indica que a mayor precipitación el predominio de la forma alargada aumenta, el bosque húmedo pluvial presentó el mayor predominio de éste tipo de forma.

La forma redondeada se presentó a lo largo del gradiente, pero el coeficiente de correlación con respecto a la precipitación no fue estadísticamente significativo ($p > 0.05$). Sin embargo, el mayor predominio de la forma redondeada se presentó en el bosque húmedo pluvial, seguido de los bosques semi-seco y seco; la mayoría de individuos fueron representantes de las familias Capparaceae, Fabaceae, Mimosaceae, Euphorbiaceae, Icacinaceae, Lauraceae, Rubiaceae.

La forma palmada se presentó en el bosque semi-seco, húmedo, moderadamente húmedo y húmedo pluvial, esta característica fue específica para la familia Sterculiaceae del género *Sterculia* y la familia Cecropiaceae con los géneros *Cecropia* y *Pourouma*.

BASE (Figura 25)

En todos los levantamientos predominaron las bases aguda y obtusa. La relación entre estos tipos de bases foliares y la precipitación mostró un coeficiente de correlación de 0.74 para la base aguda y 0.68 para la obtusa ($p < 0.05$), lo cual indica que a mayor precipitación el predominio de estos tipos de base aumenta, el bosque húmedo pluvial

presentó el mayor predominio de estos tipos de base. De la misma manera las bases acuminada y sentada mostraron la misma tendencia con coeficientes de correlación significativos de 0.71 y 0.72. La base sentada estuvo representada especialmente por individuos de la familia Arecaceae siendo este un carácter específico para esta familia.

En la figura 25 se observa que el bosque semi-húmedo presenta máximos de predominio en algunas bases; en las bases aguda y obtusa se presentó el mayor predominio, mientras que la base acuminada estuvo representada solo por un individuo del género *Helicostylis* (Moraceae) y la base sentada con un individuos de la familia Arecaceae.

La base cordada presentó el mayor predominio en el bosque húmedo pluvial y el bosque seco, sin embargo no se encontró una relación significativa con la precipitación. En el bosque húmedo pluvial estuvo representada por individuos de las familias Arecaceae, Bombacaceae, Moraceae, Sterculiaceae, Rubiaceae entre otras; en el bosque seco por las familias Caesalpiniaceae, Capparaceae, Piperaceae entre otras.

La base redonda presentó el mayor predominio en el bosque húmedo pluvial, se observó una tendencia de aumento hacia los bosques de mayor precipitación sin embargo no se encontró una relación significativa con la precipitación, debido a que su predominio es importante en el bosque semi-húmedo y seco.

BORDE (Figura 26)

En todos los levantamientos predominó el borde entero, sin embargo no se encontró una relación estadísticamente significativa aunque se observa una tendencia a aumentar hacia los bosques de mayor precipitación. Los bordes irregulares (ondeado y serrulado) en cambio, se presentaron una relación con la precipitación, con coeficientes de correlación de 0.79 para el borde ondeado y 0.69 para el borde serrulado ($p < 0.05$). Los bordes serrulados y ondeados presentaron los mayores valores en el bosque húmedo pluvial con individuos de las familias Caryocaraceae, Moraceae, Myristicaceae, Moraceae, Rubiaceae, Violaceae entre otras; algunas de estas familias exclusivas para este tipo de bosque. En el bosque seco también se presentaron bordes irregulares, sin embargo estos bordes se observaron en familias diferentes a las del bosque húmedo pluvial, como Bignonaceae, Bombacaceae, Flacourtiaceae, Urticaceae e individuos indeterminados.

CATEGORIA DE GROSOR (Figura 27)

Según las clases propuestas por Tafur & Rangel (2005), no se encontró una relación estadísticamente significativa con la precipitación para las categorías A y F. Sin embargo, la categoría A (0.005-0.15 mm) mostro una tendencia a aumentar hacia los bosques de menor precipitación con un coeficiente de correlación de -0.45; en el bosque seco alcanzó el mayor predominio y la mayoría de individuos fueron de las familias Fabaceae, Mimosaceae, Moraceae, Rubiaceae entre otras e individuos indeterminados entre otras. La categoría F (>0.66 mm) no se presentó en todo el gradiente de precipitación, se encontró desde el bosque semi-seco hasta el bosque húmedo pluvial en individuos de las familias Arecaceae, Bombacaceae, Cecropiaceae, Clusiaceae, Melastomataceae, Rubiaceae entre otras.

Las categorías B, C, D y E mostraron una relación significativa con la precipitación, con coeficientes de correlación entre 0.73 y 0.85 ($p < 0.05$). Esta relación coincide con lo

observado en el análisis biotipológico de las familias más representativas, en donde se detectó el aumento de grosor hacia los bosques de mayor precipitación. Las categorías C y E se presentaron únicamente desde el bosque húmedo hasta el bosque húmedo pluvial.

TIPO DE HOJA (Figura 28)

En todos los levantamientos predominaron las hojas simples, también se encontró una relación con la precipitación, el coeficiente de correlación fue de 0.77 ($p < 0.05$), lo cual indica que a mayor precipitación el predominio de las hojas simples aumenta, el bosque húmedo pluvial presentó el mayor predominio de éste tipo de ápice.

Las hojas compuestas en cambio no mostraron una relación significativa con la precipitación, sin embargo el predominio aunque fue mayor en el bosque húmedo pluvial, pero la presencia de este tipo de hojas es más constante desde el bosque semi-húmedo al bosque seco. El alto predominio en el bosque húmedo pluvial puede ser causado por los numerosos individuos de las familias Arecaceae, Fabaceae, Meliaceae y Mimosaceae; mientras que desde el bosque semi-húmedo al bosque seco, se presentaron más familias con hojas compuestas, como Anacardiaceae, Arecaceae, Bombacaceae, Caesalpiniaceae, Fabaceae, Mimosaceae, Moraceae y Sapindaceae.

NERVIACIÓN (Figura 29)

En la mayoría de levantamiento predominó la nerviación penninervia, en la figura 29 se observa un aumento de la característica hacia los bosques con mayor precipitación, además se encontró una relación significativa con la precipitación con un coeficiente de correlación de 0.80 ($p < 0.05$). La nerviación paralela también se encontró relacionada con la precipitación con un coeficiente de correlación de 0.57 ($p < 0.05$), lo cual indica la directa relación con el aumento de individuos de la familia Arecaceae hacia los bosques con mayor precipitación.

Los tipos de nerviación uninervia y curvinervia no se encontraron relacionadas con la precipitación, indicando que posiblemente este tipo de nerviación se relaciona más con los taxones particulares. En el bosque semi-húmedo, se presentó el mayor predominio de la nerviación uninervia, con individuos de las familias Capparaceae, Fabaceae y del grupo de indeterminados. Mientras que en el bosque húmedo pluvial, se presentó el mayor predominio de la nerviación curvinervia, con individuos de las familias Arecaceae, Costaceae, Cyperaceae entre otras.

La nerviación palmada se presentó como una característica específica de los géneros *Cavanillesia*, *Sterculia* y *Pourouma*, cuyas especies se presentaron en el bosque moderadamente húmedo y en el bosque semi-seco.

PROTECCIÓN (Figura 30)

En la mayoría de levantamiento predominaron las hojas sin protección (glabras), en la figura 30 se observa un aumento de predominio hacia los bosques con mayor precipitación, además se encontró una relación significativa con la precipitación con un coeficiente de correlación de 0.82 ($p < 0.05$). En la figura 30, se observa que el predominio de las hojas con protección en ambas caras de la lámina foliar aumenta en los bosques con menor precipitación, este tipo de protección presentó un coeficiente de correlación

negativo (-0.45) aunque no fue estadísticamente significativo ($p > 0.05$). El mayor valor se presentó en la mayoría de individuos del bosque seco.

La protección foliar solo por la cara abaxial de lámina foliar (g/to), no presentó una relación estadísticamente significativa con la precipitación, el mayor predominio se presentó en el bosque semi-húmedo con individuos de las familias Anacardiaceae, Arecaceae, Moraceae, Rubiaceae entre otras. La protección solo por la cara adaxial de la lámina foliar (to/g), no presentó una relación estadísticamente significativa con la precipitación, además solo se presentó en los bosques seco, moderadamente húmedo y húmedo pluvial con individuos de las familias Heliconiaceae, Cecropiaceae, Piperaceae y Rubiaceae.

7.4.2.1 Relación entre las características cualitativas

En las tablas 49 A, 49 B y 49 C, se muestra la relación entre las características foliares que se presentaron a lo largo del gradiente de precipitación, y mostraron una correlación estadísticamente significativa entre sí. Entre todas las características foliares cualitativas, algunas como la forma de la hoja palmada se encontró asociada de manera exclusiva a los géneros *Pourouma*, *Sterculia* y *Cecropia*, y no tuvo relación con la precipitación. A partir de las correlaciones significativas ($p < 0.05$) se logró asociar varias características entre sí, de esta forma no solo aumenta el predominio de las características individualmente, sino que existe una dependencia entre las características. De acuerdo a estas relaciones se establecen las siguientes asociaciones entre las características foliares:

En el tamaño foliar, las clases macrófila y mesófila se encontraron asociadas con la presencia de hojas con ápice puntiforme, forma alargada, con borde entero e irregular (ondeado y serrulado), de consistencia coriácea o sub-coriácea, con una base angulada (acuminada-aguda) u obtusa, hojas sin protección, con un grosor que varía desde el tipo B hasta el E (0.16 mm a 0.65 mm) y de nerviación penninervia. Para ambas clases de tamaño no es común presentar el ápice emarginado (correlación negativa). Por otro lado, se encontraron algunas diferencias entre estas dos clases de tamaño, la clase macrófila se asoció con la forma de lámina palmada y la base sentada, mientras que la clase mesófila se asoció con la forma redondeada, base redonda, nerviación paralela y protección por el envés de la lámina foliar.

La clase de tamaño notófila solo se asoció con la presencia de hojas compuestas y no es común (correlación negativa) que las hojas de éste tamaño presenten un grosor de tipo F (> 0.66 mm). En la clase de tamaño micrófila, se observó que la mayoría de correlaciones son negativas, es decir que no se encuentran asociadas con este tamaño, es el caso del borde ondulado, la base sentada y los tipos de grosor D, E y F; sin embargo este tamaño se asoció significativamente con la presencia de hojas con ápice angulado, grosor tipo A (0.005 mm - 0.15 mm) y protección en ambas caras de la lámina foliar.

En la consistencia foliar, la subcategorías coriácea y sub-coriácea se encontraron asociadas con la presencia de hojas con ápice puntiforme, forma alargada y redondeada, con borde entero o serrulado, con varios tipos de bases (anguladas, obtusa y redonda), hojas glabras o con protección en el envés, con un grosor que varía desde el tipo B hasta el D (0.16 mm a 0.55 mm) y de nerviación paralela o penninervia. Se encontró que para todos los tipos de consistencia no es común presentar el ápice emarginado (correlación

negativa). Por otro lado, se encontraron algunas diferencias en el tipo de consistencia membranosa, la cual se encuentra asociada con la presencia de las bases aguda u obtusa, hojas simples y nerviación curvinervia, a diferencia de las demás clases de consistencia.

En el ápice foliar, la sub-categoría puntiforme se encontró asociada con la presencia de hojas con forma alargada y redondeada, con todos los tipos de borde, con varios tipos de bases (anguladas, obtusa y redonda), hojas glabras o con protección en el envés, con un grosor que varía desde el tipo B hasta el E (0.16 mm a 0.65 mm) y de nerviación paralela o penninervia. El ápice angulado solo se asoció con la hojas de grosor tipo A y no es común en las hojas de grosor tipo F, mientras que el ápice redondeado no es común en las hojas de grosor tipo A. Particularmente el ápice emarginado, presentó correlaciones negativas con respecto a las demás características foliares, indicando que no es común y solo se presenta en algunos taxones particulares (*Bauhinia*, *Capparis*, *Machaerium*, *Pithecellobium*, *Samanea* entre otras), también es posible que tenga relación con posibles daños de las hojas, los cuales hacen que pierdan el ápice y éste se parezca a un ápice emarginado.

En la forma foliar, todas las sub-categorías se encontraron asociadas con la presencia de hojas con bordes enteros o serrulados. La forma alargada y la redondeada se encontraron asociadas con la presencia de hojas glabras o con protección en el envés y de nerviación paralela y penninervia. Sin embargo se encontraron algunas diferencias, la forma redondeada se asoció con hojas de grosor tipo B y C, de base aguda-redonda y nerviación curvinervia; mientras que la forma alargada se asoció con un grosor desde el tipo B hasta el F y varios tipos de bases (anguladas, obtusa y redonda). La forma palmeada, particularmente se asoció con hojas de base acuminada, glabras, con un grosor que varía desde el tipo C hasta el E y nerviación palmada, características específicas para los géneros *Sterculia*, *Cecropia* y *Pourouma*.

En la base foliar, todas las sub-categorías se encontraron asociadas con la presencia de hojas con bordes enteros o serrulados, glabras, de grosor tipo B y nerviación penninervia. Sin embargo se encontraron algunas diferencias, la base acuminada se asoció con hojas de grosor desde el tipo B hasta el E; las bases agudas y obtusas se asociaron con las hojas simples o compuestas, de grosor desde el tipo B hasta el D, con protección por el envés y nerviación paralela y la base redonda se asoció con las hojas simples. Particularmente la base cordada, presentó correlaciones negativas con respecto a las demás características foliares, indicando que no es común y solo se presenta en algunos taxones particulares (*Dieffenbachia*, *Capparis*, *Pentaplaris*, *Tabebuia*, *Virola* entre otras).

En el tipo de borde, todas las sub-categorías se encontraron asociadas con la presencia de hojas glabras, de grosor desde el tipo B hasta el E y nerviación penninervia. Sin embargo se encontraron algunas diferencias, el borde entero se asoció con hojas que tenían protección en el envés y nerviación paralela, mientras que el borde serrulado se asoció con hojas de nerviación curvinervia. Finalmente, en la protección foliar, se observó que las hojas glabras se encuentran relacionadas con hojas de nerviación paralela o penninervia y grosor desde el tipo B hasta el C; mientras que la protección por el envés de la lámina foliar, se relaciona con la nerviación curvinervia y los tipos de grosor B y C. La protección en ambas caras de la lámina foliar se encontró asociada únicamente con el grosor tipo A y no es común en hojas de grosor D y F.

Tabla 49 A. Resultados de la prueba de correlación de Spearman entre las características foliares de tamaño y consistencia, se muestran los coeficientes de correlación de las características foliares que se correlacionaron entre sí, con una significancia bilateral (*p-value*) de $p < 0.05$ y $p < 0.01$.

CARACTERÍSTICA	SUB-CATEGORIAS	CONSISTENCIA			ÁPICE			FORMA			BASE					
		Coriácea	Membranosa	Subcóriacea	A. Angulado	A. Emarginado	A. Puntiforme	F. Alargada	F. Palmada	F. Redondeada	B. Acuminada	B. Aguda	B. Obtusa	B. Redonda	B. Sentada	
TAMAÑO	Macrófila	Coefficiente de correlación	0.70	0.40	0.70	-0.17	-0.66	0.72	0.69	0.80	0.52	0.95	0.67	0.62	0.44	0.67
		<i>p-value</i>	0.01	0.15	0.01	0.57	0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.06	<0.01	0.01	0.02	0.12	0.01
	Mesófila	Coefficiente de correlación	0.77	0.73	0.93	0.10	-0.75	0.96	0.97	0.48	0.61	0.55	0.91	0.88	0.67	0.37
		<i>p-value</i>	<0.01	<0.01	<0.01	0.74	<0.01	<0.01	<0.01	0.08	0.02	0.04	<0.01	<0.01	0.01	0.20
	Notófila	Coefficiente de correlación	0.42	0.36	0.49	0.51	-0.36	0.34	0.43	-0.01	0.47	0.04	0.38	0.42	0.24	0.11
		<i>p-value</i>	0.13	0.21	0.08	0.06	0.21	0.23	0.13	0.98	0.09	0.89	0.18	0.13	0.41	0.70
	Micrófila	Coefficiente de correlación	-0.16	-0.14	-0.24	0.73	0.19	-0.34	-0.36	-0.15	0.13	-0.41	-0.19	-0.33	0.06	-0.54
		<i>p-value</i>	0.58	0.64	0.40	<0.01	0.51	0.23	0.21	0.61	0.66	0.15	0.51	0.25	0.83	0.05

CARACTERÍSTICA	SUB-CATEGORIAS	BORDE			PROTECCIÓN			TIPO DE GROSOR						TIPO DE HOJA		NERVIACIÓN		
		Entero	Ondeado	Serrulado	g/g	g/to	to/to	A	B	C	D	E	F	Compuesta	Simple	Paralela	Penninervia	
TAMAÑO	Macrófila	Coefficiente de correlación	0.73	0.54	0.67	0.75	0.53	-0.50	-0.28	0.66	0.90	0.82	0.74	0.52	0.64	0.67	0.50	0.73
		<i>p-value</i>	<0.01	0.05	0.01	<0.01	0.05	0.07	0.34	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.06	0.01	0.01	0.07	<0.01
	Mesófila	Coefficiente de correlación	0.90	0.56	0.85	0.93	0.71	-0.12	0.01	0.89	0.78	0.69	0.64	0.23	0.56	0.95	0.70	0.97
		<i>p-value</i>	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	0.68	0.97	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.43	0.04	<0.01	0.01	<0.01
	Notófila	Coefficiente de correlación	0.42	0.19	0.38	0.36	0.53	0.41	0.46	0.41	0.21	0.01	-0.07	-0.53	0.65	0.41	0.42	0.43
		<i>p-value</i>	0.13	0.52	0.19	0.21	0.05	0.15	0.10	0.15	0.46	0.98	0.81	0.05	0.01	0.15	0.14	0.13
	Micrófila	Coefficiente de correlación	-0.15	-0.63	-0.11	-0.33	0.06	0.56	0.73	-0.36	-0.51	-0.72	-0.58	-0.58	-0.12	-0.27	-0.04	-0.38
		<i>p-value</i>	0.62	0.02	0.72	0.25	0.83	0.04	<0.01	0.20	0.06	<0.01	0.03	0.03	0.68	0.35	0.90	0.18

CARACTERÍSTICA	SUB-CATEGORIAS	ÁPICE		FORMA			BASE				
		A. Emarginado	A. Puntiforme	F. Alargada	F. Palmada	F. Redondeada	B. Acuminada	B. Aguda	B. Obtusa	B. Redonda	
CONSISTENCIA	Coriácea	Coefficiente de correlación	-0.63	0.76	0.82	0.48	0.60	0.56	0.73	0.82	0.58
		<i>p-value</i>	0.02	<0.01	<0.01	0.08	0.02	0.04	<0.01	<0.01	0.03
	Membranosa	Coefficiente de correlación	-0.59	0.75	0.70	0.34	0.60	0.30	0.80	0.61	0.35
		<i>p-value</i>	0.03	0.00	0.01	0.23	0.02	0.29	<0.01	0.02	0.22
	Subcóriacea	Coefficiente de correlación	-0.86	0.94	0.96	0.55	0.65	0.62	0.95	0.91	0.62
		<i>p-value</i>	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.02

CARACTERÍSTICA	SUB-CATEGORIAS	BORDE		PROTECCIÓN		TIPO DE GROSOR			TIPO DE HOJA		NERVIACIÓN			
		Entero	Serrulado	g/g	g/to	B	C	D	Compuesta	Simple	Curvinervia	Paralela	Penninervia	
CONSISTENCIA	Coriácea	Coefficiente de correlación	0.81	0.63	0.76	0.57	0.69	0.73	0.56	0.69	0.78	0.50	0.65	0.79
		<i>p-value</i>	<0.01	0.02	<0.01	0.03	0.01	<0.01	0.04	0.01	<0.01	0.07	0.01	<0.01
	Membranosa	Coefficiente de correlación	0.66	0.85	0.70	0.77	0.58	0.63	0.51	0.40	0.80	0.56	0.29	0.75
		<i>p-value</i>	0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.03	0.02	0.06	0.16	<0.01	0.04	0.32	<0.01
	Subcóriacea	Coefficiente de correlación	0.93	0.90	0.96	0.83	0.90	0.77	0.60	0.69	0.92	0.39	0.79	0.95
		<i>p-value</i>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.01	<0.01	0.17	<0.01	<0.01

Tabla 49 B. Resultados de la prueba de correlación de Spearman entre las características foliares de ápice y forma, se muestran los coeficientes de correlación de las características foliares que se correlacionaron entre sí, con una significancia bilateral (*p-value*) de $p < 0.05$ y $p < 0.01$.

CARACTERÍSTICA	SUB-CATEGORÍAS	FORMA				BASE				BORDE			PROTECCIÓN	
		F. Alargada	F. Redondeada	B. Acuminada	B. Aguda	B. Obtusa	B. Redonda	Entero	Ondeado	Serrulado	g/g	g/to		
ÁPICE	A. Angulado	Coefficiente de correlación	0.07	0.51	-0.07	0.17	0.04	0.46	0.32	-0.49	0.26	0.14	0.39	
		<i>p-value</i>	0.82	0.06	0.81	0.57	0.88	0.10	0.26	0.08	0.37	0.64	0.17	
	A. Emarginado	Coefficiente de correlación	-0.81	-0.56	-0.60	-0.88	-0.76	-0.43	-0.75	-0.35	-0.87	-0.82	-0.85	
		<i>p-value</i>	<0.01	0.04	0.02	<0.01	<0.01	0.12	<0.01	0.22	<0.01	<0.01	<0.01	
	A. Puntiforme	Coefficiente de correlación	0.98	0.56	0.58	0.96	0.87	0.59	0.87	0.63	0.90	0.93	0.79	
		<i>p-value</i>	<0.01	0.04	0.03	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	
	A. Redondeado	Coefficiente de correlación	0.15	0.10	0.26	0.08	0.25	-0.03	0.05	0.46	-0.05	0.15	-0.28	
		<i>p-value</i>	0.60	0.73	0.37	0.80	0.38	0.93	0.86	0.10	0.86	0.60	0.33	

CARACTERÍSTICA	SUB-CATEGORÍAS	TIPO DE GROSOR						TIPO DE HOJA		NERVIACIÓN		
		A	B	C	D	E	F	Compuesta	Simple	Paralela	Penninervia	
ÁPICE	A. Angulado	Coefficiente de correlación	0.81	0.14	-0.19	-0.44	-0.32	-0.59	0.25	0.14	0.44	0.06
		<i>p-value</i>	<0.01	0.63	0.52	0.12	0.27	0.03	0.39	0.63	0.12	0.83
	A. Emarginado	Coefficiente de correlación	0.04	-0.82	-0.65	-0.46	-0.38	-0.16	-0.60	-0.79	-0.62	-0.79
		<i>p-value</i>	0.90	<0.01	0.01	0.10	0.18	0.58	0.02	<0.01	0.02	<0.01
	A. Puntiforme	Coefficiente de correlación	-0.02	0.88	0.83	0.71	0.65	0.31	0.62	0.93	0.69	0.98
		<i>p-value</i>	0.95	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.29	0.02	<0.01	0.01	<0.01
	A. Redondeado	Coefficiente de correlación	-0.61	0.25	0.24	0.39	0.12	0.18	0.10	0.15	0.21	0.10
		<i>p-value</i>	0.02	0.38	0.42	0.16	0.69	0.54	0.73	0.60	0.48	0.73

CARACTERÍSTICA	SUB-CATEGORÍA	BASE				BORDE			PROTECCIÓN		
		B. Acuminada	B. Aguda	B. Obtusa	B. Redonda	Entero	Ondeado	Serrulado	g/g	g/to	
FORMA	F. Alargada	Coefficiente de correlación	0.55	0.95	0.92	0.60	0.89	0.60	0.86	0.95	0.76
		<i>p-value</i>	0.04	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01
	F. Palmada	Coefficiente de correlación	0.87	0.48	0.47	0.39	0.70	0.10	0.54	0.56	0.44
		<i>p-value</i>	<0.01	0.08	0.09	0.17	0.01	0.74	0.05	0.04	0.11
	F. Redondeada	Coefficiente de correlación	0.51	0.66	0.51	0.75	0.76	0.18	0.77	0.69	0.64
		<i>p-value</i>	0.06	0.01	0.07	<0.01	<0.01	0.53	<0.01	0.01	0.01

CARACTERÍSTICA	SUB-CATEGORÍA	TIPO DE GROSOR				TIPO DE HOJA		NERVIACIÓN				
		B	C	D	E	Compuesta	Simple	Curvinervia	Palmada	Paralela	Penninervia	
FORMA	F. Alargada	Coefficiente de correlación	0.90	0.80	0.69	0.58	0.62	0.95	0.35	0.08	0.74	0.99
		<i>p-value</i>	<0.01	<0.01	0.01	0.03	0.02	<0.01	0.23	0.78	<0.01	<0.01
	F. Palmada	Coefficiente de correlación	0.39	0.66	0.60	0.58	0.40	0.53	0.23	0.57	0.36	0.53
		<i>p-value</i>	0.17	0.01	0.02	0.03	0.15	0.05	0.43	0.03	0.20	0.05
	F. Redondeada	Coefficiente de correlación	0.67	0.58	0.32	0.41	0.64	0.70	0.72	0.36	0.61	0.61
		<i>p-value</i>	0.01	0.03	0.26	0.15	0.01	0.01	<0.01	0.20	0.02	0.02

Tabla 49 C. Resultados de la prueba de correlación de Spearman entre las características foliares de base, borde, tipo de grosor y tipo de hoja, se muestran los coeficientes de correlación de las características foliares que se correlacionaron entre sí, con una significancia bilateral (*p-value*) de $p < 0.05$ y $p < 0.01$.

CARACTERÍSTICA	SUB-CATEGORIAS	BORDE		PROTECCIÓN		TIPO DE GROSOR					TIPO DE HOJA		NERVIACIÓN			
		Entero	Serrulado	g/g	g/to	B	C	D	E	F	Compuesta	Simple	Paralela	Penninervia	Uninervia	
BASE	B. Acuminada	Coefficiente de correlación	0.68	0.60	0.66	0.45	0.60	0.81	0.75	0.71	0.44	0.57	0.57	0.46	0.61	0.04
		<i>p-value</i>	0.01	0.02	0.01	0.11	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	0.11	0.03	0.03	0.09	0.02	0.88
	B. Aguda	Coefficiente de correlación	0.89	0.96	0.95	0.87	0.87	0.76	0.60	0.50	0.18	0.59	0.96	0.70	0.94	0.38
		<i>p-value</i>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.07	0.53	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	0.18
	B. Cordada	Coefficiente de correlación	-0.35	-0.13	-0.30	-0.12	-0.18	-0.24	-0.09	0.02	-0.55	-0.18	-0.22	-0.30	-0.33	-0.66
		<i>p-value</i>	0.22	0.67	0.29	0.68	0.54	0.40	0.76	0.94	0.04	0.55	0.46	0.30	0.25	0.01
	B. Obtusa	Coefficiente de correlación	0.86	0.77	0.87	0.72	0.77	0.71	0.57	0.37	0.23	0.58	0.89	0.64	0.91	0.49
		<i>p-value</i>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.19	0.43	0.03	<0.01	0.01	<0.01	0.07
	B. Redonda	Coefficiente de correlación	0.72	0.60	0.66	0.41	0.69	0.51	0.35	0.52	0.16	0.48	0.60	0.74	0.60	0.42
		<i>p-value</i>	<0.01	0.02	0.01	0.15	0.01	0.06	0.22	0.06	0.58	0.08	0.02	<0.01	0.02	0.13
	B. Sentada	Coefficiente de correlación	0.34	0.37	0.44	0.14	0.63	0.54	0.61	0.62	0.29	0.46	0.34	0.48	0.40	-0.08
		<i>p-value</i>	0.23	0.20	0.11	0.63	0.02	0.04	0.02	0.02	0.32	0.10	0.24	0.08	0.16	0.77

CARACTERÍSTICA	SUB-CATEGORIAS	PROTECCIÓN		TIPO DE GROSOR				TIPO DE HOJA			NERVIACIÓN		
		g/g	g/to	B	C	D	E	Compuesta	Simple	Curvinervia	Paralela	Penninervia	
BORDE	Entero	Coefficiente de correlación	0.91	0.79	0.81	0.78	0.58	0.57	0.66	0.92	0.44	0.73	0.92
		<i>p-value</i>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.03	0.01	<0.01	0.11	<0.01	<0.01
	Ondeadado	Coefficiente de correlación	0.55	0.22	0.55	0.70	0.75	0.58	0.47	0.50	0.22	0.32	0.60
		<i>p-value</i>	0.04	0.44	0.04	<0.01	<0.01	0.03	0.09	0.07	0.45	0.27	0.02
	Serrulado	Coefficiente de correlación	0.89	0.91	0.83	0.76	0.54	0.55	0.64	0.90	0.59	0.63	0.89
		<i>p-value</i>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	0.04	0.01	<0.01	0.03	0.02	<0.01

CARACTERÍSTICA	SUB-CATEGORIAS		TIPO DE GROSOR						TIPO DE HOJA		NERVIACIÓN		
			A	B	C	D	E	F	Compuesta	Simple	Curvinervia	Paralela	Penninervia
PROTECCIÓN	g/g	Coefficiente de correlación	-0.04	0.92	0.83	0.72	0.63	0.32	0.59	0.96	0.36	0.77	0.95
		<i>p-value</i>	0.90	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.26	0.03	<0.01	0.21	<0.01	<0.01
	g/to	Coefficiente de correlación	0.40	0.64	0.62	0.31	0.32	-0.01	0.67	0.78	0.59	0.50	0.79
		<i>p-value</i>	0.16	0.01	0.02	0.27	0.26	0.96	0.01	<0.01	0.02	0.07	<0.01
	to/to	Coefficiente de correlación	0.53	-0.20	-0.48	-0.55	-0.52	-0.74	0.04	-0.22	0.23	0.07	-0.23
		<i>p-value</i>	0.05	0.50	0.09	0.04	0.06	<0.01	0.90	0.44	0.43	0.80	0.44

CARACTERÍSTICA	SUB-CATEGORIAS		TIPO DE HOJA		NERVIACIÓN	
			Compuesta	Simple	Paralela	Penninervia
TIPO DE GROSOR	B	Coefficiente de correlación	0.58	0.87	0.87	0.87
		<i>p-value</i>	0.03	<0.01	<0.01	<0.01
	C	Coefficiente de correlación	0.70	0.78	0.44	0.95
		<i>p-value</i>	0.01	<0.01	0.12	<0.01
	D	Coefficiente de correlación	0.34	0.70	0.35	0.71
		<i>p-value</i>	0.23	0.01	0.21	<0.01
	E	Coefficiente de correlación	0.34	0.80	0.25	0.65
		<i>p-value</i>	0.23	0.02	0.38	0.01

CARACTERÍSTICA	SUB-CATEGORIAS		NERVIACIÓN		
			Curvinervia	Paralela	Penninervia
TIPO DE HOJA	Compuesta	Coefficiente de correlación	0.58	0.54	0.67
		<i>p-value</i>	0.03	0.05	0.01
	Simple	Coefficiente de correlación	0.47	0.68	0.94
		<i>p-value</i>	0.09	0.01	<0.01

7.4.3 Análisis multivariado de las características foliares cuantitativas y el gradiente de precipitación.

Con base en el análisis de las características foliares cuantitativas, se escogieron aquellas relacionadas significativamente con la precipitación como: el área foliar, el peso específico y el grosor de la lámina. Con estas características y con la precipitación se realizó un análisis de componentes principales.

En la figura 31 se muestra el resultado del análisis de componentes principales, los dos primeros componentes explican el 94.02% de la variación. Se observa que las características de precipitación, grosor de la lámina foliar, peso específico y área foliar se relacionaron positivamente con la precipitación (relación demostrada anteriormente, tabla 48). En el primer componente todas las variables aportan en la ordenación y en el segundo componente las variables que más aportan son la precipitación y el área foliar. Cuando se analiza el gradiente de precipitación, se nota que hay una clara segregación entre los bosques húmedos y los bosques secos. Además se observa la agrupación de los tipos de bosques que comparten valores similares en las variables. Los levantamientos de mayor variación con respecto al eje 1 fueron el SC-1 y JA-3; el levantamiento SC-1 (bosque húmedo) presentó las medias más altas en las variables, mientras que el levantamiento JA-3 (Bosque seco) presentó el menor valor en la media del área foliar y valores bajos en las medias del peso específico y grosor.

Se observa una tendencia de agrupación de los bosques semi-húmedos y semi-secos, debido a que poseen valores similares en la media de las variables foliares, el levantamiento NC-3 y NC-1 se alejan debido a que la media del área foliar fue mayor que los demás levantamientos; el levantamiento JA-2 (bosque seco) se encuentra dentro de este grupo, debido a un valor de peso específico similar a los bosques semi-húmedos y semi-secos. Los bosques secos (JA1, JA-3 y JA-4) se agrupan indicando los valores de media más bajos para las variables foliares.

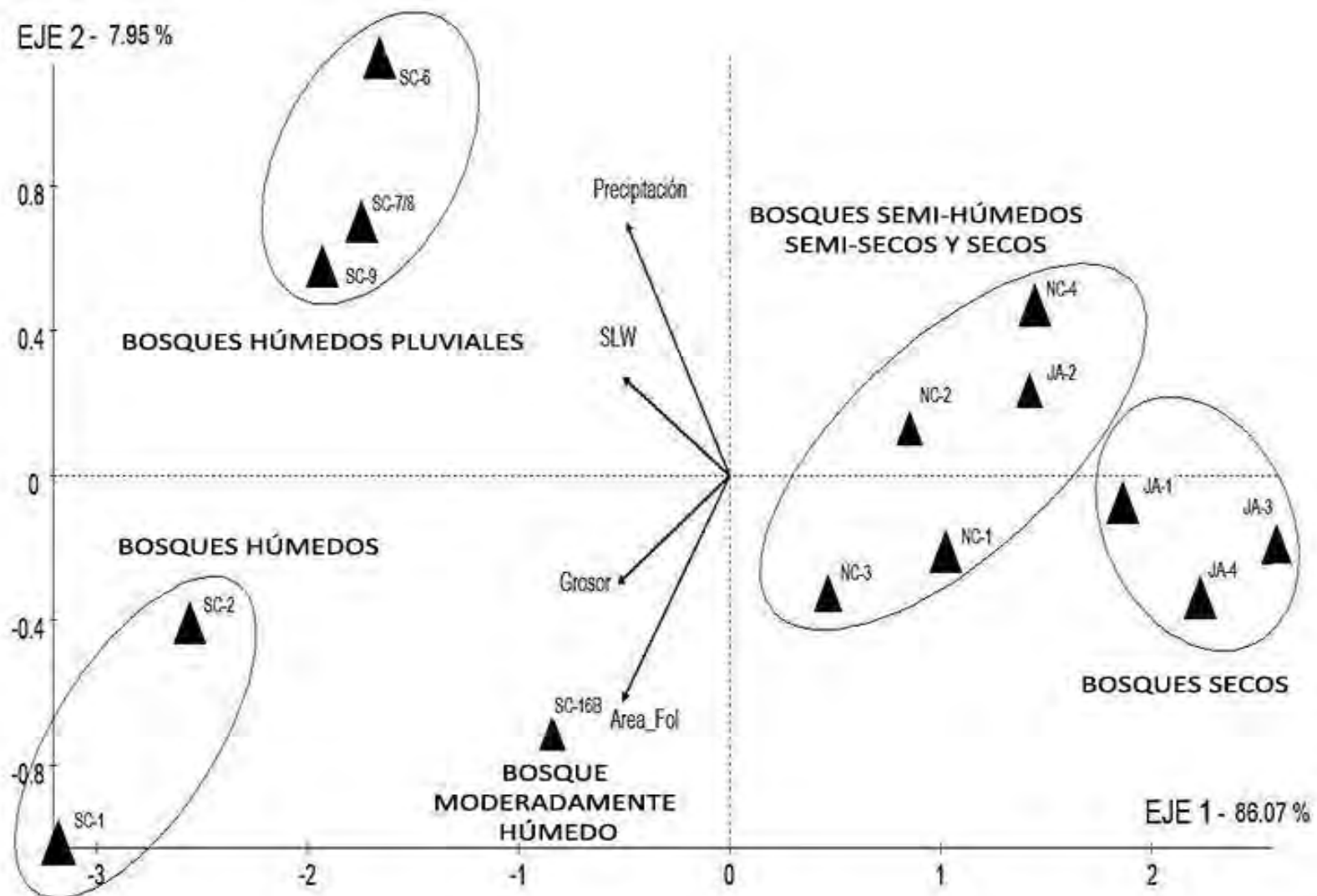


Figura 31. Resultados del análisis de componentes principales. Los levantamientos del interior de las elipses corresponden al tipo de bosque. En cada eje se indica el porcentaje de varianza explicada. El tamaño del triángulo muestra el peso o el aporte del levantamiento en la ordenación.

7.4.4 Síntesis del análisis de las características foliares con el gradiente de precipitación

CARACTERISTICAS CUANTITATIVAS

El área de la lámina foliar, el peso específico, la esclerofilia y el grosor se encuentran relacionadas con la precipitación. Es de esperar que una hoja que aumenta su área fotosintética, invierta en un mejor tejido funcional, que se refleja al aumentar el peso específico (peso seco por unidad de área), además el grosor aumenta para asegurar el sostenimiento y en algunos casos para evitar la herbivoría. La succulencia no se relacionó significativamente con la precipitación, sin embargo, se observó que la succulencia hacia los estratos inferiores aumenta en los bosques de mayor precipitación y disminuye en los bosques de menor precipitación.

A escala mundial, se ha detectado que hay una tendencia de aumento tamaño de la hoja al aumentar la temperatura y la precipitación: el tamaño óptimo de la hoja debe ser mayor en los trópicos, disminuye hacia las zonas subtropicales, aumenta hacia los bosques templados-cálidos y disminuye hacia los polos (Givnish, 1979). Según Camerik & Werger (1981), la succulencia foliar se relaciona con las condiciones de precipitación, ya que el tamaño reducido de las hojas hace que éstas tiendan a ser esclerófilas y con una succulencia baja; esta adaptación aparece como consecuencia de los cambios fuertes y rápidos en la fluctuación de la radiación solar y la diferencia de humedad en el aire si hay cielos despejados o nublados. Cuando los cielos están despejados permiten una radiación solar continua, en consecuencia la temperatura foliar aumenta significativamente y las hojas de menor tamaño pueden manejar fácilmente la temperatura del aire (Gates *et al.* 1968, Parkhurst & Loucks 1972, Taylor 1975). Para evitar el sobrecalentamiento los estomas se cierran debido a las altas demandas de evaporación, por esto el tamaño pequeño en las hojas es favorecido en términos metabólicos. Las hojas grandes usualmente son más succulentas y poseen valores altos de esclerofilia para evitar el exceso de transpiración (Walter 1973; Leigh 1975; Dudley 1978). Por otro lado el déficit de agua en las hojas restringe la actividad fotosintética, debido a que se reduce la entrada de dióxido de carbono; en hojas grandes el efecto de pérdida de agua es mucho más pronunciado que en las hojas pequeñas, de esta forma se favorece el tamaño reducido en ambientes con alta radiación. También hay evidencia de la reducción de tamaño a menor precipitación, por las razones de alta temperatura e intensidad lumínica (Rangel *et al.* 1986; García & Gonzales 1994; Halloy & Mark 1996; Rangel & Tafur 2005; Royer *et al.* 2005; Traiser *et al.* 2005; Zúñiga *et al.* 2009; Peppe *et al.* 2011).

Con respecto a la competencia por luz, aunque en este estudio se tomaron individuos de todos los estratos, en el estudio de Lane *et al.* (2000) se indica que el aumento de la precipitación se relaciona con el aumento de la variabilidad estacional en la transmisión de la luz, aumento de biomasa y área foliar en las capas superiores del dosel y una mayor proporción de especies de alto porte, por lo cual al aumentar la precipitación también aumenta la competencia por la luz.

En los estudios de Wright *et al.* (2004) se comprobó que no es cierto que el follaje grueso solo se encuentre en zonas áridas, y que las hojas delgadas se encuentren más presentes en los lugares húmedos. Un considerable grosor de la lámina aparece para evitar la herbivoría aunque se sacrifique la eficiencia fotosintética, ya que el grosor en las

hojas impedirá una rápida difusión de CO₂ y la luz solar penetrará con mayor dificultad hacia las capas inferiores. La información de nuestro estudio ofrece argumentos complementarios a esta posición, se observa un aumento de grosor hacia los sitios de mayor precipitación, mientras que en los bosques secos el grosor fue menor.

En la estratificación se encontraron diferencias entre los tipos de bosque a partir del análisis por levantamiento. Se observó que hacia los estratos inferiores, el área foliar, grosor y peso específico aumentaron en los bosques de mayor precipitación (desde el bosque húmedo al húmedo pluvial); mientras que, en los bosques de menor precipitación hubo una reducción de estas variables hacia los estratos inferiores (desde el bosque semi-húmedo al bosque seco). La esclerofilia en cambio mostró una reducción hacia los estratos inferiores en todos los bosques.

Estos resultados coinciden con el modelo propuesto por Parkhurst & Loucks (1972) en el cual la hoja debe buscar el tamaño forma y geometría que le permitan mantener un óptimo fotosintético. Por esta razón bajo condiciones de alta radiación y temperatura, las hojas tienden a ser más pequeñas, mientras que cuando los niveles de radiación y temperatura son bajos el tamaño de la hoja tiende a ser mayor. Estas predicciones se relacionan con la distribución vertical de la vegetación (estratificación), en donde se observa una disminución de tamaño foliar hacia estratos superiores. Sin embargo todos los ambientes influyen en la selección del tamaño de la hoja (microclima), dando prioridad a la eficiencia en el uso del agua y a la relación de la tasa de captura del CO₂ con la pérdida de agua. Hamman (1979) indicó que a mayor precipitación aumenta el tamaño foliar según la cobertura de los estratos superiores, si la cobertura es significativa se incrementa el tamaño foliar; por esta razón se observa la diferencia de aumento de tamaño foliar en los bosques de mayor precipitación ya que la cobertura de los estratos superiores fue mayor en estos bosques comparada con la de los bosques de menor precipitación. Al existir más claros en los bosques de menor precipitación, las condiciones de radiación y temperatura se elevan lo que favorece la disminución de tamaño.

La morfología foliar está determinada genéticamente, pero la intensa presión de selección a la que están sometidas las hojas dan como resultado diferentes fenotipos, dependiendo del medio en el que se desarrollan (Bacilieri *et al.* 1995); los factores más incidentes en las hojas son el agua, nutrientes del suelo y la temperatura. Una de las reacciones más comúnmente observadas es la reducción del tamaño de la lámina conforme decrece la precipitación pluvial, se considera que las hojas estrechas son una adaptación al calor, insolación y ambientes secos (Halloy & Mark 1996; Zúñiga *et al.* 2009).

CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS

El patrón biotipológico encontrado para toda la región de vida tropical corresponde a hojas simples, grandes (mesófilas y macrófilas), alargadas, de borde entero, ápice puntiforme, con base aguda u obtusa, consistencia membranosa y subcoriácea, sin protección, nerviación penninervia y tipo de grosor B (0.16-0.35).

Las diferencias encontradas a causa del gradiente de precipitación, influyen en el predominio de algunas características así:

A mayor precipitación, las características foliares que aumentan la participación porcentual son: hojas de tipo simple, de tamaño mesófilas y macrófilas, de consistencia

coriácea y sub-coriácea, ápice puntiforme, forma alargada, base aguda y obtusa, bordes irregulares (serrulados y ondulados), tipo de grosor B, C, D y E, nerviación penninervia y sin protección. A menor precipitación, las características foliares que predominan son: hojas de tamaño micrófila, ápice angulado, categoría de grosor tipo A, y protección en ambas caras de la lámina foliar.

El tamaño foliar según la clasificación de Raunkjær (1934) con las modificaciones posteriores de Webb (1959) y las categorías de grosor según Rangel & Tafur (2005), se conectan claramente con el patrón encontrado para el área de la lámina foliar y el grosor promedio. El ápice puntiforme como ya se había mencionado en el análisis florístico, se relaciona directamente con el drenaje efectivo del agua sobre la lámina foliar; como se evidenció en el estudio, este ápice predominó los sitios de mayor precipitación; mientras que el ápice angulado fue más común en los bosques de menor precipitación (Jungner 1891; Richards 1966 y 1996; Dean & Smith 1978; Roth 1984, Venecklass 1985; García & Gonzales 1994; Gomez 1986; Farji-Brener *et al.* 2002; Rangel & Tafur 2005; Quesada 2009).

El predominio de protección foliar, menor grosor y consistencia membranosa en los bosques secos, indican la respuesta adaptativa a la alta radiación y temperatura, la protección foliar crea un capa límite para evitar el exceso de transpiración, el bajo grosor permite una difusión de gases rápida y la consistencia membranosa evita el sobrecalentamiento de la superficie foliar (Gomez 1986; Rangel & Tafur 2005)

En la consistencia se evidenció un patrón contrario a lo expuesto por Tafur & Rangel (2005), quienes en su estudio indicaron que la consistencia membranosa se relacionaba con condiciones de alta humedad y nubosidad. En el presente estudio se encontró que la consistencia coriácea y sub-coriácea son más frecuentes en ambientes húmedos, resultado que apoya lo señalado por Cuatrecasas (1934) y Gentry (1982) quienes indicaron el predominio de hojas esclerófilas aunque sus estimaciones hayan sido arbóreas en los bosques húmedos.

El borde entero se relaciona y es común encontrarlo en la región de vida tropical (Bayle & Sinnott, 1915; Cuatrecasas 1934, Givnish, 1979; Huber *et al.* 1986; Gomez 1986, Rangel *et al.* 1986; Rangel 1991; Rangel & Tafur 2005; Traiser *et al.* 2005), sin embargo el predominio de los bordes foliares irregulares (ondulado y serrulado) también se relacionó con el aumento de la precipitación y el sombreado permitiendo una menor temperatura hacia los estratos inferiores. Estudios paleoclimáticos indican que los borde foliares se relacionan mejor con la temperatura que con la precipitación sin embargo el borde foliar irregular según el estudio de Baker & Peet (1997) en *Quercus*, sigue un patrón predecible sujeto al clima, por esta razón la proporción de árboles con hojas sin margen entero se incrementa a lo largo de un gradiente de temperatura o también puede incrementarse según la estacionalidad, el nivel de actividad fotosintética aumenta con la expansión de la hoja, y con la aparición del margen dentado o lobulado que permite un intercambio de gases óptimo para la fotosíntesis.

Las características como nerviación, base foliar y tipo de hojas (simple o compuesta), por lo general se encuentran estrechamente relacionadas con los taxones, de ahí que su predominio depende de la selectividad de las especies al ambiente.

7.5 RELACIONES ENTRE LA PRECIPITACION Y LAS CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS.

7.5.1 Características de los suelos con relación al gradiente de precipitación

En la tabla 50 se muestran los resultados de los análisis de suelo para los diferentes levantamientos a lo largo del gradiente de precipitación, así mismo el promedio de las variables de suelo para cada tipo de bosque según las características de la precipitación. Se observó un aumento de pH, bases intercambiables (Calcio, Sodio, Magnesio, Potasio), capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE), Fósforo, Cobre, Manganeseo y Zinc hacia los bosques con menor precipitación, mientras que el porcentaje de materia orgánica (%CO), el porcentaje de Nitrógeno (%N) y el contenido de Hierro aumentó hacia los bosques con mayor precipitación. También se observó que la mayor expresión de la acidez intercambiable (AI) se presentó en los bosques con mayor precipitación, cuyo mayor valor se registró en el bosque húmedo pluvial. Con respecto a la textura se observó un aumento considerable en el porcentaje de Arcilla hacia los bosques secos; texturas francas y Franco-Arenosas prevalecen en los bosques más húmedos.

Se realizó la correlación de Spearman para conocer las relaciones entre las variables edáficas y la precipitación. En la Tabla 51 se observan los resultados. El pH, las bases intercambiables, Fósforo, Manganeseo y Zinc muestran tienen una relación negativa con respecto a la precipitación, es decir que sus valores disminuyen en la medida en que aumenta la precipitación. Entre las demás características de suelo, se observan relaciones aceptadas ampliamente en la teoría. El intercambio catiónico efectivo (CICE), el Fósforo, micro-elementos (Cobre, Manganeseo, Zinc, y Boro), el porcentaje de arcillas y limos se ven afectados de manera negativa con el aumento del porcentaje de arena.

Estas relaciones según Chapin III *et al.* (2002) corroboran la fuerte influencia del clima sobre las reacciones químicas y el desarrollo del suelo. La precipitación es un factor ambiental que permite adicionar al suelo nuevos minerales e interviene en el movimiento de los mismos en el suelo, por esta razón los suelos oligotróficos dependen en gran parte de la dinámica de este factor, ya que puede aportar nutrientes o facilitar su pérdida. Generalmente los suelos de tierras bajas y cercanos a estribaciones montañosas, tienen un mayor contenido de materia orgánica, humedad y mayor tasa de mineralización de Nitrógeno, por esta razón en éste estudio los bosques de mayor precipitación presentaron los mayores valores en materia orgánica y Nitrógeno. La alta disponibilidad de Fósforo en el suelo indica un suelo joven, esta disponibilidad va disminuyendo con el tiempo, debido a la rápida pérdida de formas captables por las plantas, debido a la lixiviación y cambios estacionales del clima. (Chapin III *et al.* 2002).

Tabla 50. Resultados de los análisis de suelo, se muestra el promedio de cada variable según el tipo de bosque a lo largo del gradiente de precipitación. En la textura, “Ar” indica arcilla, “A” arena, “L” limo y “F” textura Franca.

Tipo de Bosque LEVANTAMIENTOS PRECIPITACIÓN (mm) LOCALIDAD	Húmedo Pluvial			Húmedo		M. Húmedo	Semi-húmedo		Semi-seco			Seco			
	SC-6	SC-7/8	SC-9	SC-1	SC-2	SC-16B	NC-3	NC-4	NC-5	NC-1	NC-2	JA-1	JA-2	JA-3	JA-4
	3488			2849		1738	1513		1384	1448		1134			
	La Oscurana			Tierradentro		Tuis Tuis	Los Cordobas		Canalete	Moñitos		Juan de Acosta			
pH	3.7	4.2	5.0	4.1	3.8	4.0	6.6	6.8	7.4	7.8	7.5	6.3	6.8	6.7	7.8
PROMEDIO	4.3			4.0		4.0	6.7		7.4	7.6		6.9			
% CO	4.42	3.70	2.21	2.31	2.14	3.65	3.70	2.23	3.00	2.09	1.34	0.33	1.36	2.30	0.30
PROMEDIO	3.44			2.23		3.65	2.97		3.00	2.14		1.07			
% N	0.38	0.32	0.19	0.20	0.18	0.32	0.32	0.19	0.26	0.18	0.12	0.03	0.12	0.20	0.03
PROMEDIO	0.30			0.19		0.32	0.26		0.26	0.19		0.10			
Ca (meq/100g)	1.29	1.17	2.55	0.46	0.40	3.29	20.90	19.80	32.50	18.90	23.20	6.77	11.70	15.10	3.53
PROMEDIO	1.67			0.43		3.29	20.35		32.50	24.87		9.28			
K (meq/100g)	0.30	0.23	0.18	0.15	0.10	0.33	1.81	0.65	0.52	1.12	1.08	0.60	2.47	0.85	0.17
PROMEDIO	0.24			0.13		0.33	1.23		0.52	0.91		1.02			
Mg (meq/100g)	0.59	0.59	0.40	0.50	0.33	1.87	13.40	11.30	4.36	13.30	7.70	5.18	6.43	12.20	1.48
PROMEDIO	0.53			0.42		1.87	12.35		4.36	8.45		6.32			
Na (meq/100g)	0.11	0.09	0.08	0.09	0.06	0.15	0.23	0.69	0.15	0.94	0.31	0.17	0.19	0.31	0.12
PROMEDIO	0.09			0.08		0.15	0.46		0.15	0.47		0.20			
Al (meq/100g)	14.10	10.50	2.20	6.63	5.63	4.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PROMEDIO	8.93			6.13		4.82	0.00		0.00	0.00		0.00			
CICE (meq/100g)	16.40	12.50	5.40	7.84	6.52	10.50	36.30	32.40	37.60	34.30	32.30	12.70	20.80	28.50	5.29
PROMEDIO	11.43			7.18		10.50	34.35		37.60	34.73		16.82			
CIC (meq/100g)	34.70	23.30	10.60	13.70	11.60	43.80	38.50	32.20	21.30	34.20	29.30	11.00	18.20	27.30	4.98
PROMEDIO	22.87			12.65		43.80	35.35		21.30	28.27		15.37			
P (mg/Kg)	3.49	2.12	2.49	1.80	1.07	2.95	7.06	48.10	>116	64.40	59.70	5.78	9.42	10.60	17.80
PROMEDIO	2.70			1.44		2.95	27.58		>116	62.05		10.90			
Cu (mg/Kg)	0.70	0.77	0.51	1.92	0.52	2.04	1.51	1.21	0.84	6.19	2.89	0.77	1.13	1.68	0.17
PROMEDIO	0.66			1.22		2.04	1.36		0.84	3.31		0.94			
Fe (mg/Kg)	122.00	250.00	587.00	257.00	306.00	108.00	52.90	37.60	15.70	86.10	60.00	24.10	36.80	39.60	11.30
PROMEDIO	319.67			281.50		108.00	45.25		15.70	53.93		27.95			
Mn (mg/Kg)	9.81	2.46	1.35	3.75	3.25	13.80	19.10	18.00	9.99	15.90	8.77	14.60	26.60	25.70	4.01
PROMEDIO	4.54			3.50		13.80	18.55		9.99	11.55		17.73			
Zn (mg/Kg)	0.65	0.38	0.61	0.66	0.79	1.80	2.79	1.74	1.72	1.91	1.23	0.96	3.07	3.38	0.65
PROMEDIO	0.55			0.73		1.80	2.27		1.72	1.62		2.02			
B (mg/Kg)	0.46	0.99	0.57	0.37	0.43	0.25	1.02	1.02	0.76	0.75	0.92	0.15	0.54	0.58	0.33
PROMEDIO	0.51			0.40		0.25	1.02		0.76	0.81		0.40			
Ar (%)	14.00	8.00	8.00	28.00	19.00	28.00	23.00	41.00	15.00	45.00	31.00	18.00	20.00	36.00	4.00
PROMEDIO	10.00			23.50		28.00	32.00		15.00	30.33		19.50			
L (%)	11.00	23.00	19.00	16.00	33.00	15.00	46.00	32.00	25.00	32.00	34.00	10.00	18.00	28.00	4.00
PROMEDIO	17.67			24.50		15.00	39.00		25.00	30.33		15.00			
A (%)	75.00	69.00	73.00	56.00	48.00	58.00	31.00	27.00	60.00	23.00	35.00	72.00	62.00	36.00	92.00
PROMEDIO	72.33			52.00		58.00	29.00		60.00	39.33		65.50			
TEXTURA PREDOMINIO	FA	FA	FA	FArA	F	FArA	F	Ar	FA	Ar	F-Ar	FA	FArA	F-Ar	A
	FA			F		FArA	F-Ar		FA	F-Ar		F-A-Ar			

Tabla 51. Coeficientes de la correlación de Spearman entre las variables edáficas y la precipitación. En negrilla se resaltan los coeficientes estadísticamente significativos.

	Precipitación	pH	CO	N	Ca	K	Mg	Na	Al	CICE	CIC	P	Cu	Fe	Mn	Zn	S	Ar	L	A
Precipitación	0.00																			
pH	-0.71	0.00																		
CO (%)	0.62	-0.56	0.00																	
N (%)	0.61	-0.54	0.99	0.00																
Ca (meq/100g)	-0.59	0.78	-0.16	-0.14	0.00															
K (meq/100g)	-0.52	0.50	-0.09	-0.09	0.78	0.00														
Mg (meq/100g)	-0.59	0.59	-0.10	-0.09	0.83	0.91	0.00													
Na (meq/100g)	-0.60	0.63	-0.22	-0.20	0.81	0.86	0.95	0.00												
Al (meq/100g)	0.85	-0.85	0.57	0.56	-0.84	-0.68	-0.77	-0.76	0.00											
CICE (meq/100g)	-0.31	0.44	0.72	0.21	0.83	0.79	0.80	0.75	-0.54	0.00										
CIC (meq/100g)	0.19	-0.13	0.60	0.62	0.34	0.51	0.53	0.51	0.04	0.60	0.00									
P (mg/Kg)	-0.65	0.87	-0.31	-0.28	0.90	0.64	0.72	0.78	-0.81	0.70	0.22	0.00								
Cu (mg/Kg)	-0.17	0.22	0.09	0.12	0.45	0.57	0.62	0.67	-0.26	0.55	0.64	0.35	0.00							
Fe (mg/Kg)	0.87	-0.71	0.39	0.39	-0.66	-0.47	-0.56	-0.55	0.79	-0.41	0.08	-0.73	0.00	0.00						
Mn (mg/Kg)	-0.64	0.33	-0.04	-0.05	0.61	0.84	0.84	0.80	-0.64	0.66	0.46	0.53	0.47	-0.60	0.00					
Zn (mg/Kg)	-0.59	0.33	-0.05	-0.04	0.62	0.79	0.80	0.76	-0.64	0.65	0.48	0.49	0.64	-0.43	0.91	0.00				
S (mg/Kg)	-0.04	0.49	0.17	0.16	0.72	0.59	0.60	0.57	-0.46	0.76	0.41	0.58	0.35	-0.12	0.34	0.41	0.00			
Ar (%)	-0.22	0.20	-0.05	-0.04	0.42	0.55	0.65	0.74	-0.36	0.53	0.55	0.35	0.87	-0.02	0.58	0.72	0.43	0.00		
L (%)	0.08	0.23	0.11	0.09	0.45	0.40	0.44	0.39	-0.27	0.57	0.37	0.24	0.42	0.17	0.18	0.40	0.80	0.53	0.00	
A (%)	0.10	-0.23	-0.04	-0.04	-0.47	-0.50	-0.63	-0.65	0.36	-0.62	-0.54	-0.33	-0.76	-0.05	-0.44	-0.64	-0.63	-0.89	-0.82	0.00

La textura del suelo es muy importante, ya que de ella depende la profundidad, la tasa de lixiviación, translocación y acumulación de materiales propios del suelo. Las arcillas generan una óptima capilaridad, debido a esto los suelos arcillosos retienen más agua y nutrientes aumentando su capacidad de intercambio catiónico. Por el contrario los suelos arenosos poseen una capilaridad deficiente y no tienen una buena retención de agua y nutrientes, por esta razón estos suelos generalmente predominan en zonas áridas (Chapin III *et al.* 2002). El bosque húmedo pluvial y el bosque seco, presentaron un alto contenido de arena y una baja capacidad de intercambio catiónico, condición que puede reflejar que en estos dos ambientes probablemente hay un déficit de nutrientes; aunque en el bosque húmedo pluvial hay un alto contenido de materia orgánica, pero debido a la textura del suelo puede existir una continua pérdida de nutrientes.

Los suelos de las zonas áridas, pueden acumular ciertos materiales en horizontes específicos, como las bases intercambiables (Calcio, Magnesio entre otros), con lo cual se aumenta la capacidad de intercambio catiónico y el pH (Chapin III *et al.* 2002). Condiciones parecidas se observaron en los bosques de los sitios con menor precipitación.

La materia orgánica permite una mejor retención de nutrientes, por esta razón cuando disminuye la materia orgánica el suelo tiene una menor productividad, hay mayor degradación de la tierra y puede ser una señal de intervención antrópica. El pH también afecta la disponibilidad de nutrientes, la solubilidad del Fósforo, Hierro, Zinc, Cobre y Magnesio (Chapin III *et al.* 2002). En el gradiente de precipitación se evidencia que el pH aumenta y la materia orgánica disminuye en los bosques de menor precipitación, lo cual puede indicar un posible déficit de nutrientes en estos bosques, aunque en los bosques secos haya una buena capacidad de intercambio catiónico (mayor a la de los bosques con mayor precipitación). El suelo con características intermedias y óptimas fue el del bosque semi-húmedo, dado que su pH es ligeramente ácido, posee alto contenido de materia orgánica y Nitrógeno, además de una buena capacidad de intercambio catiónico.

7.5.2 Análisis multivariado de las características foliares cuantitativas, suelo y precipitación.

Con base en el análisis de las características edáficas, se escogieron las más contrastantes en su comportamiento como: pH, materia orgánica (%CO), Nitrógeno (%N), capacidad de intercambio catiónico y Fósforo. Con estas características se realizó un análisis de componentes principales, en el cual se incluyó la precipitación y el área foliar, peso específico y grosor.

En la figura 32 se muestra el resultado del análisis de componentes principales, los dos primeros componentes explican el 82.7% de la variación. Se observa que las características de suelo como el pH, Fósforo y la capacidad de intercambio catiónico (CICE) se relacionaron negativamente con la precipitación y con las variables foliares cuantitativas (área foliar, peso específico y grosor), y la relación ya conocida del Nitrógeno con el contenido de materia orgánica. En el primer componente las variables que más aportan en la ordenación son la precipitación, las variables foliares (área foliar, peso específico y grosor) y el pH. En el segundo componente las variables que más aportan son la capacidad de intercambio catiónico, el contenido de materia orgánica y Nitrógeno.

Cuando se analiza el gradiente de precipitación, se nota que hay una clara segregación entre los bosques húmedos y los bosques secos. Además se observa la agrupación de los tipos de bosques que comparten valores similares en las variables. En general los bosques más húmedos poseen bajos valores de pH y de capacidad de intercambio catiónico, aunque poseen mayor contenido de materia orgánica (Tabla 50). En el estudio de Medina *et al.* (1990) el fenómeno de esclerofilia se relaciona especialmente con la deficiencia de Fósforo en el suelo y en menor medida con la deficiencia de Nitrógeno, se concluyó que el carácter de esclerofilia es dominante cuando hay déficit de estos elementos tanto en zonas húmedas como secas. El grosor foliar aumenta con la altitud en respuesta a los nutrientes del suelo según varios autores, ya que a mayor altitud es posible que haya un mayor déficit de los nutrientes del suelo (Velázquez-R *et al.* 2002). La esclerofilia se asocia con la xerofitia en muchos casos; en otros la textura endurecida es indicadora de deficiencia en nutrientes en especies que en otras condiciones serían mesófitas (mas delgadas); en esos casos se trata de un rasgo pseudoxerófitico, como lo presentan muchas plantas de zonas altas (Gómez, 1986).

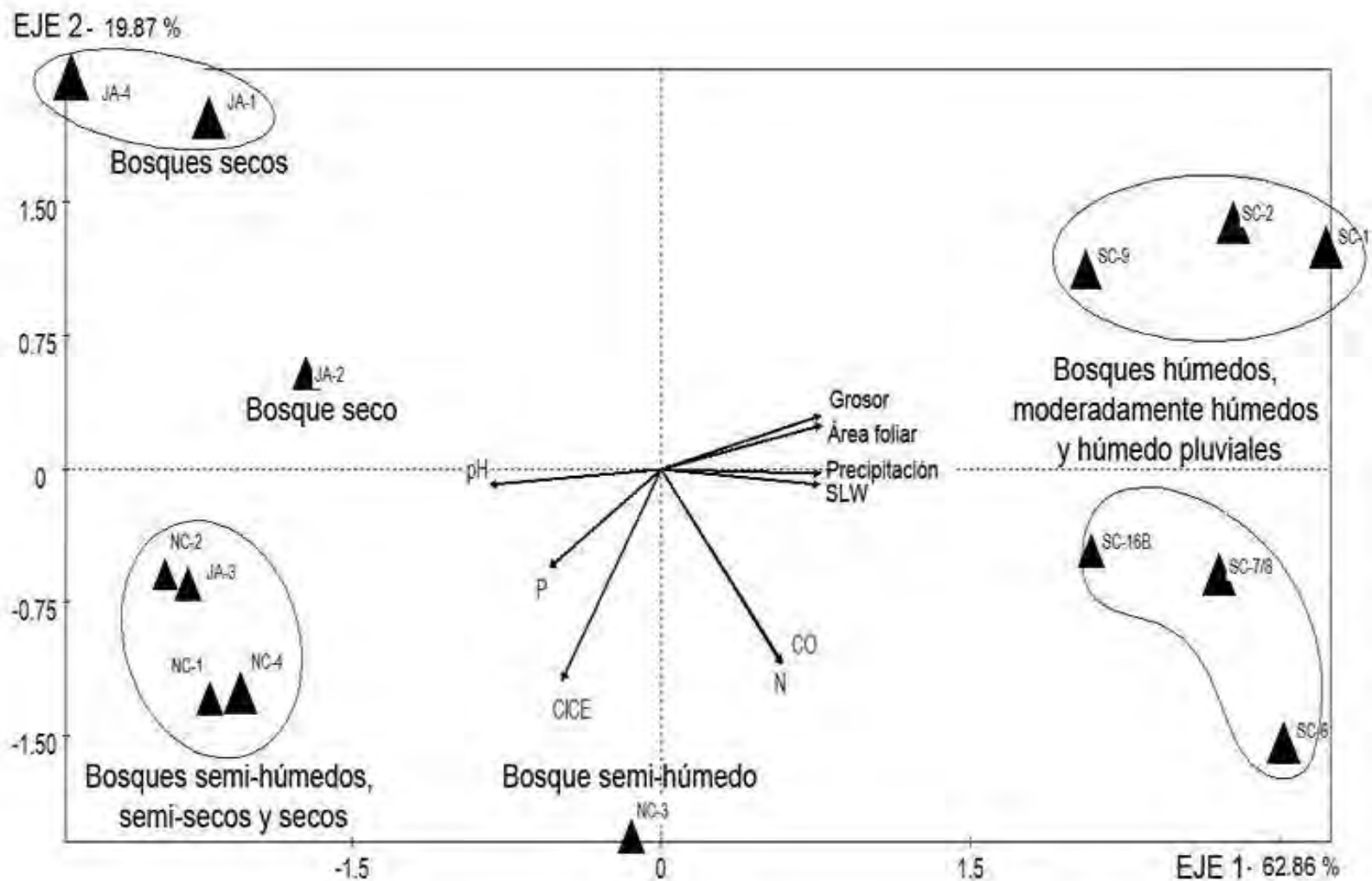


Figura 32. Resultados del análisis de componentes principales. Los levantamientos del interior de las elipses corresponden al tipo de bosque. En cada eje se indica el porcentaje de varianza explicada. El tamaño del triángulo muestra el peso o el aporte del levantamiento en la ordenación.

7.6 ANALISIS DE OTROS TIPOS DE BOSQUE

7.6.1 BOSQUES DE MANGLAR

Dentro de la zona de estudio se incluyeron los bosques de manglar como una formación vegetal en un ambiente con características particulares, diferentes a las que prevalecen en formaciones de bosques en tierra firme. A partir del análisis por levantamiento y la salinidad de las ciénagas adyacentes a los levantamientos, se precisó un gradiente de salinidad. Así mismo las comunidades vegetales se clasificaron de acuerdo con la tolerancia a este factor ambiental.

En la bahía de Cispatá, Cortés (2011), indicó que las características del agua, en términos de la salinidad y la capacidad de las plantas de adaptarse a estas condiciones extremas, marca la separación entre las alianzas y las asociaciones vegetales que se presentan. La alianza *Avicennia germinans-Rhizophorion manglis* presenta todas las características de los manglares, con una distribución desde zonas de litoral y playones hasta sectores estuarinos, mientras que la alianza *Ficus dendroicae-Rhizophorion manglis* agrupa a los bosque inundables, influenciados por aguas dulce o de baja salinidad, presentes en las márgenes de ciénagas retiradas de la costa. Cortés (2011) también señala que la estructura de las formaciones vegetales se encuentra relacionada con las condiciones del ambiente, principalmente por la influencia de intromisiones del agua dulce del río Sinú y el agua salina del mar. *Rhizophora mangle* predomina especialmente en las zonas con mayor influencia marina y en sustratos inestables, seguida de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* en suelos más estables, y finalmente los bosques inundables con baja influencia del mar con *Ficus dendroicae*, *Clathrotopis macrocarpa*, *Pioria copaifera*, *Neea* sp., *Myrcia* sp., entre otras.

El análisis del patrón biotipológico para las asociaciones caracterizadas por Cortés (2011), corresponde a hojas simples, de tamaño notófila, ápice angulado, forma alargada, borde entero, base aguda, consistencia coriácea, grosor tipo B, uninervias y glabras. Se encontraron algunas diferencias entre los levantamientos en las características de tamaño foliar, forma de la lámina, consistencia y base foliar. En la mayoría de levantamientos aumento el área foliar, peso específico y succulencia hacia los estratos bajos; mientras que la esclerofilia se redujo. En la tabla 52 se presenta un resumen de las características para cada levantamiento en el bosque de manglar. La asociación *Lagunculario racemosae-Rhizophoretum manglis* sigue el gradiente expuesto por Cortés (2011), debido a que se encuentra en un amplio rango de salinidad (entre 1.04 y 0.06 mg/l), mientras que la asociación *Annono glabrae – Ficetum dendroicae* se presentó en sustratos con baja influencia de salinidad (0.05 mg/l). Se evidencia que *R. mangle* expresa su amplio rango de tolerancia a las fluctuaciones de salinidad ya que se encontró en todos los levantamientos, las demás especies de manglar disminuyen su presencia a medida que disminuye notablemente la salinidad. Con respecto a las características foliares cuantitativas, no se observan tendencias claras, sin embargo se encontraron diferencias significativas en la varianza para los índices fisiológicos de algunos levantamientos, seguramente debido a características específicas de las especies. Además puede tener relación con las variables edáficas dentro de los levantamientos.

Tabla 52. Resumen de las características foliares cuantitativas (valor promedio, sin *outliers*); conductividad, temperatura y salinidad de las ciénagas que rodearon cada levantamiento. Los levantamientos están ordenados de mayor a menor salinidad, se indica la asociación a la cual pertenecen y en la parte inferior se hace una comparación de promedios entre las características foliares cuantitativas de los bosques de tierra firme y los bosques de manglar; el peso específico se indica con la sigla SLW.

Levantamiento	Conductividad (S/cm)	Temperatura (°C)	Salinidad (mg/l)	Área foliar (mm²)	SLW (gr/dm³)	Suculencia (gr/dm³)	Esclerofilia (%)	Grosor (mm)
S-10	0.01626	30	1.04	3814.97	0.95	2.99	24.19	0.32
S-11	0.01626	30.9	1.04	4906.70	0.78	2.81	21.45	0.30
S-01	0.0125	27	0.80	3392.03	1.05	1.02	53.91	0.33
S-06	0.0125	27.7	0.80	4680.44	0.97	1.51	40.99	0.34
S-08	0.0125	29.3	0.80	4156.26	1.07	1.45	43.10	0.35
S-14	0.0125	27.9	0.80	3401.21	0.66	2.85	18.47	0.27
S-02/04	0.01155	31.1	0.74	6047.10	1.09	1.78	40.22	0.33
S-03	0.0106	30.8	0.68	4108.96	0.89	1.45	40.75	0.34
S-05	0.00906	27.7	0.58	2697.01	0.76	1.00	43.45	0.29
S-15	0.00416	29.5	0.27	3788.46	0.97	2.79	26.14	0.33
S-09	0.001	29.3	0.06	4660.33	0.81	1.75	35.07	0.30
S-13	0.001	29.3	0.06	3999.65	0.80	2.86	21.62	0.28
S-07	0.00073	29.4	0.05	4770.12	0.72	1.44	36.47	0.24

Levantamiento	Asociación
S-10	Lagunculario racemosae - Rhizophoretum manglis
S-11	Lagunculario racemosae - Rhizophoretum manglis
S-01	Pellicerio rhizophorae - Rhizophoretum manglis
S-06	Pellicerio rhizophorae - Rhizophoretum manglis
S-08	Lagunculario racemosae - Rhizophoretum manglis
S-14	Lagunculario racemosae - Rhizophoretum manglis
S-02/04	Rhizophoretum manglis
S-03	Lagunculario racemosae - Rhizophoretum manglis
S-05	Lagunculario racemosae - Conocarpodetum erectae
S-15	Lagunculario racemosae - Rhizophoretum manglis
S-09	Lagunculario racemosae - Rhizophoretum manglis
S-13	Lagunculario racemosae - Rhizophoretum manglis
S-07	Annono glabrae - Ficetum dendrocidae

Promedios bosques de tierra firme (región tropical)		Promedios bosque de Manglar	
Área foliar (mm²)	9025.35	Área foliar (mm²)	4106.40
SLW (gr/dm³)	0.58	SLW (gr/dm³)	0.82
Suculencia (gr/dm³)	1.30	Suculencia (gr/dm³)	1.96
Esclerofilia (%)	30.76	Esclerofilia (%)	34.29
Grosor (mm)	0.26	Grosor (mm)	0.31

Se realizó una comparación preliminar entre el promedio de las características foliares cuantitativas entre ambientes contrastantes, se tomó el promedio de las características foliares cuantitativas. Se observa que el promedio del área foliar fue mayor para los bosques de tierra firme que para el manglar, mientras que el promedio de los índices foliares y el grosor fue mayor en el bosque de manglar. En el Anexo 17 se muestran los resultados obtenidos del test de Mann-Whitney, el cual señala diferencias significativas entre las varianzas de los levantamientos de bosque firme y manglar. A partir de estos resultados, se infiere que el área foliar, grosor y peso específico de la vegetación de

manglar fueron similares a los encontrados en los bosques de tierra firme con menor precipitación (semi-húmedos, semi-secos y secos). Por otra parte, la succulencia y la esclerofilia mostraron diferencia significativas con la mayoría de levantamientos, indicando que estos índices pueden depender de las condiciones *in situ*. Mendez-Alonso *et al.* (2008) indicaron que en las formaciones de manglar, *A. germinans* bajo condiciones de baja temperatura o precipitación se disminuye su superficie foliar y aumenta el peso específico y grosor, la reducción de la superficie foliar se da para optimizar el uso del agua y aumentar de la longevidad de las hojas. Una tendencia similar se puede deducir para *R. mangle*, debido a que se evidencia una reducción de tamaño en las mismas condiciones para *A. germinans*. Los patrones encontrados para esta especie sugieren un equilibrio entre las características de la hoja y el tamaño del árbol, el cual puede verse limitado por los mismos factores ambientales a lo largo de un gradiente de temperatura o precipitación.

El aumento de los valores promedio de la formación de manglar pueden ser explicados por el déficit de nutrientes edáficos que se presenta en los sustratos inestables, como se había analizado anteriormente, el grosor foliar aumenta en respuesta al déficit de nutrientes edáficos (Velázquez-Rosas *et al.* 2002), así mismo la esclerofilia se asocia con la xerofilia en muchos casos, en otros la textura endurecida es indicadora de deficiencia en nutrientes (Gómez, 1986).

7.6.2 BOSQUE SUB-ANDINO

Se realizaron cuatro levantamientos pertenecientes a la región de vida sub-andina. En razón a que varios autores señalaron que las características morfoecológicas a nivel foliar se encuentran influenciadas por el gradiente altitudinal; se esperaba encontrar respuestas para comparar con las encontradas en las tierras bajas del Caribe.

En la composición florística de la franja sub-andina en la serranía de Perijá, según Rivera *et al.* (2009) las familias más diversas en cuanto a especies son Asteraceae, Rubiaceae, Orchidaceae, Poaceae, Euphorbiaceae y Solanaceae. Los géneros de mayor riqueza son *Solanum*, *Peperomia*, *Psychotria*, *Piper* y *Asplenium*, aunque por lo general hay familias y géneros con una sola especie. En la serranía la mayor riqueza se presenta en la región subandina, seguida de la región tropical, el norte tiene mayor riqueza que el sur. La mayoría de las especies son hierbas, luego árboles, arbustos, trepadoras y epífitas. Cantillo *et al.* (2009) señala que en la franja sub-andina de la serranía del Perijá, la vegetación crece sobre suelos en laderas quebradas y escarpadas, bien drenados y con alta saturación de Aluminio, capacidad de intercambio catiónico y materia orgánica. En este estudio los levantamientos pertenecen a una alianza de bosques dominados por *Pseudolmedia rigida* y *Guarea kunthiana* y dos asociaciones aún no descritas Avella & Rangel (com. Pers 2011).

El análisis del patrón biotipológico para estos bosques corresponde a hojas simples, de tamaño mesófila, ápice puntiforme, forma alargada, borde entero, base aguda, consistencia membranosa, grosor tipo B, penninervias y glabras. Las hojas macrófilas, de bordes irregulares y con protección aumentaron su predominio hacia los estratos bajos. En el Anexo 18 se muestran los resultados obtenidos del test de Mann-Whitney, el cual señala diferencias significativas entre las varianzas de las características cuantitativas entre los bosques de las regiones de vida tropical y sub-andina; el peso específico, esclerofilia y grosor presentaron diferencias significativas. El área foliar del bosque sub-andino fue similar al bosque húmedo pluvial, el peso específico se relacionó más con los bosques de menor precipitación, y el grosor fue similar al bosque moderadamente húmedo y semi-seco.

Varias características físico-químicas de los suelos se muestran en la tabla 53, los suelos de estos bosques son ligeramente ácidos, con una buena capacidad de intercambio catiónico, también presentan un mayor contenido de materia orgánica, Nitrógeno y Fósforo en comparación con los bosques de la región de vida tropical. Con respecto a las características foliares cuantitativas, se observa que el promedio del área foliar y el grosor promedio tienen valores muy similares a los bosques de la región tropical, el peso específico y la esclerofilia son ligeramente menores y la succulencia es mayor.

Dentro de las variables ambientales que pueden influir notablemente en estos bosques, está el grado de inclinación del suelo, la presencia constante de neblina (como en el bosque húmedo pluvial), el alto porcentaje de arena y la disminución de la temperatura. Aunque es un bosque semi-húmedo, las condiciones anteriormente mencionadas pueden generar un déficit de agua y nutrientes, a causa de un mayor drenaje.

Tabla 53. Resumen de las características foliares cuantitativas (valor promedio, sin *outliers*); pH, capacidad de intercambio catiónico (CICE), Fósforo (P), contenido de materia orgánica (CO), Nitrógeno (N) y textura. Se indican las comunidades vegetales a la cual pertenecen los levantamientos (GU-P1 a GU-P4). En la parte inferior se hace una comparación de promedios entre las características foliares cuantitativas de los bosques de la región de vida tropical y los bosques de la región de vida sub-andina; el peso específico se indica con la sigla SLW.

Levantamiento	pH	CO %	N %	CICE (meq/100g)	P (mg/Kg)	Textura
GU-P1	5.6	4.24	0.37	17.00	4.98	FA
GU-P2	5.5	10	0.86	18.60	22.10	FA
GU-P3	6.2	3.67	0.32	15.80	43.70	F
GU-P4	5.8	5.11	0.44	25.20	10.70	FA

Levantamiento	Área foliar (mm ²)	SLW (gr/dm ²)	Suculencia (gr/dm ²)	Esclerofilia (%)	Grosor (mm)
GU-P1	14126.30	0.59	1.74	26.29	0.27
GU-P2	6731.27	0.43	1.89	19.43	0.22
GU-P3	7668.89	0.41	2.37	15.73	0.19
GU-P4	6685.33	0.44	1.98	20.44	0.21

Levantamiento	Comunidades
GU-P1	Bosques de <i>Pseudolmedia rigida</i> y <i>Zanthoxylum</i> sp.
GU-P2	
GU-P3	Bosques de <i>Nectandra membranacea</i> y <i>Guarea kunthiana</i>
GU-P4	

Promedios región de vida tropical		Promedios bosque sub-andino	
Área foliar (mm ²)	9625.35	Área foliar (mm ²)	8927.29
SLW (gr/dm ²)	0.562682	SLW (gr/dm ²)	0.48
Suculencia (gr/dm ²)	1.30172	Suculencia (gr/dm ²)	1.93
Esclerofilia (%)	30.7588	Esclerofilia (%)	21.22
Grosor (mm)	0.25553	Grosor (mm)	0.23

Las características encontradas en este bosque sub-andino coinciden con varios estudios en bosques que se encuentran en las regiones de vida sub-andina y andina. Según Grubb *et al.* (1963) en el bosque montano de Borja (Ecuador) predomina la clase de tamaño mesófila. En Costa Rica en la reserva "Corcovado" aumentó el número de especies con margen irregular, los ápices acuminados en los niveles superiores de la vegetación aunque están representados en el sotobosques, las hojas micrófilas dominan en el dosel superior y las mesófilas en los estratos medio e inferior, este último como un buen número de macrófilas (Gómez, 1986). En la selva nublada del parque nacional "Henri Pittier" en Venezuela, la selva nublada superior (1650-1680 m de altitud) se caracterizó por tener hojas de tamaño mediano a pequeño (5 a 10 cm de largo), los bordes enteros, y casi exclusivamente de consistencia coriácea. A menudo se encontraron ápices de tipo gotero y predominaron las hojas simples, ocasionalmente se observaron hojas compuestas de tipo pinnado (Huber *et al.* 1986).

En el estudio de Velázquez-R *et al.* (2002) en un bosque montano de México, las variaciones de las características foliares fueron más evidentes a medida que se progresaba en altitud, las hojas simples, redondeadas y alternas aumentaron con la

altitud, el área foliar disminuyó, y aumentó el margen entero. Wolfe (1978) en su método de análisis de paleofloras del terciario, señala a menor temperatura los bordes serrados predominan, debido a que estos borde inducen el rompimiento de la capa límite que rodea la hoja, con lo cual el aire seco circula en las proximidades de la hoja y mejora la transpiración. En este estudio predominó el borde entero, aunque los bordes irregulares se presentaron con mayor predominio en los estratos inferiores. Con respecto al grosor foliar varios autores señalan que aumenta con la altitud en respuesta a los nutrientes del suelo (Wright *et al.* 2004).

En Colombia, el estudio de Lozano & Torres (1965) realizado en un bosque de la región de vida Andina (2500-2700 m de altitud) ,indica que las brumas son frecuentes y son un factor limitante para el crecimiento de las plantas. El arbolado se caracterizó por una disminución de hojas compuestas, en el tamaño foliar predominaron las mesófilas seguidas de las micrófilas, y hacia los estratos inferiores aumentó el predominio de hojas macrófilas; el borde en las hojas del dosel fue de tipo revoluto y hacia los estratos inferiores se evidenció un aumento de márgenes aserrados. En general predominaron hojas simples, mesófilas y micrófilas, subcoriáceas y membranosas, con algún tipo de indumento, margen entero y ápices acuminados-angulados. Rangel (1991) señala que en la región sub-andina a excepción de la localidad de la Sierra Nevada de Santa Marta, la categoría mesófila y la protección foliar predomina, además observó la tendencia de reducción del área foliar con la altitud y el aumento de hojas con protección. Tafur & Rangel (2005) indicaron que en el transecto de Tatamá la protección predomina en las zonas altas relacionado con el logro de temperaturas óptimas para la fotosíntesis (Camerik & Werger, 1981; Sturm & Rangel, 1985).

7.7 PATRÓN BIOTIPOLOGÍCO FOLIAR PARA LA REGION DE VIDA TROPICAL DE COLOMBIA

En la tabla 54 se muestran los resultados de otros estudios de las características foliares de la región de vida tropical en Colombia, el patrón que se encontró en nuestro estudio es muy parecido con estos estudios. Las hojas mesófilas predominan excepto en el transecto del Puracé. El ápice puntiforme, el borde entero son características en común para todas las localidades. La consistencia que predomina es la sub-coriácea y la membranosa y hojas sin protección (glabras). Con esta comparación se evidencia que el área de estudio coincide con el espectro biotipológico descrito para la zona tropical de Colombia. Sin embargo, el carácter general que tienen estos estudios no permite diferenciar patrones relacionados con variaciones en la serie hídrica. A partir de éste estudio se puede inferir que otras características en común para la región de vida tropical son las hojas simples, de lámina alargada, de base aguda u obtusa y grosor tipo B (0.16 – 0.35mm).

Tabla 54. Relación de características en la zona tropical de Colombia. Gorgona (Rangel *et al.* 1986); Sierra Nevada de Santa Marta (Cleef *et al.* 1984); Transecto de Puracé (Rangel & Franco 1985; Rangel & Lozano 1986); Cordillera Oriental (Cuatrecasas 1934); Córdoba y Atlántico el presente estudio. El clima para las localidades de otros estudios se extrajo de Van der Hammen (1984).

Localidad	Region de Vida	Precipitación (mm/añual)	Textura foliar				
			Tamaño foliar	Protección	Consistencia	Borde	Ápice
Sierra Nevada de Santa Marta	Tropical	2715.5	Mesófila				
Transecto de Puracé	Tropical	1776	Nanófila y Micrófila	Glabra	Subcoriácea	Entero	
Cordillera oriental	Tropical	1173	Micrófila y Mesófila	Tomentosa	Subcoriácea	Entero	
Transecto de Tatamá (Vertiente occidental)	Tropical	4500	Mesófila y Notófila	Glabra	Membranosa	Entero	Puntiforme
Gorgona	Tropical	6594	Mesófila	Glabra	Membranosa	Entero	Puntiforme
Córdoba y Atlántico	Tropical	3487-1052	Mesófila	Glabra	Membranosa y Subcoriácea	Entero	Puntiforme

8. CONCLUSIONES

Las condiciones ambientales (precipitación) influyen y modelan el patrón biotipológico foliar de la vegetación. Se evidenció una interacción entre índices fisiológicos, condiciones edáficas, características foliares y la precipitación. También se encontró que la estratificación de la vegetación sirve para regular condiciones ambientales y de ella depende el desarrollo de flora y biomasa en el interior de los bosques; se encontró que hay una diferencia en la estratificación de acuerdo con la cobertura de cada estrato. Se resaltan las siguientes particularidades:

- El área de la lámina foliar, el peso específico, la esclerofilia y el grosor se encuentran estrechamente relacionados (aumentan) con la precipitación.
- En los estratos inferiores, el área foliar, grosor y peso específico aumentan en los bosques con mayor precipitación, mientras que los bosques de menor precipitación estas características reducen su participación.
- El porcentaje de esclerofilia se reduce hacia los estratos inferiores en todos los bosques.
- Un bosque con numerosos claros en un ambiente seco favorece la reducción del tamaño foliar hacia los estratos inferiores, probablemente debido a la alta radiación y temperatura.
- El patrón biotipológico encontrado para toda la región de vida tropical corresponde a hojas simples, grandes (mesófilas y macrófilas), alargadas, de borde entero, ápice puntiforme, con base aguda u obtusa, consistencia membranosa y subcoriácea, sin protección, nerviación penninervia y tipo de grosor B (0.16-0.35).
- En sitios con mayor precipitación aumenta el predominio de hojas simples, mesófilas y macrófilas, de consistencia coriácea y sub-coriácea, ápice puntiforme, forma alargada, base aguda y obtusa, bordes irregulares (serrulados y ondeados), tipo de grosor B, C, D y E, nerviación penninervia y sin protección.
- En sitios con menor precipitación, aumenta el dominio de hojas micrófilas, ápice angulado, categoría de grosor tipo A, y protección en ambas caras de la lámina foliar.
- El ápice puntiforme se relaciona directamente con el drenaje efectivo del agua sobre la lámina foliar; como se evidenció en el estudio, este ápice predominó los sitios de mayor precipitación; mientras que el ápice angulado fue más común en los bosques de menor precipitación.
- En la vegetación y en las familias la consistencia coriácea y sub-coriácea fueron más frecuentes en ambientes húmedos.
- Aunque el borde entero fue la condición más común en la región de vida tropical, los bordes foliares irregulares (ondeados y serrulados) fueron más frecuentes en sitios con valores mayores de precipitación y con un estrato arbóreo denso.

- Las características como nerviación, base foliar y tipo de hojas (simple o compuesta), no mostraron relaciones significativas con las variaciones ambientales.
- Con respecto a las condiciones del suelo, los valores del pH, las bases intercambiables, el Fósforo, Manganeseo y Zinc tienen una relación negativa con respecto a la precipitación, es decir que disminuyen en la medida que aumenta la precipitación. En cambio a mayor precipitación aumenta el contenido de materia orgánica y Nitrógeno. Estas relaciones lógicamente están ligadas en los patrones foliares que se encontraron.
- El bosque húmedo pluvial y el bosque seco, presentaron un alto contenido de arena y una baja capacidad de intercambio catiónico, lo cual puede ser un indicio de que en estos ambientes hay un déficit de nutrientes. Aunque en el bosque húmedo pluvial hay un mayor contenido de materia orgánica, la textura arenosa del suelo permite una pérdida de nutrientes.
- Los valores de grosor foliar, peso específico, succulencia y esclerofilia aumentan en los sitios con mayor precipitación, quizás como una respuesta al déficit de nutrientes.

9. LITERATURA CITADA

BACILIERI, R., A. DUCOUSSO & A. KREMER. 1995. Genetic, morphological, ecological and phenological differentiation between *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. and *Quercus robur* L. in a mixed stand of northwest of France. *Silvae Genetica* 44: 1-10.

BAILEY, I.W. & E.W. SINNOT. 1915. A botanical index of Cretaceous and Tertiary climates. *Science* 41: 831-834.

BAKER, B. & R. K. PEET. 1997. The ecological significance of lobed and toothed leaves in temperate forest trees Kathleen F. 2. *Ecology* 78(4): 1250-1255.

BASTIDAS, N. & H. CORREDOR. 1977. Contribución al estudio fitosociológico del Parque Nacional Tayrona (ensenadas de Chengue y parte este de Neguanje). Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias.

BERDUGO-L, M. L. 2008. Caracterización de las variaciones morfoecológicas a nivel foliar en diferentes tipos de bosques del departamento de Córdoba, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá (Información inédita)

CAIN, S. A., O. CASTRO, J. MURCA- PIRES & T. DA SILVA N. 1956. Application of some Phytosociological techniques to Brazilian rain forest. *American Journal of Botany* 43(10): 911-941.

CAMERIK, A. M. & J. A. WERGER. 1981. Leaf characteristics of flora in the high plateau of Itatiaia, Brasil. *Biotropica* 13(1): 39-48.

CANTILLO, E., H. ARELLANO-P & J.O. RANGEL-CH. 2009. Patrones de la estructura y la riqueza de la vegetación de la serranía del Perijá, sectores Norte y Centro. Págs 323-364 en: J.O. Rangel-Ch. (ed). *Colombia Diversidad Biótica VIII. Media y baja montaña de la serranía del Perijá*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

CHAPIN III, F. S., P. A. MATSON & H. A. MOONEY (eds). 2002. Principles of terrestrial ecosystem Ecology. Springer. Stanford (USA)

CLEEF, A. M., J. O. RANGEL-Ch., T. VAN DER HAMMEN & R. JAMARILLO-M. 1984. La vegetación de las selvas del transecto Buritaca-La Cumbre, Sierra Nevada de Santa Marta. Págs. 267-406 en: T. van der Hammen & P. M. Ruiz (eds). *Estudios de ecosistemas Tropoandinos* 2. J. Cramer in Gebr. Borntraeger, Berlín, Stuttgart.

CORTÉS-CASTILLO, D. V. 2011. Flora y vegetación asociada a un gradiente de salinidad en el sector de bahía Cispatá (Córdoba-Colombia). Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá (Información inédita)

CUATRECASAS, J. 1934. Observaciones Geobotánicas en Colombia. Trabajos del Museo nacional de Ciencias Naturales. Serie botánica 27: 144 p.

CUATRECASAS, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 10: 221-268.

DEAN, J. & A. SMITH. 1978. Behavioral and morphological adaptations of a tropical plant to high rainfall. Biotropica 10: 152-154.

DOMÉNECH, X. & J. PERAL. 2006. *Química ambiental de sistemas terrestres*. Reverté. Barcelona

DUDLEY, E. C. 1978. Adaptive radiation in the Melastomataceae along an altitudinal gradient in Perú. Biotropica 10: 134-143.

FAJARDO, L., V. GONZALEZ., J. M. NASSAR., P. LACABANA., C. A. PORTILLO-Q., F. CARRASQUEL & J. P. RODRIGUEZ. 2005. Tropical Dry forest of Venezuela: Characterization and current conservation status. Biotropica 37(4): 531-546.

FARJI-BRENER, A., O. VALVERDE., L. PAOLINI., M. LA TORRE., E. QUINTERO., E. BONACCORSO., L. ARNEDO & R. VILLALOBOS. 2002. Función del acumen en las hojas y su distribución vertical en un bosque lluvioso tropical de Costa Rica. Revista de Biología Tropical 50(2): 561-567.

GARCÍA, C. & V. GONZALES. 1994. Características foliares de los árboles en una selva nublada tropical del ramal interior de la Cordillera de la Costa, Loma de Hierro (Edo. Aragua) Venezuela. Ecotropicos 7(1): 30-36.

GATES, D. M., R. ALDEFER & E. TAYLOR. 1968. Leaf temperature of desert plants. Science 59: 944-995.

GENTRY, A. H. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. Evolutionary Biology. Hecht, Wallace and Prance, Plenum Publishing Corporation.

GIVNISH, T. J. & G. J. VERMEIJ. 1979. Sizes and Shapes of Liane Leaves. The American Naturalist 110(975): 743-778.

GOMEZ, L. D. 1986. Vegetación de Costa Rica. Apuntes para una biogeografía Costarricense. Capítulo VI. Espectro biológico y formas de vida de nuestra vegetación. Universidad Estatal a distancia. San José, Costa Rica.

GRUBB, P. J., J. LLOYD., T. D. PENNINGTON & T. C. WHITMORE. 1963. A Comparison of Montane and Lowland Rain Forest in Ecuador I. The Forest Structure. Physiognomy, and Floristics. The Journal of Ecology 51(3): 567-601.

HALLOY, S. R. P. & A. F. MARK. 1996. Comparative leaf morphology spectra of plant communities in New Zealand, the Andes and the European Alps. Journal of the Royal Society of New Zealand 26(1): 41-78.

HAMANN, O. 1979. On climatic conditions, vegetation types, and leaf size in the Galápagos Islands. Biotropica 11(2): 101-122.

HAMMER, O., D. A. T. HARPER & P. D. RYAN. 2001. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 9 p.

HUBER, F. O., H. LINDORF., E. MEDINA., T. MÉRIDA., K. NAPP-ZINN., I. ROTH., M. L. SALGADO-LABOURIAU., V. VARESHI & A. ZINCK. 1986. La selva Nublada de Rancho Grande, Parque Nacional "Henri Pittier", El ambiente físico. *Ecología Vegetal y Anatomía Vegetal. Acta científica venezolana.* Caracas

JUNGNER, J. 1891. Anpassungen der Pflanzen an das Klima in den Gegenden der regenreichen Kamerungebirge. *Bot. Zbl* 47: 353-360.

LANE, D. R., D.P. COFFIN & W. K. LAUENROTH. 2000. Changes in grassland canopy structure across a precipitation gradient. *Journal of Vegetation Science* 11(3): 359–368.

LEIGH, E. G. 1975. Structure and climate in tropical rain forest. *Annual Review Of Ecology And Systematics* 6: 67-86.

LOZANO, G. & J. H. TORRES. 1965. Estudio Fitosociológico de un bosque de robles *Quercus humboldtii* H & B de "La Merced" CUND. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia.

MEDINA, E., V. GARCÍA & E. CUEVAS. 1990. Sclerophylly and Oligotrophic Environments: Relationships between leaf structure, mineral nutrient content, and drought resistance in tropical rain forest of the upper Río Negro Region. *Biotrópica* 22(1): 51-64.

MEIER, W. 2004. Flora y vegetación del Parque Nacional El Ávila (Venezuela, Cordillera de la Costa), con especial énfasis en los bosques nublados. Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften. Waldbau-Institut. Universität Freiburg. Alemania

MÉNDEZ-ALONSO, R., J. LOPEZ & V. RIVERA. 2008. Latitudinal Variation in Leaf and Tree Traits of the Mangrove *Avicennia germinans* (Avicenniaceae) in the Central Region of the Gulf of Mexico. *Biotrópica* 40 (4): 449 – 456.

PALENCIA, G., S. MERCADO & E. C. COMBATT. 2006. *Estudio Agroclimático del Departamento de Córdoba.* Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Córdoba.

PANZA-M, E. 2001. Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Juan de Acosta, departamento de Atlántico, Colombia. [Consulta online]. Dirección: <http://www.juandeacosta-atlantico.gov.co>

PARKHURST, D. F. & O. L. LOUCKS. 1972. Optimal Leaf Size in Relation to Environment. *The Journal of Ecology* 60 (2): 505-537.

PEPPE, D. J., D. L. ROYER, B. CARIGLINO, S.Y. OLIVER, S. NEWMAN, E. LEIGHT, G. ENIKOLOPOV, M. FERNANDEZ-BURGOS, F. HERRERA, J. M. ADAMS, E. CORREA, E. D. CURRANO, J. M. Erickson, L. F. HINOJOSA, J. W. HOGANSON, A. IGLESIAS, C. A. JARAMILLO, K. R. JOHNSON, G. J. JORDAN, N. J. B. KRAFT, E. C. LOVELOCK, C. H. LUSK, U. NIINEMETS, J. PEÑUELAS, G. RAPSON, S. L. WING & I. J. WRIGHT.

2011. Sensitivity of leaf size and shape to climate: global patterns and paleoclimatic applications. *New Phytologist*. doi: 10.1111/j.1469-8137.2010.03615.x

QUESADA-M, E. 2009. Relación entre morfología foliar de antófitos y factores abióticos en las principales pluvisilvas de la Región Oriental cubana. *Revista Biología Tropical* 57 (1-2): 235-256

RANGEL-CH, J. O. & P. FRANCO R. 1985. Observaciones fitoecológicas en varias regiones de vida de la cordillera central de Colombia. *Caldasia* 14 (67): 210-249.

RANGEL-CH, J. O., C. DELGADO & J. URIBE. 1986. Aspectos Biotipológicos y Morfoecológicos de la vegetación en Gorgona. Págs. 152-169 en: Aguirre-C & J. O. Rangel-Ch. (eds), *Biota y ecosistemas de Gorgona*. Fondo FEN-Colombia: Bogotá.

RANGEL-CH, J. O. & G. LOZANO-C. 1986 . Un perfil de vegetación entre la Plata (Huila) y el volcán Puracé. *Caldasia* 14(68-70): 503-547

RANGEL-CH, J.O & A, VELÁSQUEZ. 1997. Métodos de estudios de la vegetación. Págs. 59-87 en: Rangel-Ch., J.O. (ed.). *Diversidad Biótica II. Tipos de vegetación en Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

RANGEL-CH, J.O & H, ARELLANO. 2010. Clima. Págs 1-14. en: Rangel-Ch., J.O. (ed.). *Diversidad Biótica IX. Ciénagas de Córdoba: Biodiversidad, Ecología y Manejo ambiental*. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

RANGEL-CH. J.O. 1991. Vegetación y ambiente en tres gradientes montañosos de Colombia. Tesis de doctorado. U. Amsterdam. Academisch Proefschrift. pp 322-323.

RANGEL-CH., J. O. & J. E. CARVAJAL-C. 2009. Clima de la serranía del Perijá, Colombia. Págs. 3-49 en: J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica VIII. Media y baja montaña de la serranía del Perijá*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

RANGEL-CH., J.O. 2010. Suelos. Págs. 1-14 en: Rangel-Ch., J.O. (ed.). *Diversidad Biótica IX. Ciénagas de Córdoba: Biodiversidad, Ecología y Manejo ambiental*. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

RANGEL-CH., J.O., E. E. CANTILLO & H. GARAY. 2011. La estructura y el patrón de riqueza de la vegetación en las localidades del departamento de Córdoba. Págs. 203-251 en: Rangel-Ch., J.O. (ed.). *Diversidad Biótica XI. Patrones de la estructura y de la riqueza de la vegetación de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

RANGEL-CH., J.O., H. ARELLANO-P & M. LAZALA. 2007. Suelos. Págs. 63-69 en: J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica V. La alta montaña de la serranía del Perijá*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

RAUNKIAER, C. 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Clarendon Press, Oxford, 632 p.

- RICHARDS, P. 1956-1966.** The tropical rain forest. Cambridge University, Londres. 450p.
- RIVERA-DÍAZ, O., J. L. FERNANDEZ-A., C. A. VARGAS-R & J.O. RANGEL-CH. 2009.** Caracterización florística de las franjas Tropical, Subandina y Andina, de la serranía del Perijá, Colombia. Págs. 73-187 en: J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica VIII. Media y baja montaña de la serranía del Perijá*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- ROTH, I. 1984.** Stratification of tropical forests as seen in leaf structure. Dr. W. Junk, The Hague, Holanda. 345 p.
- ROYER, D.L., P. WILF., D. A. JANESKO., E. A. KOWALSKI & D. L. DILCHER. 2005.** Correlations of climate and plant ecology to leaf size and shape: potential proxies for the fossil record. *American Journal of Botany*. 92:1141-1151.
- SÁNCHEZ-P., H, G. ULLOA-D., H. TAVERA-E & W. GIL-T. 2005.** Plan de manejo integral de los manglares de la zona de usos sostenible del sector estuarino de la Bahía de Cispatá. Departamento de Córdoba-Colombia. Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge, Corporación Nacional de Investigaciones y fomento forestal, OIMT. Bogotá
- SARMIENTO, G. 1975.** The Dry Plant Formations of South America and Their Floristic Connections. *Journal of Biogeography* 2(4): 233-251.
- STURM, H. & J.O. RANGEL-CH. 1985.** Ecología de los páramos Andinos: Una visión preliminar integrada. *Biblioteca J.J.Triana* 9: 292 p. Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá.
- TAFUR, E. & J. O. RANGEL-CH. 2005.** Caracterización preliminar de la textura foliar de la vegetación en los transectos del Tatamá (Cordillera occidental, Colombia). Págs. 661-687 en: T. Van der Hammer, J. O. Rangel-Ch. & A. M. Cleff (eds). *Estudios de ecosistemas Tropoandinos* 7. J. Cramer, Berlín.
- TAYLOR, S.E. (1975)** Optimal leaf form. *Perspectives in Biophysical Ecology* (eds D.M. Gates & R.B. Schmerl), pp. 73–86. Springer, Berlin, Germany.
- TRAIER, C., S. KLOTZ, D. UHL & V. MOSBRUGGER. 2005.** Environmental signals from leaves – a physiognomic analysis of European vegetation. *New Phytologist* 166: 465–484.
- VAN DER HAMMEN T. 1984.** Datos climatológicos del transecto Buritaca y alrededores (Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia). Págs. 45-66 en: T. Van der Hammen & P. M. Ruiz. (eds). *Estudios de ecosistemas Tropoandinos* 2. Editorial J. Cramer, Berlín.
- VAN DER MÜELEN, F. & J. A. WERGER. 1984.** Crown characteristics, leaf size and light through fall of some savannas in southern Africa. *South African Journal of Botany* 3:208-218

VELÁZQUEZ-R., N. J. MEAVE & S. VÁZQUEZ-S. 2002. Elevational Variation of Leaf Traits in Montane Rain Forest Tree Species at La Chinantla, Southern México. *Biotropica* 34(4): 534-546.

VENEKLAAS, E. 1985. Morphological variation in leaves of three ecological different tree species from tropical rain forest. Internal communication, University of Utrecht, Holanda.

WALTER, H. 1973. Die Vegetation der Erder in okophysiologischer Betrachtung. Band 13rd de Fischer, Stuttgart, 743 p.

WEBB, L. J. 1959. Physiognomic classification of Australian rain forests. *Journal of Ecology* 47: 551-570.

WOLFE, J. A. 1978. A paleobotanical interpretation of Tertiary climates in the northern hemisphere. *American Scientist* 66: 694-703.

WRIGHT, I. J., P. B. REICH., M. WESTOBY., D. D. ACKERLY., Z. BARUCH., F. BONGERS., J. CAVENDER-BARES., T. CHAPIN., J. H. C. CORNELISSEN., M. DIEMER., J. FLEXAS., E. GARNIER., P. K. GROOM., J. GULIAS., K. HIKOSAKA., B. B. LAMONT., T. LEE., W. LEE., C. LUSK., J. J. MIDGLEY., M. L. NAVAS., U. NIINEMETS., J. OLEKSYN., N. OSADA., H. POORTER., P. POOT., L. PRIOR., V. I. PYANKOV., C. ROUMET., S. C. THOMAS., M. G. TJOELKER., E. J. VENEKLAAS., R. VILLAR.. 2004. The worldwide leaf economics spectrum. *Nature* 428: 821–827.

WRIGTH, I. J., P. B. REICH & M. WESTOBY. 2001. Strategy shifts in leaf physiology, structure and nutrient content between species of high- and low-rainfall and high- and low-nutrient habitats. *Functional Ecology* 15: 423–434.

ZÚÑIGA, E. A., SÁNCHEZ-GONZÁLEZ & D. GRANADOS. 2009. Análisis de la variación morfológica foliar en *Quercus laeta* Liebm., en el Parque Nacional los Mármoles, Hidalgo, México. *Biología Tropical* 57 (1-2): 235-256.

10.ANEXOS

Solicitar la información al correo maleryw2@gmail.com, disponibles próximamente en la página www.colombiadiversidadbiotica.com.