

### CAPÍTULO 3- ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESPECTRAL DE LAS FORMACIONES VEGETALES DEL ÁREA PROTEGIDA DE RECURSOS MANEJADOS PENINSULA DE ZAPATA

#### 3.1- Localización del área de estudio

El Área Protegida de Recursos Manejados Península de Zapata (APRM), ocupa todo el extremo sur de la provincia de Matanzas y el área de la plataforma insular. Tiene una extensión superficial de 738 482 ha (7 385 km<sup>2</sup>). La parte terrestre ocupa 500 725 ha (5 007 km<sup>2</sup>) y la parte marina 237 757 ha (2 378 km<sup>2</sup>). En nuestra investigación solo se analiza la vegetación de la superficie terrestre, por lo que abarca la superficie de 500 725 ha terrestres.

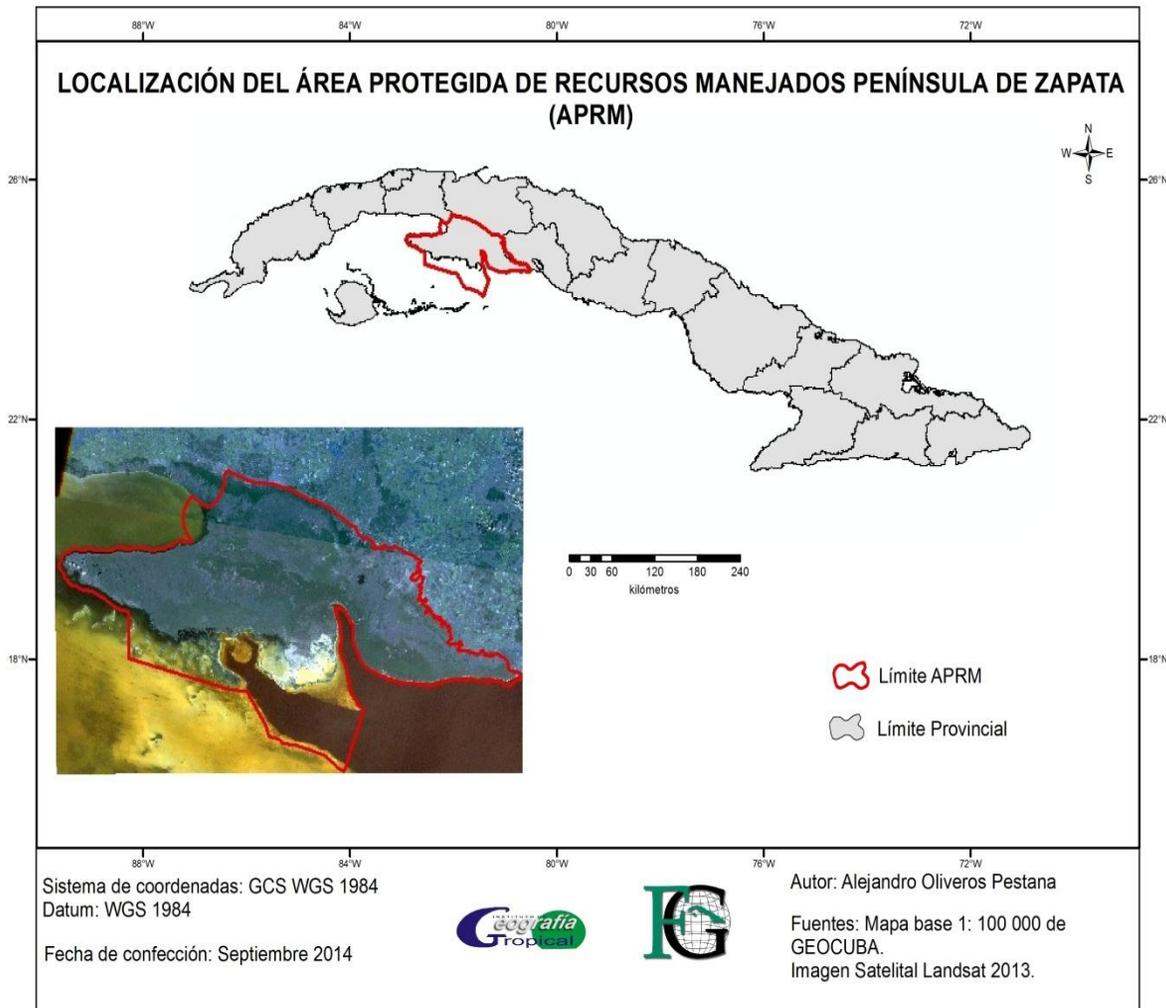


Figura 3.1- Localización del área de estudio.

### 3.2- Caracterización de las formaciones vegetales

Para la caracterización de las formaciones vegetales se revisó la clasificación utilizada para la confección del mapa de vegetación basada en una modificación de la clasificación de vegetación de Cuba de (Capote & Berazain, 1984) y se tomó como apoyo el trabajo de (Jiménez, 2011). (Ver anexo 1)

El mapa de cobertura vegetal fue recortado por el límite del área de estudio con la ayuda de los SIG, dejando 17 formaciones vegetales (Ver figura 3.2). Hay que destacar que en el momento de los análisis las plantaciones fueron excluidas, debido a que estas están condicionadas a factores antrópicos y no abarcan todo el período de estudio. También se excluyeron las zonas desnudas y semidesnudas ya que no son significativas en su extensión areal.

Las formaciones vegetales son las siguientes: **I.1.1** (bosque siempreverde micrófilo costero y subcostero (monte seco)), **I.2.1** (bosque caducifolio), **I.2.2** (bosque semideciduo mesófilo), **I.3.1** (bosque de ciénaga bajo), **I.3.2** (bosque de ciénaga típico), **I.4** (manglar), **II.1** (matorral costero y subcostero con abundancia de suculentas (manigua costera)), **II.2** (matorral xeromorfo subcostero sobre pavimento carsificado), **II.3** (complejo de vegetación de costa arenosa), **III.1** (herbazal de ciénaga), **III.2** (sabanas naturales S.L), **IV.1** (Bosques indiferenciados; mayoritariamente secundarios, seminaturales y ralos; plantaciones, arboledas, maniguas y matorrales), **IV.2** (plantaciones latifolias), **IV.3** (plantaciones latifolias jóvenes), **V** (Matorrales indiferenciados, mayoritariamente secundarios y marabuzales, maniguas y pastos con matorrales, bosques secundarios muy degradados y ralos), **VI.1** (saladares), **VI.2** (zonas desnudas y semidesnudas).

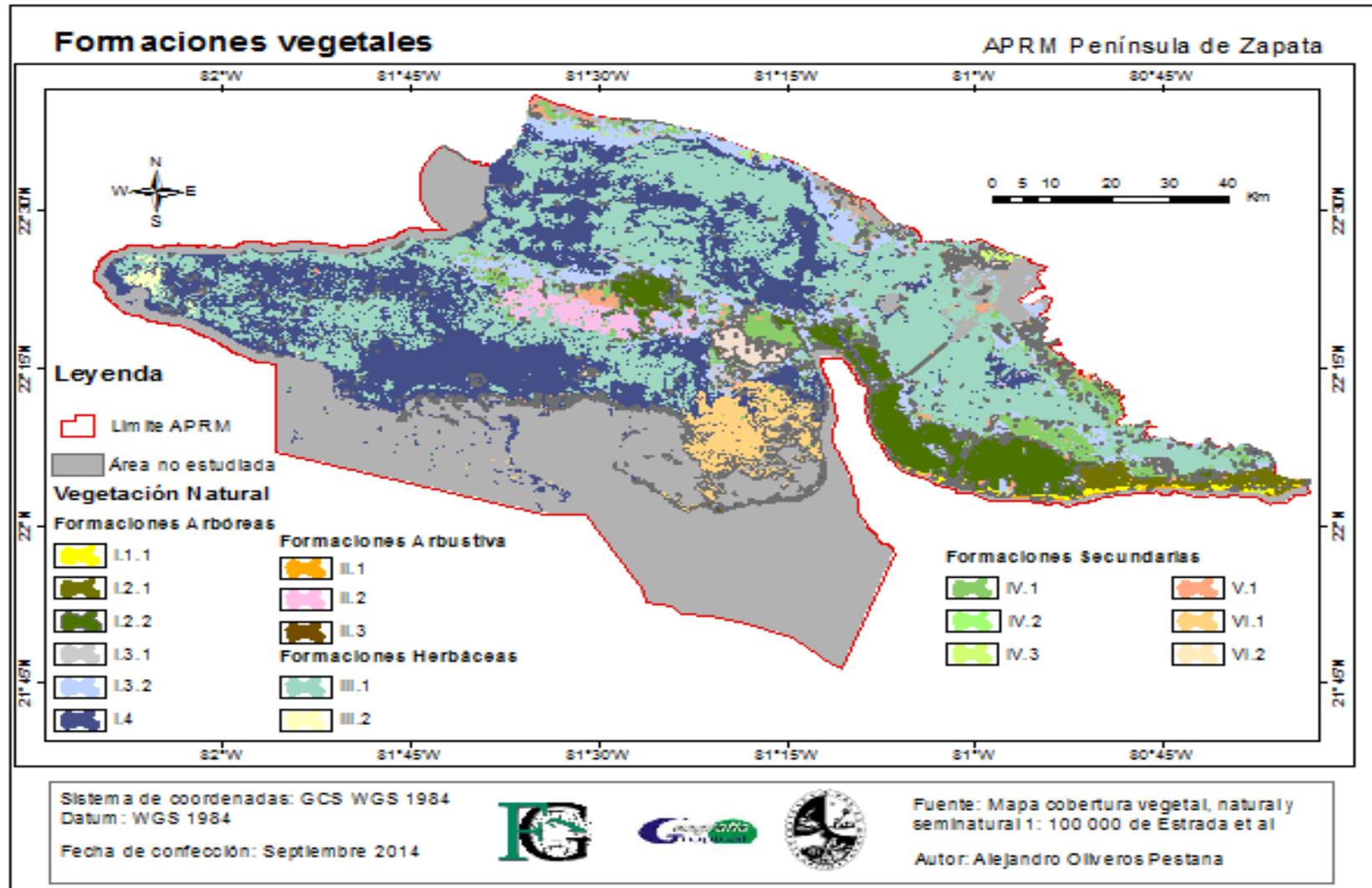


Figura 3.2- Mapa de formaciones vegetales del APRM Península de Zapata.

### 3.3- Resultado de aplicación de la metodología

El análisis del comportamiento espectral de las formaciones vegetales se realizó de forma general para el área y después se particularizó en cada formación, estos análisis fueron realizados para el año y durante el período de estudio (Figura 3.3 y 3.4).

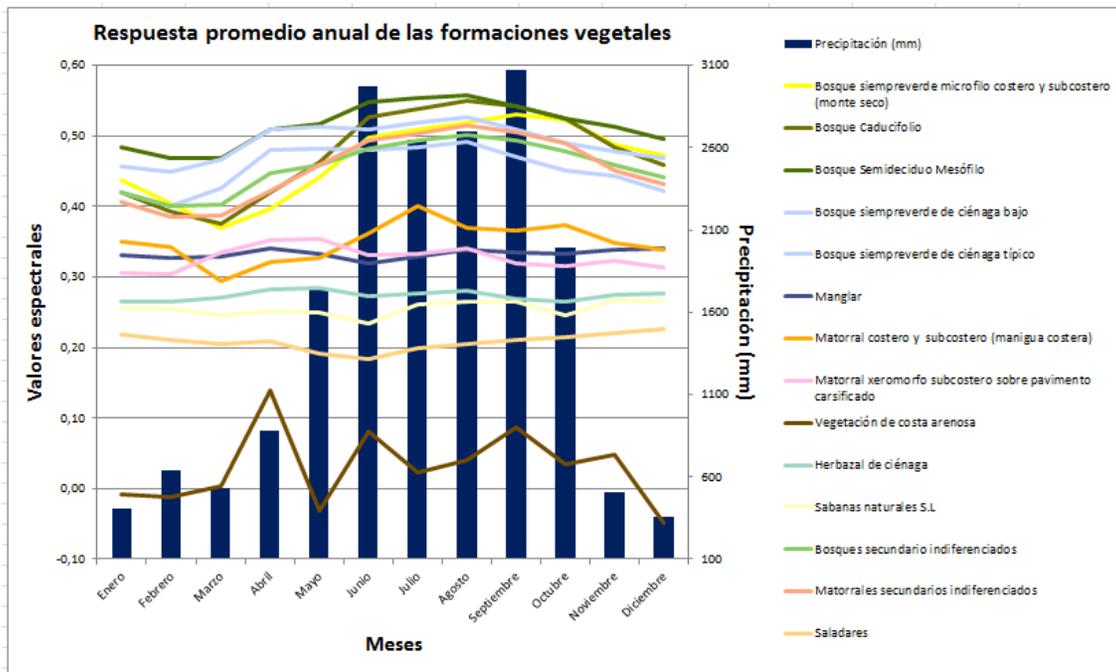


Figura 3.3 Respuesta espectral promedio anual de las formaciones vegetales.

Se emplearon también los datos de precipitación de la zona de estudio, obtenidos de la red de pluviómetros de recursos hidráulicos aportados por el Instituto de Meteorología (ver anexo 2 Tabla 1).

Estos datos se utilizaron para establecer y comprobar la relación entre la precipitación y el comportamiento espectral de las formaciones vegetales, mostrando los picos de menor y mayor lluvia, para el año, en la estación seca (diciembre) y la lluviosa (septiembre), así como para la serie de años analizados, destacándose el año 2004 como el más seco y el 2008 como el más húmedo.

La respuesta espectral de las formaciones vegetales en general durante el año (Figura 3.3) se encuentra entre los -0,05 y los 0,56, mostrando cinco niveles de respuestas claramente identificados; un primer nivel donde los valores oscilan entre los 0,37 y los

0,56 representado en su mayoría por formaciones arbóreas. En el segundo grupo existe una mezcla entre las formaciones arbóreas y arbustivas, mostrando un rango entre los 0,29 y los 0,32. Un tercer grupo que agrupa parte de las formaciones herbáceas, este presenta una variabilidad entre los 0,23 y los 0,28. El cuarto nivel identificado por una sola formación con valores entre los 0,18 a los 0,23. El último nivel caracterizado por una respuesta a lo largo del año entre valores positivos y negativos de respuesta. Destacando que el 85% del área, representado en su mayoría por formaciones arbóreas, presenta una respuesta desde los 0,26 hasta los 0,56.

A lo largo de la serie de años estudiados (Figura 3.4), se evidencia una respuesta por niveles, oscilando entre los -0,11 y 0,51; un primer nivel donde se encuentran la mayoría de las formaciones arbóreas, este nivel está en un rango entre los 0,40 y los 0,51. Un segundo grupo donde se presentan tanto formaciones arbóreas como arbustivas con una oscilación entre los 0,30 y los 0,41. El tercer nivel, donde se encuentran las formaciones herbáceas con una respuesta entre los 0,24 y los 0,31. Un cuarto grupo identificado por una sola formación que se separa de las demás, con una variabilidad entre los 0,19 y los 0,23. Una formación representa el último nivel que varía sus valores entre los negativos con -0,11y los positivos con 0,13. El 85 % de las formaciones del territorio presentan una variabilidad por encima de los 0,26 hasta los 0,51.

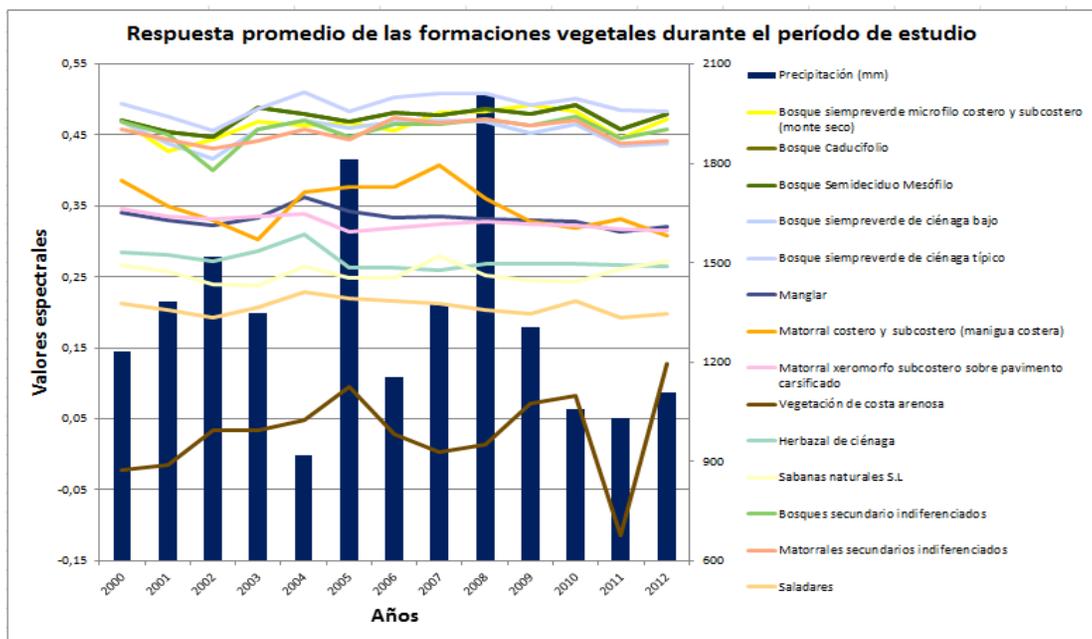


Figura 3.4 Respuesta espectral promedio de las formaciones vegetales durante el período de estudio.

El bosque siempreverde micrófilo costero y subcostero (monte seco), ocupa menos del 1% del área y presenta una respuesta promedio entre 0,37 para el mes de marzo y de 0,53 en el mes de septiembre, teniendo una media de 0,46 durante el año (Figura 3.5); Durante el período de estudio la respuesta oscila entre los 0,43 y los 0,49 con una media de 0,46 mostrando menos movilidad que durante el año (Figura 3.6). De manera integral el bosque siempreverde micrófilo costero y subcostero (monte seco) mostró una respuesta entre los 0,29 y los 0,61 con una media de 0,46. La tendencia de esta formación presenta una tendencia lineal ascendente en el transcurso del tiempo; el coeficiente de Pearson  $r = 0,44$ , determinando una correlación directa aunque débil con la precipitación (Figura 3.7).

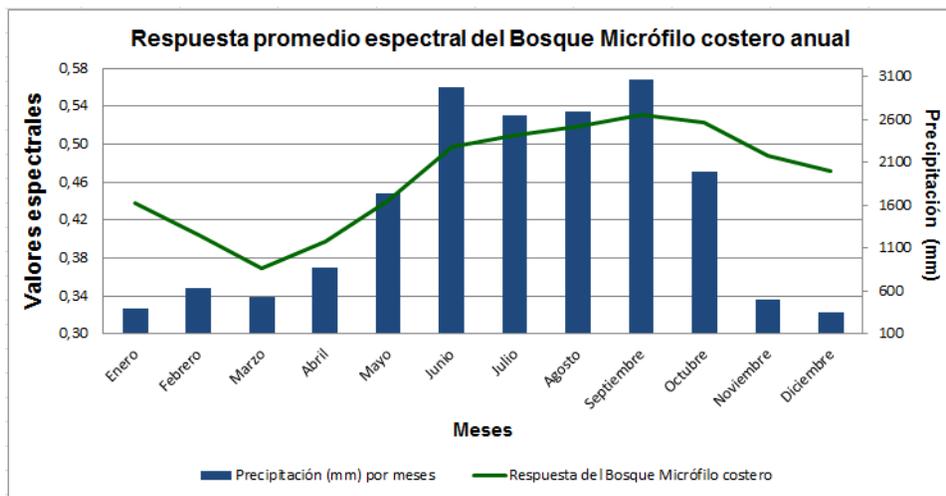


Figura 3.5- Respuesta promedio espectral del bosque micrófilo anual.

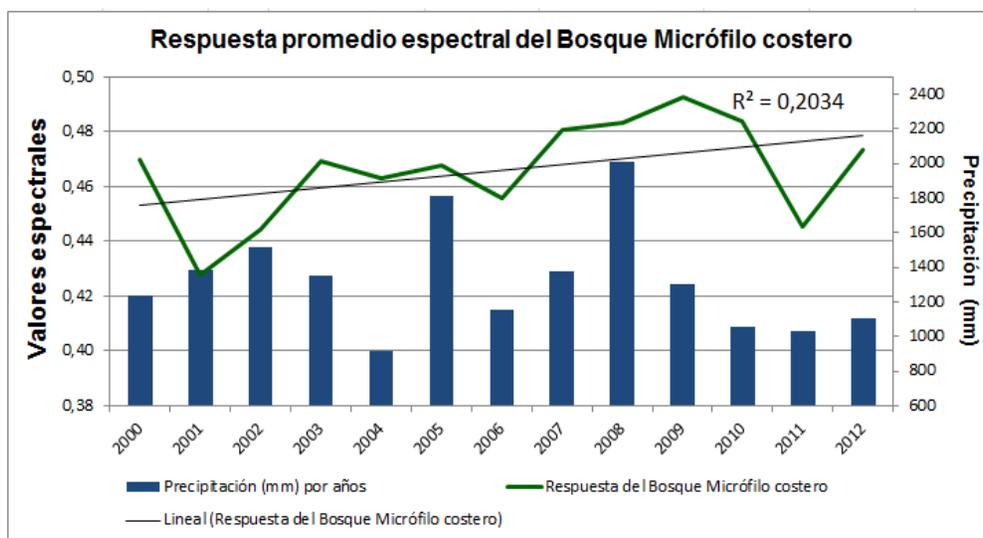


Figura 3.6- Respuesta promedio espectral del bosque micrófilo durante el período de estudio.

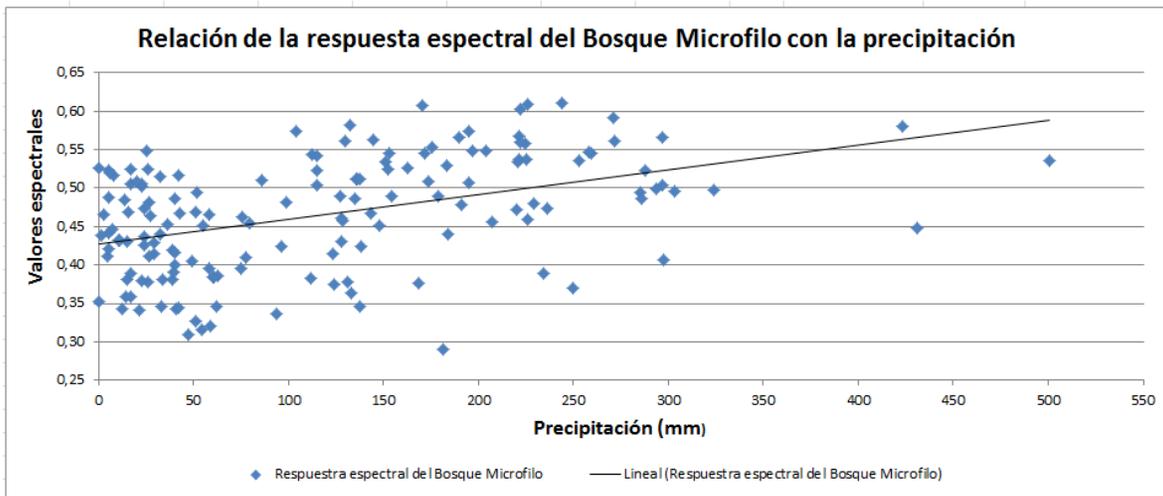


Figura 3.7- Relación de la respuesta espectral del bosque micrófilo con la precipitación.

La respuesta promedio del bosque caducifolio presente en más del 1% del territorio, está entre los 0,37 como valor más bajo en el mes de febrero y los 0,58 en julio, con una media alrededor de 0,47 a lo largo de los meses (Figura 3.8). En la serie de datos analizados su representación se enmarca entre los valores de 0,45 y 0,49 con una media de 0,47 (Figura 3.9). De manera general el bosque caducifolio se comportó entre los 0,29 y los 0,61 con una media de 0,51. Esta formación presenta una tendencia lineal ascendente; presentando una correlación directa moderada de un  $r = 0,55$  con la precipitación (Figura 3.10).

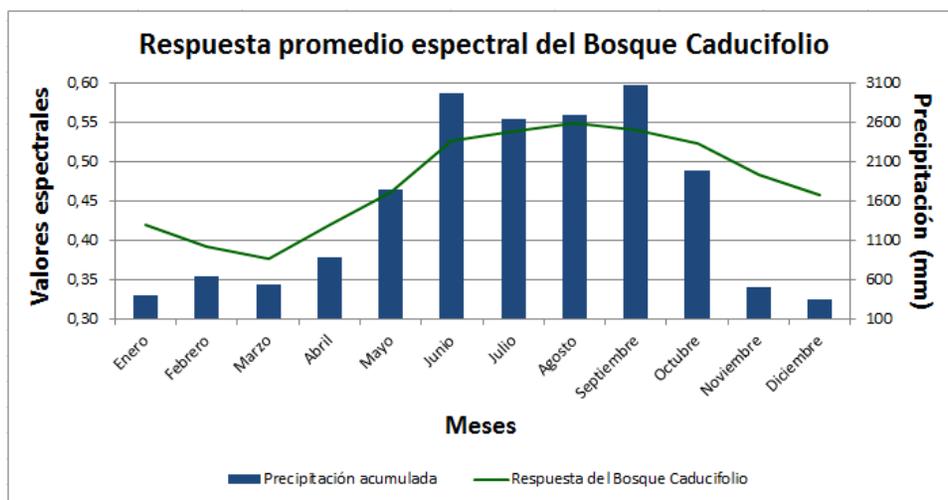


Figura 3.8- Respuesta promedio espectral del bosque caducifolio anual.

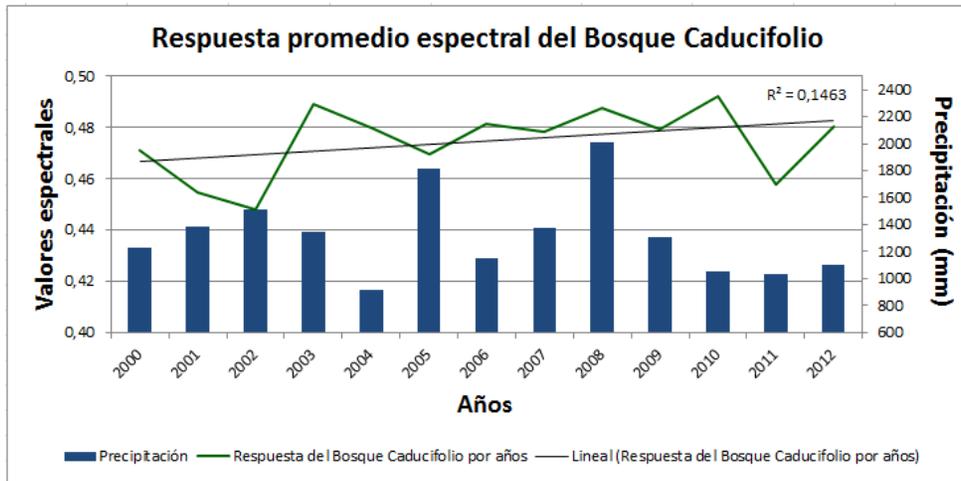


Figura 3.9- Respuesta promedio espectral del bosque caducifolio durante el período de estudio.

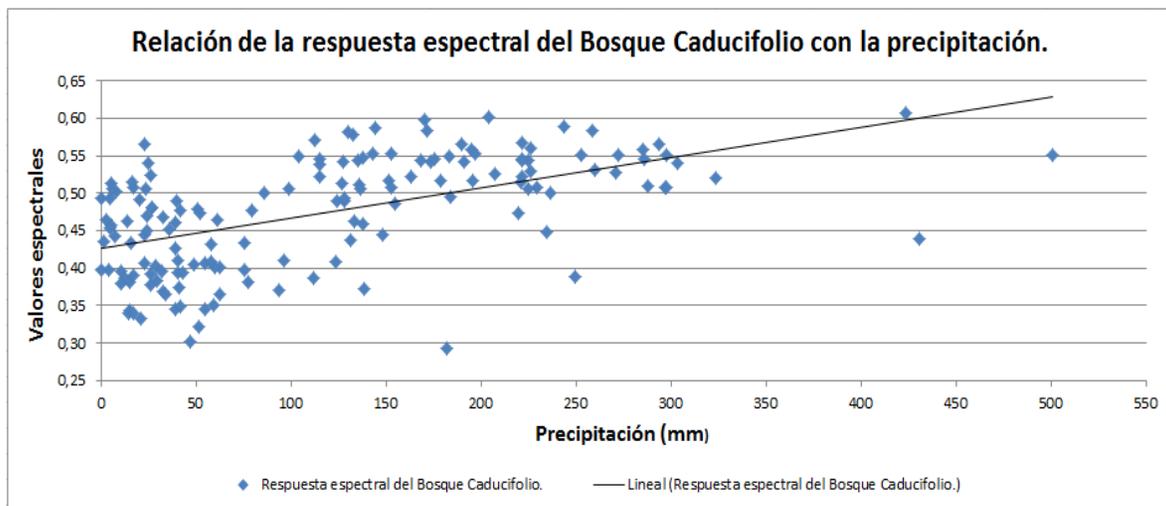


Figura 3.10- Relación de la respuesta espectral del bosque caducifolio con la precipitación.

Casi el 9 % del área está ocupada por el bosque semidecíduo mesófilo el cual presenta un promedio de respuesta entre 0,47 en los meses de febrero y marzo hasta 0,56 para el mes de agosto, con una media de 0,51 (Figura 3.11). En el caso de los años analizados el bosque responde entre los 0,47 y los 0,54 con una moda de 0,53 y una media de 0,51 (Figura 3.12). De manera global esta formación estuvo entre los 0,36 y los 0,61 estableciendo una media de 0,51 y una moda de 0,52. La tendencia de esta formación es lineal descendente; su vinculación con la precipitación se manifiesta de manera directa moderada con un  $r = 0,50$  (Figura 3.13).

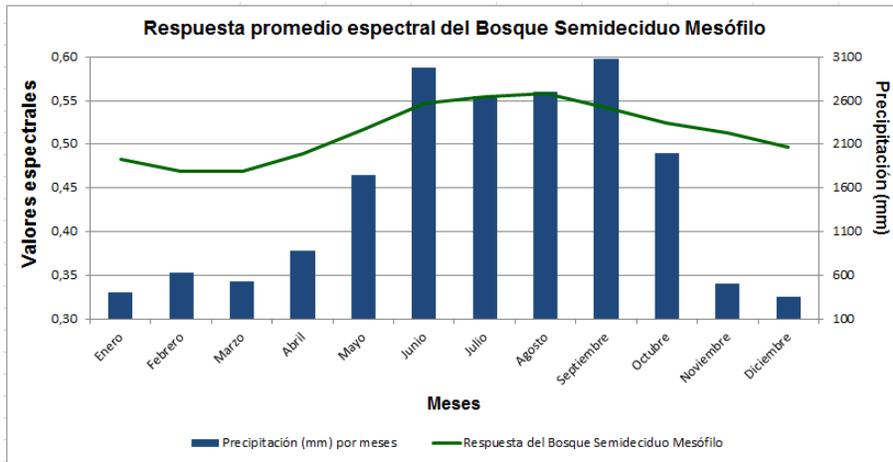


Figura 3.11- Respuesta promedio espectral del bosque mesófilo anual.

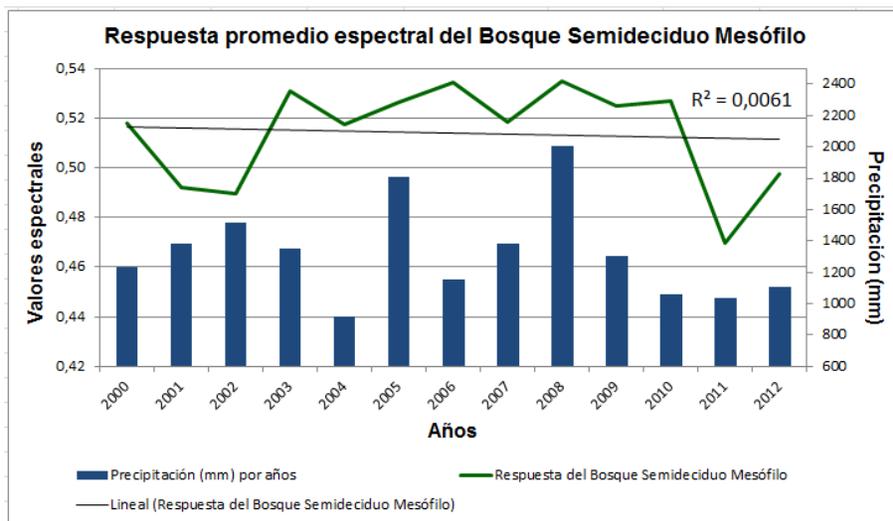


Figura 3.12- Respuesta promedio espectral del bosque mesófilo durante el período de estudio.

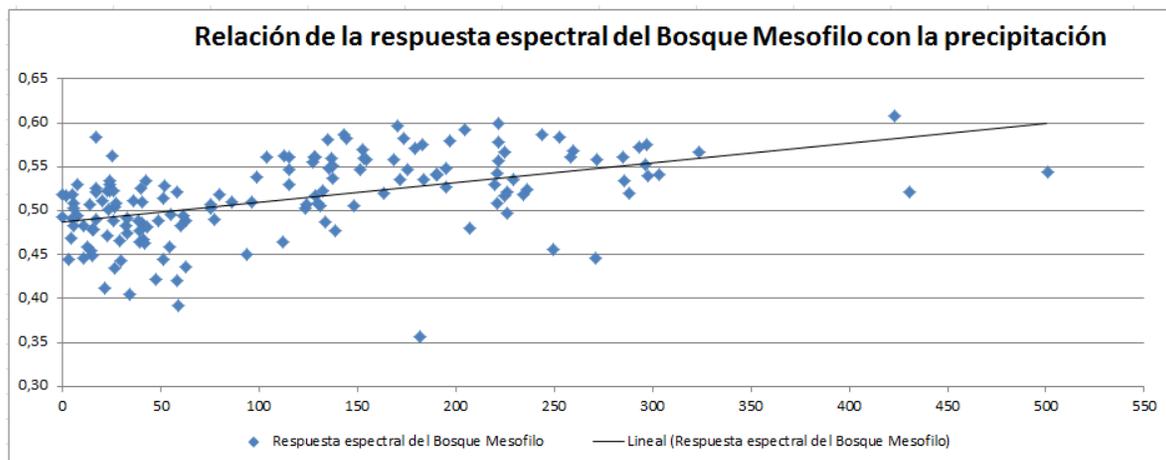


Figura 3.13- Relación de la respuesta espectral del bosque mesófilo con la precipitación.

El bosque siempreverde de ciénaga bajo, durante el año presenta valores entre los 0,40 para el mes de febrero y los 0,49 en agosto, manteniendo una media de 0,45 (Figura 3.14); desde el 2000 hasta el 2012 el comportamiento espectral está entre los 0,42 y los 0,47, con una moda de 0,47 y una media de 0,45 (Figura 3.15). Integrando el análisis se puede decir que el bosque siempreverde de ciénaga bajo oscilo entre los 0,34 y los 0,55 con una media de 0,45, repitiendo el valor de 0,43 en varias observaciones realizadas. Esta formación manifiesta una tendencia lineal casi constante a lo largo del tiempo; presentando una correlación directa aunque débil con la precipitación de un  $r = 0,44$  (Figura 3.16).

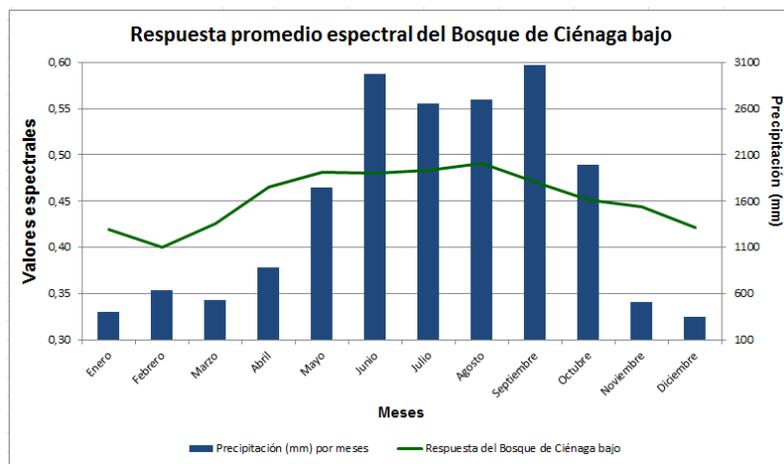


Figura 3.14- Respuesta promedio espectral del bosque de ciénaga bajo anual.

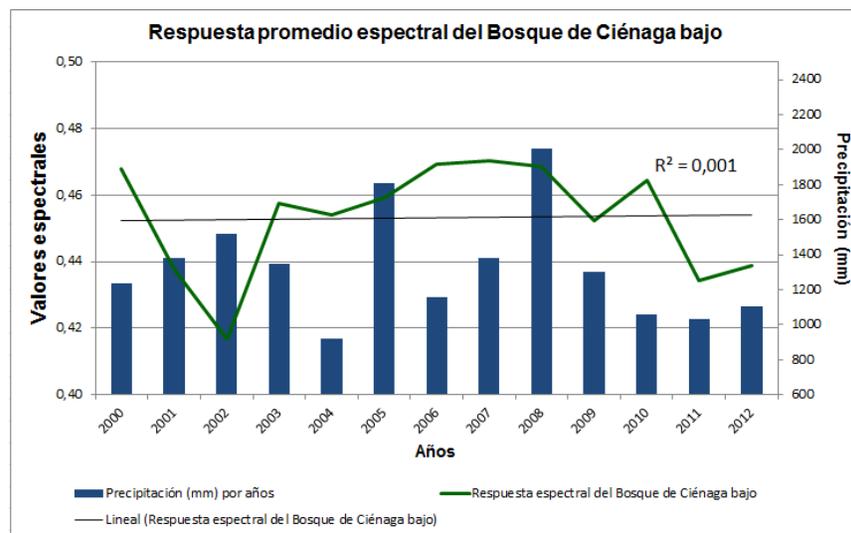


Figura 3.15- Respuesta promedio espectral del bosque de ciénaga bajo durante el período de estudio.

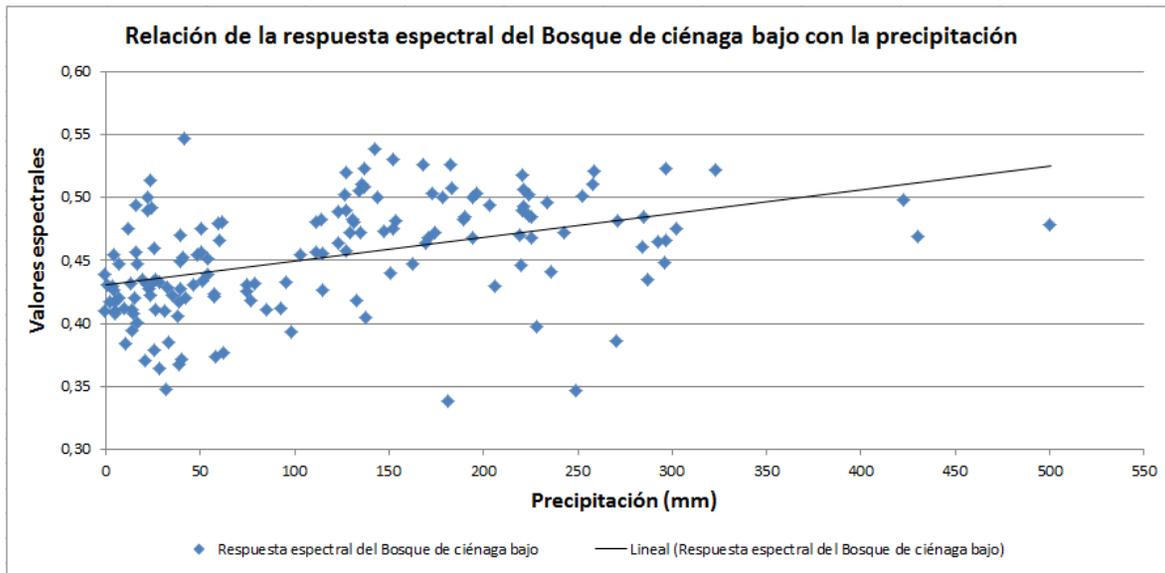


Figura 3.16- Relación de la respuesta espectral del bosque de ciénaga bajo con la precipitación.

El bosque siempreverde de ciénaga, con una ocupación casi del 8 %, presenta una respuesta entre los 0,45 para el mes de febrero y los 0,53 en agosto, con una moda de 0,51 y una media de 0,49 (Figura 3.17); para la serie de datos su respuesta varía entre los 0,46 y los 0,51 con una moda y una media de 0,49 (Figura 3.18). Generalizando la respuesta esta se comportó entre los 0,36 y los 0,56 con una media oscilando en los 0,49 y una moda en los 0,50. La misma presenta una tendencia ascendente en el tiempo; la correlación con la precipitación se manifiesta de manera directa aunque débil con un coeficiente de Pearson = 0,41 (Figura 3.19).

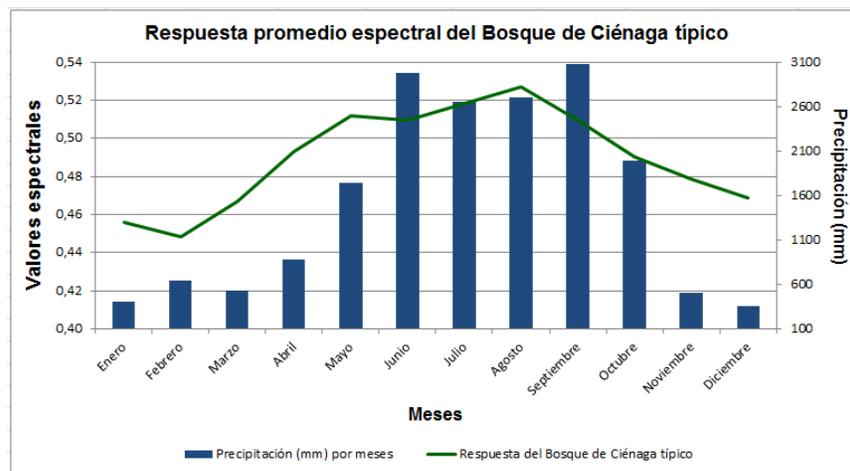


Figura 3.17- Respuesta promedio espectral del bosque de ciénaga anual.

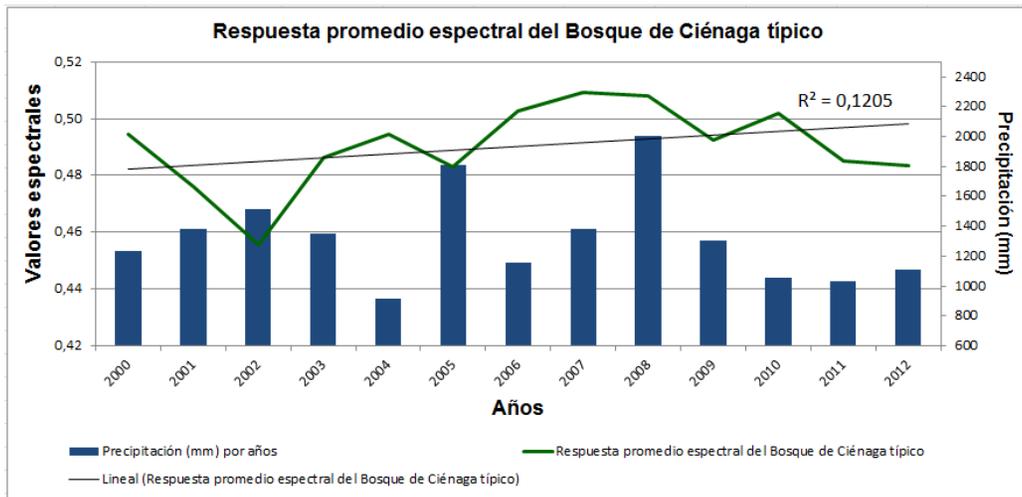


Figura 3.18- Respuesta promedio espectral del bosque de ciénaga durante el período de estudio.

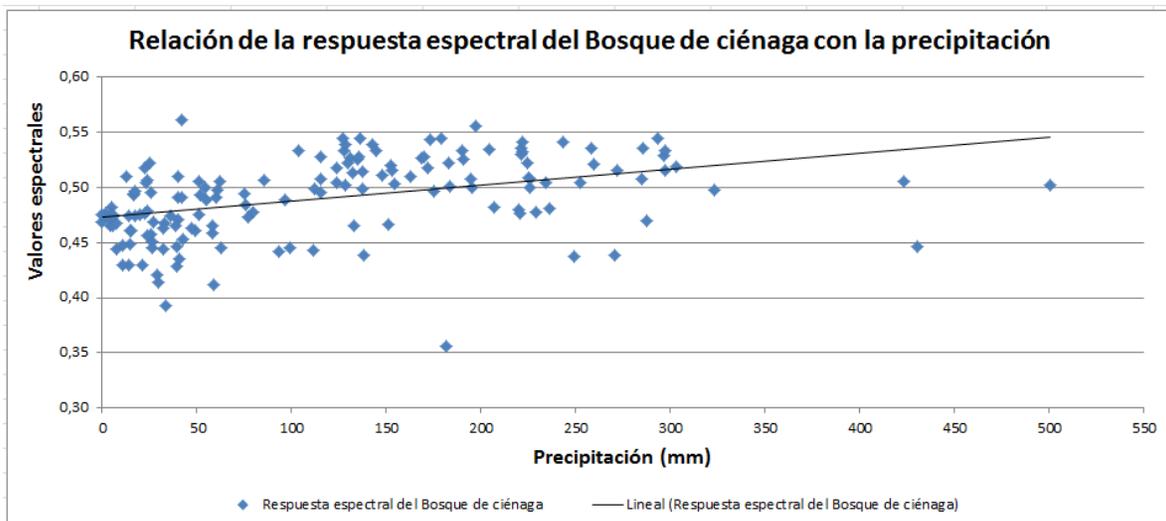


Figura 3.19- Relación de la respuesta espectral del bosque de ciénaga con la precipitación.

Una de las formación de mayor importancia son los manglares, los que ocupan el 29 % de nuestra área, la respuesta promedio de esta formación durante el año oscila entre los valores 0,32 en abril y junio y los 0,34 en agosto, noviembre y diciembre con una moda de 0,33 en el resto del año (Figura 3.20). Durante el periodo analizado presenta una respuesta entre los 0,31 y los 0,36, con una moda similar a la respuesta anual (Figura 3.21). Los manglares en su totalidad se comportaron entre los 0,29 y los 0,37 con una moda en los 0,33 y una media alrededor de los 0,33. La tendencia de los manglares es

descendente; la correlación se manifiesta con un  $r = -0,12$  evidenciando una relación negativa con la precipitación (Figura 3.22).

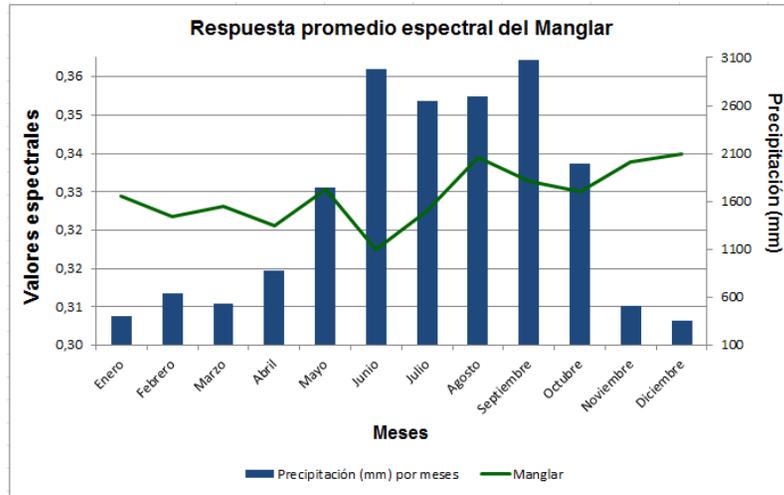


Figura 3.20- Respuesta promedio espectral del manglar anual.



Figura 3.21- Respuesta promedio espectral del manglar durante el período de estudio.

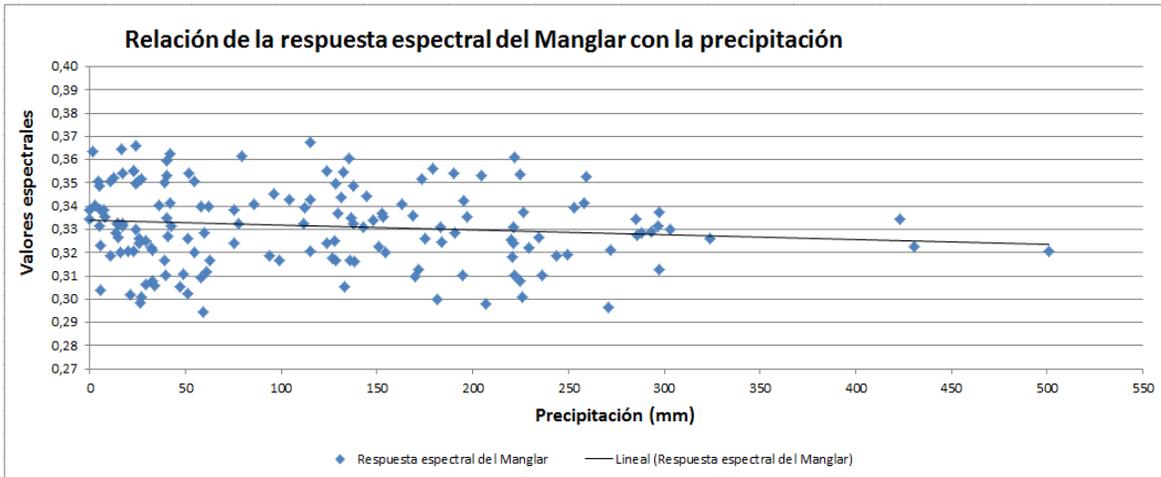


Figura 3.22- Relación de la respuesta espectral del manglar con la precipitación.

El matorral costero y subcostero con abundancia de suculentas (manigua costera), una formación con poca representación en el área, presenta una oscilación en su respuesta anual entre los 0,29 para marzo y los 0,40 en julio con una moda de 0,37 y una media de casi 0,35 (Figura 3.23). En el análisis realizado durante los años la respuesta se enmarcó entre los 0,30 y los 0,41, manifestando una moda 0,33 y una media de 0,35 (Figura 3.24). A modo de resumen el matorral costero y subcostero con abundancia de suculentas (manigua costera) se comportó entre 0,15 y los 0,52 con una media oscilando alrededor de los 0,35 y una moda igual a los 0,37. La tendencia lineal de esta formación es descendente; la correlación con la lluvia en el territorio se evidencia de manera directa pero débil con un  $r = 0,12$  (Figura 3.25).

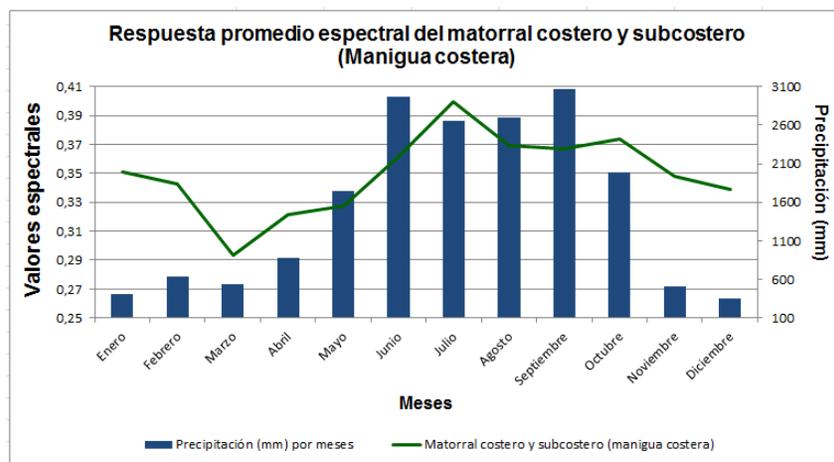


Figura 3.23- Respuesta promedio espectral del matorral costero y subcostero anual.

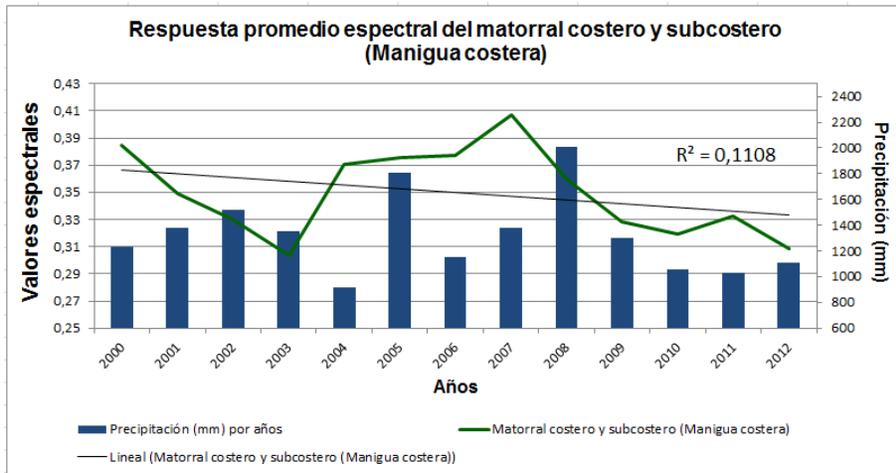


Figura 3.24- Respuesta promedio espectral del matorral costero y subcostero durante el período de estudio.

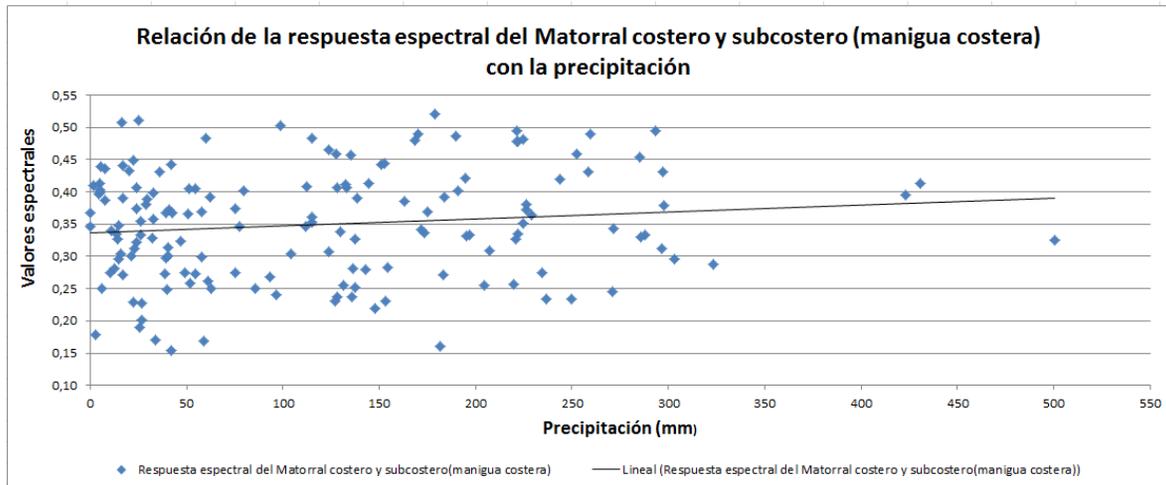


Figura 3.25- Relación de la respuesta espectral del matorral costero y subcostero con la precipitación.

El matorral xeromorfo subcostero sobre pavimento carsificado, representa el 1% de ocupación del territorio, presentando un comportamiento durante el año entre los 0,30 para el mes de febrero y los 0,35 en los meses de abril y mayo, con una media de 0,32 (Figura 3.26). Durante los 13 años analizados la respuesta se manifiesta entre los 0,31 y los 0,35 con una moda de 0,32 y una media similar a la anual (Figura 3.27). De forma integral esta formación respondió entre los 0,15 y los 0,52 con una moda de 0,37 y una media alrededor de los 0,35. La tendencia es descendente; la correlación con la precipitación presenta un  $r = 0,07$  indicando una relación directa muy débil casi nula (Figura 3.28).

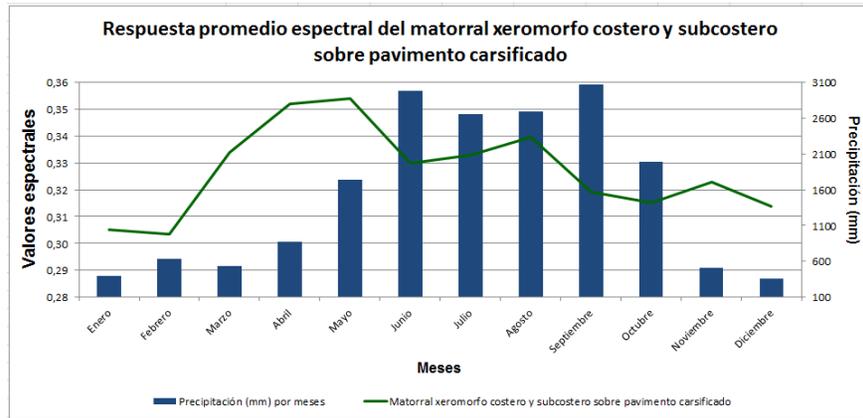


Figura 3.26- Respuesta promedio espectral del matorral xeromorfo costero y subcostero anual.

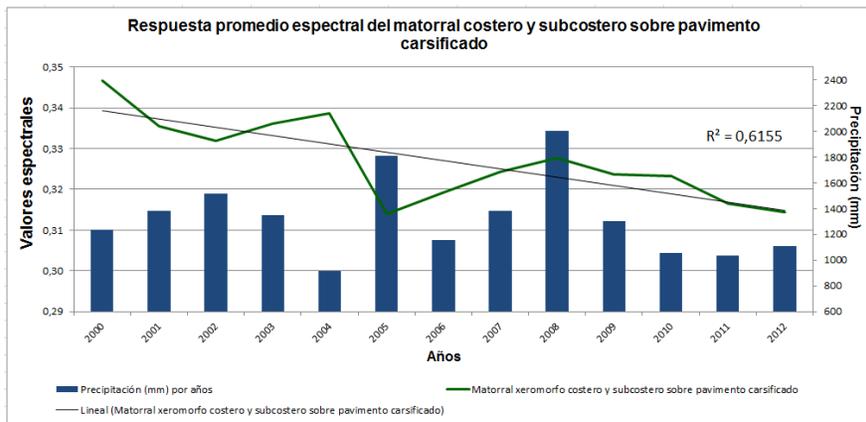


Figura 3.27- Respuesta promedio espectral del matorral xeromorfo costero y subcostero durante el período de estudio.

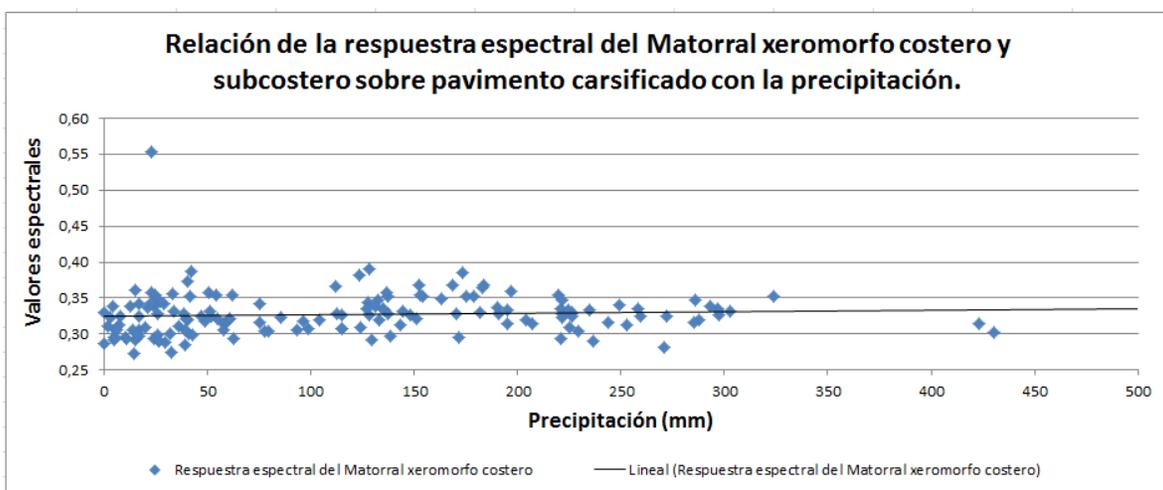


Figura 3.28- Relación de la respuesta espectral del matorral xeromorfo costero y subcostero con la precipitación.

Una de las formaciones con menor ocupación espacial en el territorio es la vegetación de costa arenosa, esta formación tiene una respuesta entre valores negativos y positivos durante el período de estudio. En el caso de los años sus valores están entre los -0,05 en diciembre coincidiendo con el pico de la seca y los 0,14 en el mes de abril, dando como resultado una moda de -0,01 y una media de 0,02 (Figura 3.29); durante los 12 años el comportamiento esta entre los -0,11 y los 0,13 con una moda de 0,03 y coincidiendo el valor de la media con la anual (Figura 3.30). De manera global la respuesta está entre los -0,30 y los 0,37 con una moda de -0,30 y una media alrededor de los 0,03. La tendencia de los datos se muestra ascendente; la correlación de esta formación con la lluvia es similar a la formación anterior (Figura 3.31).

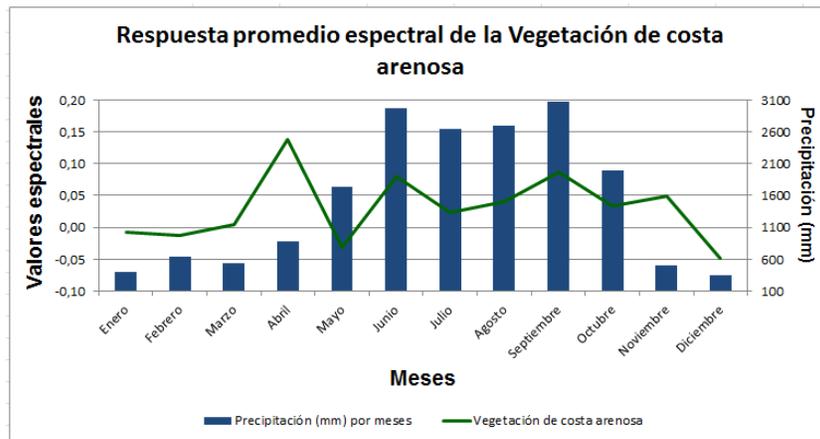


Figura 3.29- Respuesta promedio espectral de la vegetación de costa arenosa anual.

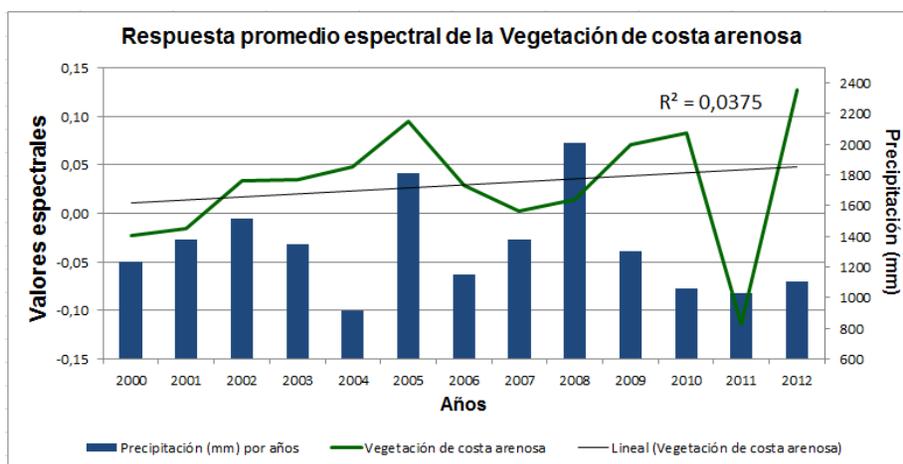


Figura 3.30- Respuesta promedio espectral de la vegetación de costa arenosa durante el período de estudio.

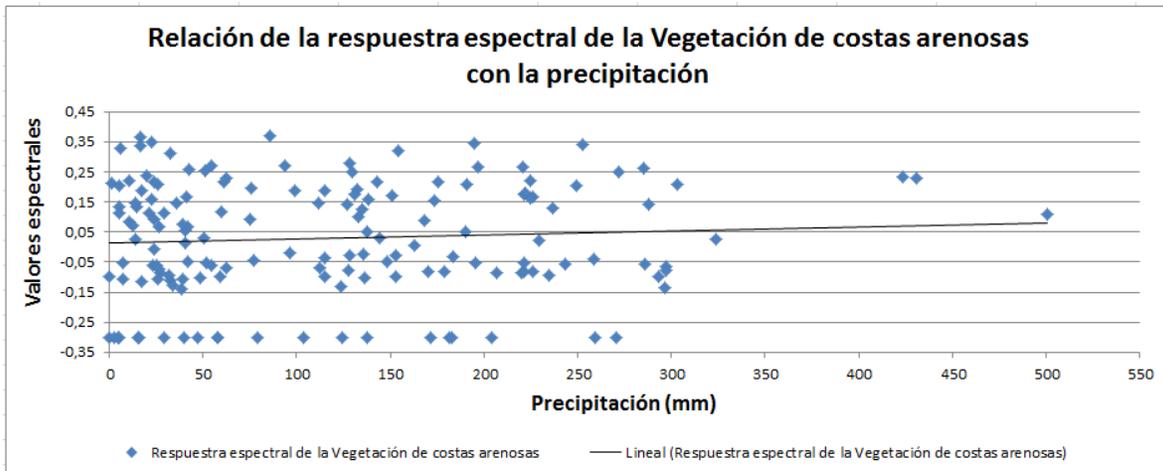


Figura 3.31- Relación de la respuesta espectral de la vegetación de costa arenosa con la precipitación.

La formación con mayor extensión en el área con un 34% de extensión espacial son los herbazales de ciénaga, esta cobertura vegetal anualmente oscila sus valores entre los 0,26 y los 0,28 con una moda de 0,28 y una media de 0,27 (Figura 3.32); el otro análisis vinculado a la serie de años analizados muestra una respuesta entre los 0,36 y los 0,31 para una moda de 0,28 y la misma media obtenida en el año (Figura 3.33). Integralmente esta formación respondió entre los 0,15 y los 0,52 con una moda de 0,37 y una media rondando los 0,35. La tendencia mostrada es descendente; la correlación con la precipitación es negativa con un valor de  $r = -0,15$  mostrando que ambas variables son inversa (Figura 3.34).

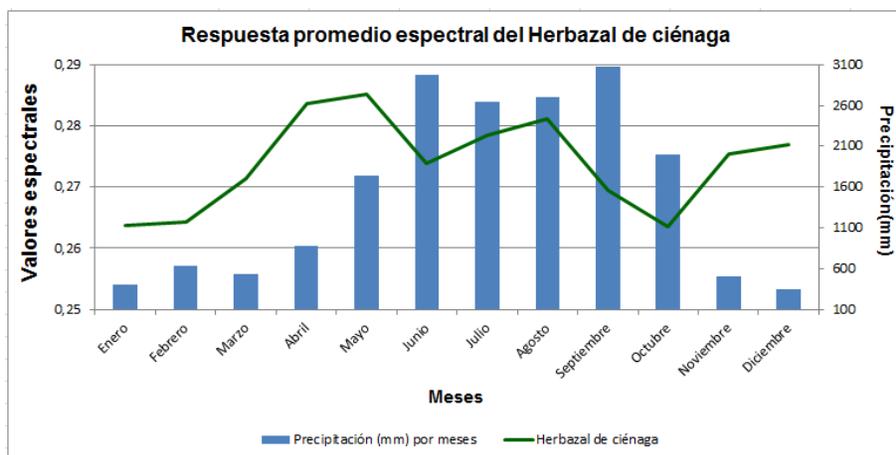


Figura 3.32- Respuesta promedio espectral del herbazal de ciénaga anual.

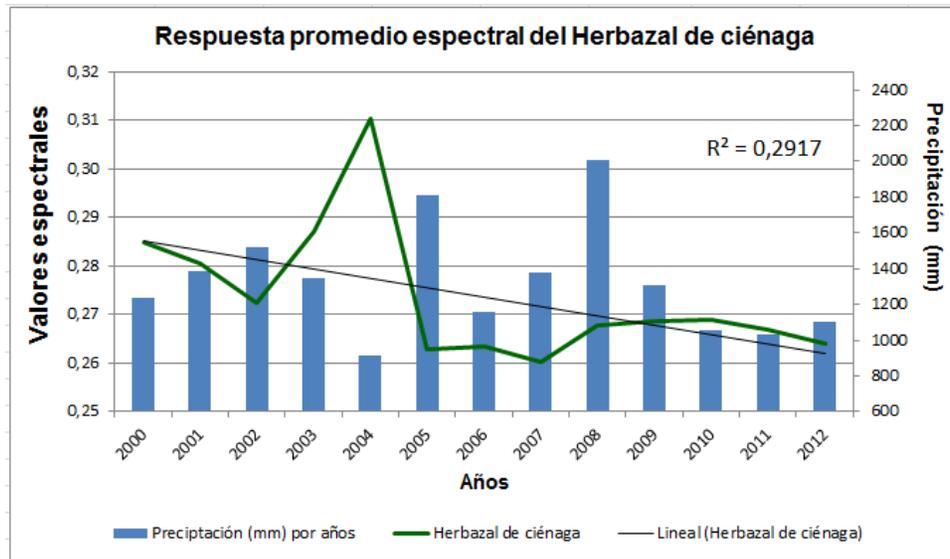


Figura 3.33- Respuesta promedio espectral del herbazal de ciénaga durante el período de estudio.

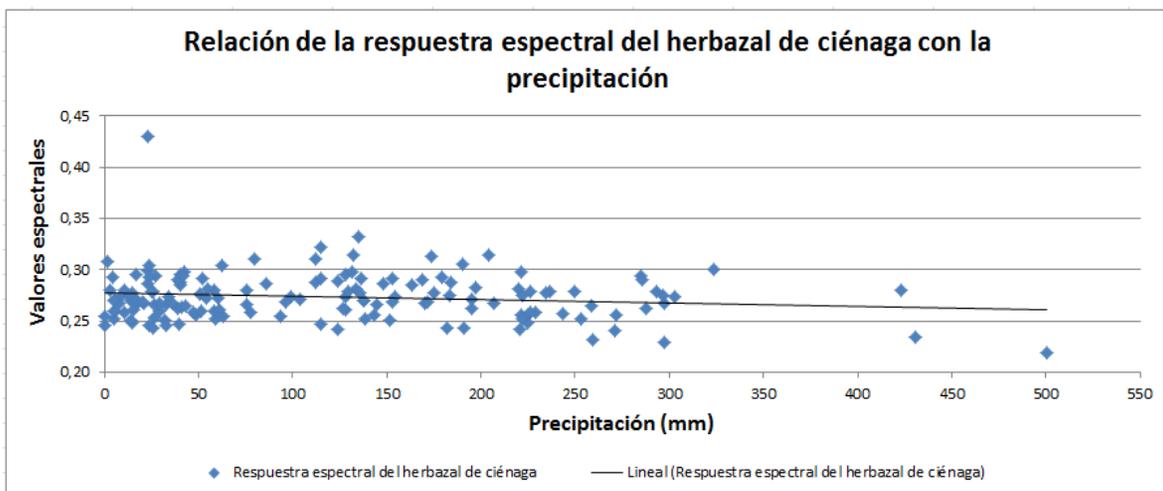


Figura 3.34- Relación de la respuesta espectral del herbazal de ciénaga con la precipitación.

Las sabanas naturales, es una de las formaciones que ocupa poco espacio en el área, su respuesta promedio durante el año varía desde los 0,23 en junio hasta los 0,27 en agosto, noviembre y diciembre evidenciando una moda y media de 0,25 (Figura 3.35); en los 13 años estudiados el comportamiento intermedio ha sido entre los 0,24 y los 0,28, manteniendo la misma moda y media que la mostrada en el análisis anual (Figura 3.36). De manera general esta formación se comportó entre los 0,12 y los 0,38 con una moda de y media de 0,25. La tendencia presentada por esta formación evidencia un ascenso de la

respuesta a lo largo del tiempo; la correlación se manifiesta de manera negativa con un  $r = -0,12$  evidenciando una relación inversa con la precipitación.

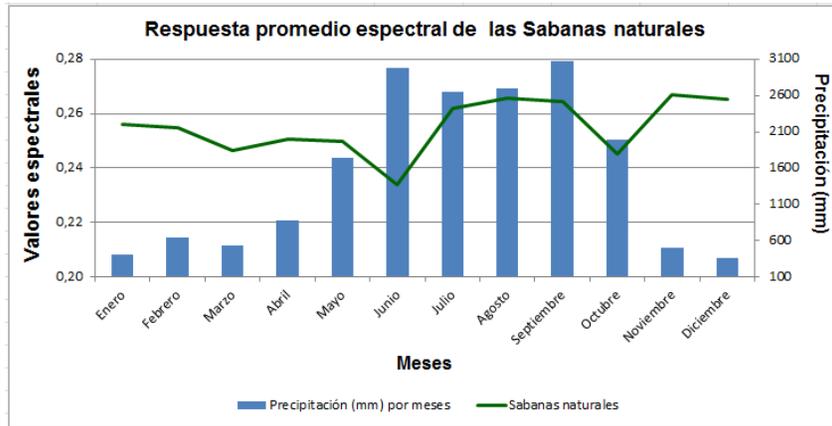


Figura 3.35- Respuesta promedio espectral de las sabanas anual.

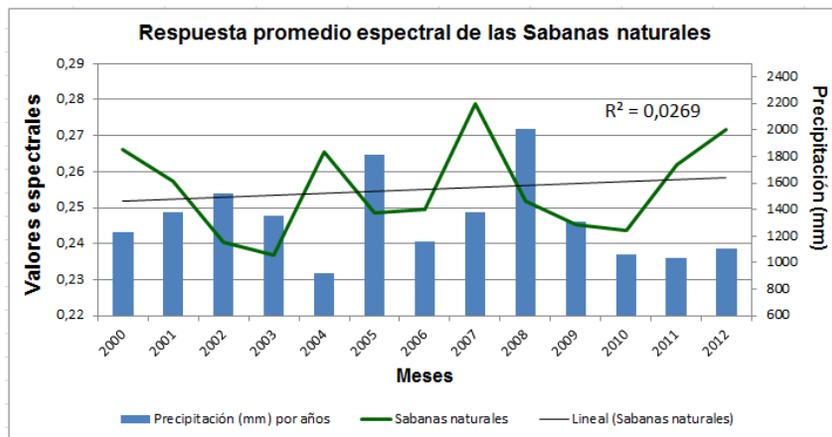


Figura 3.36- Respuesta promedio espectral de las sabanas durante el período de estudio.

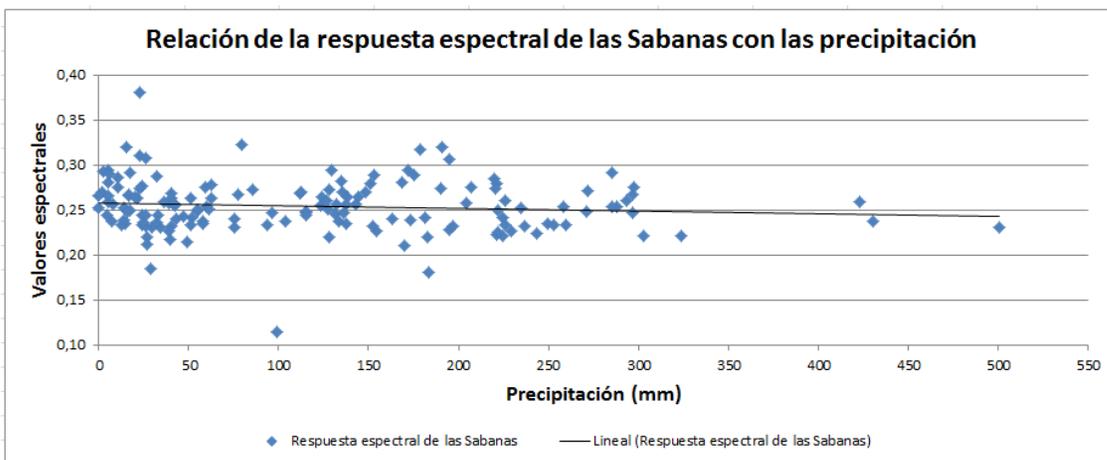


Figura 3.37- Relación de la respuesta espectral de las sabanas con la precipitación.

Los bosques indiferenciados mayoritariamente secundarios, seminaturales y ralos; plantaciones, arboledas, maniguas y matorrales, presente aproximadamente en un 5% del área, con una respuesta promedio durante el año entre los 0,40 en los meses de febrero y marzo y los 0,50 en agosto con una media alrededor de los 0,45 (Figura 3.38); durante la serie de años analizados los valores oscilan desde los 0,40 y los 0,48 presentando una media similar a la anual (Figura 3.39). De manera global la respuesta está entre los 0,34 y los 0,60 con una moda de 0,51 y una media alrededor de los 0,45. La tendencia mostrada a lo largo del tiempo es ascendente; la correlación presentada con la precipitación es de un  $r = 0,42$  evidenciando una relación positiva directa aunque débil (Figura 3.40).

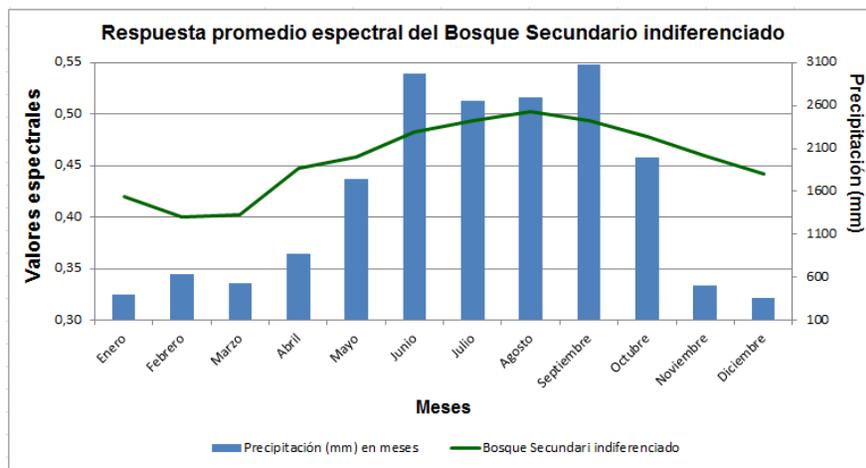


Figura 3.38- Respuesta promedio espectral del bosque secundario indiferenciado anual.

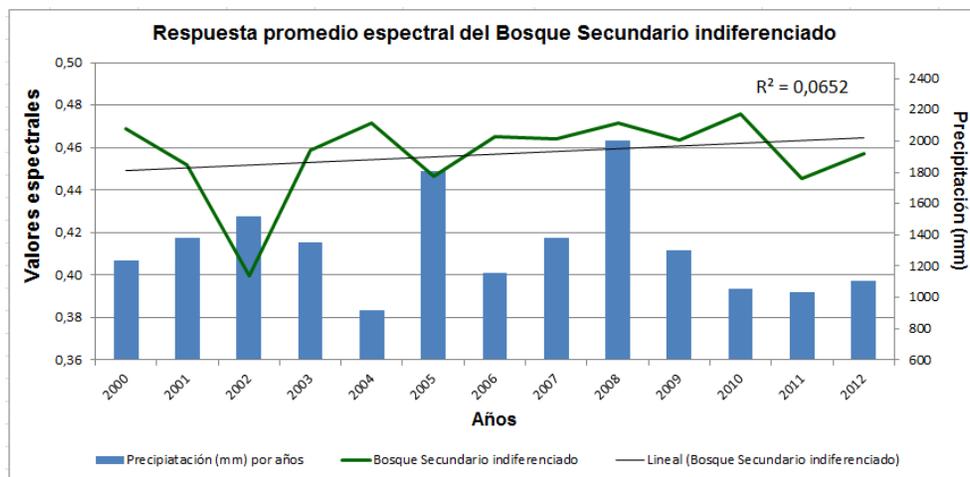


Figura 3.39- Respuesta promedio espectral del bosque secundario indiferenciado durante el período de estudio.

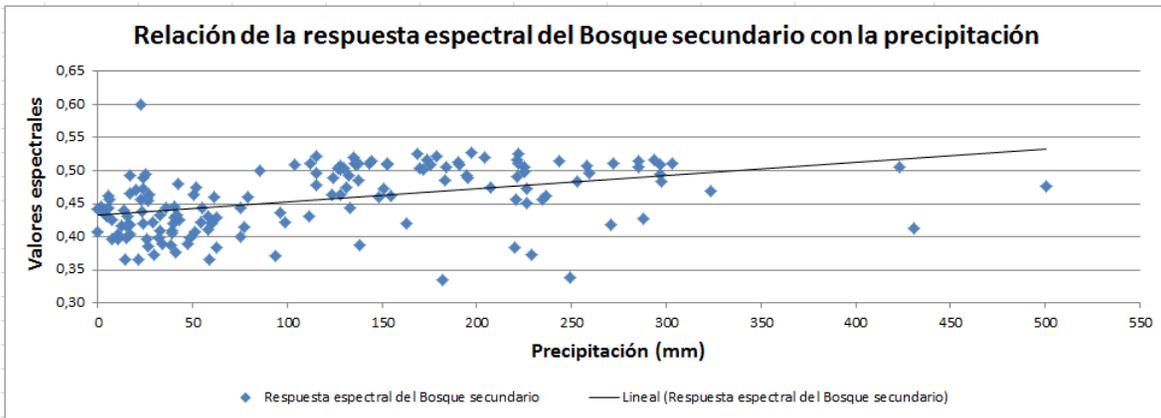


Figura 3.40- Relación de la respuesta espectral del bosque secundario indiferenciado con la precipitación.

Los matorrales indiferenciados, mayoritariamente secundarios y marabuzales, maniguas y pastos con matorrales, bosques secundarios muy degradados y ralos, tienen una extensión areal alrededor del 1% con una respuesta promedio anual entre los 0,38 en el mes de febrero y los 0,51 en agosto y septiembre con una media sobre los 0,45 (Figura 3.41). Durante los 13 años analizados el comportamiento varía entre los 0,43 y los 0,47 con una moda igual a los 0,44 y una media similar a la anual (Figura 3.42). En general la respuesta se encuentra entre los 0,35 y los 0,56 con una moda de 0,50 y una media alrededor de los 0,50. La tendencia presentada por esta formación es ascendente en el tiempo; en el caso de la correlación con la variable de la lluvia se muestra positiva directa fuerte con un valor de  $r = 0,58$ .

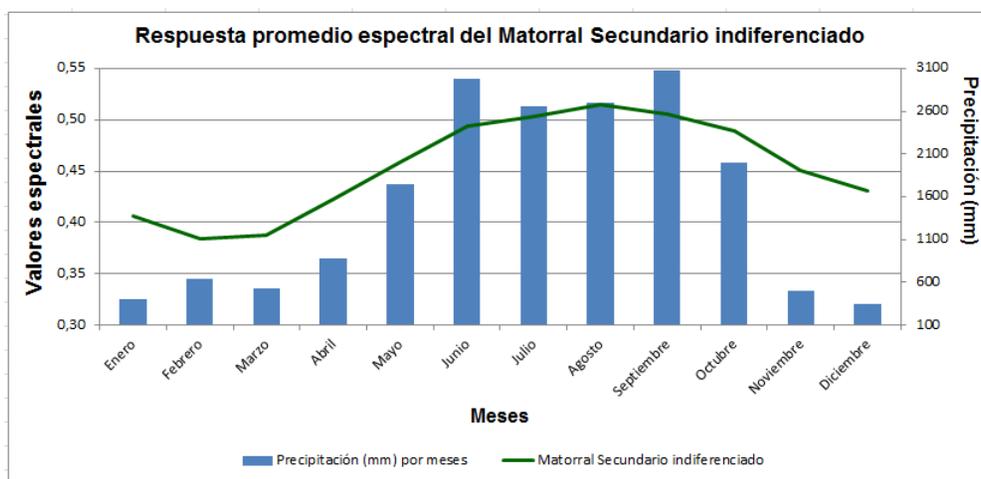


Figura 3.41- Respuesta promedio espectral de los matorrales secundario indiferenciado anual.

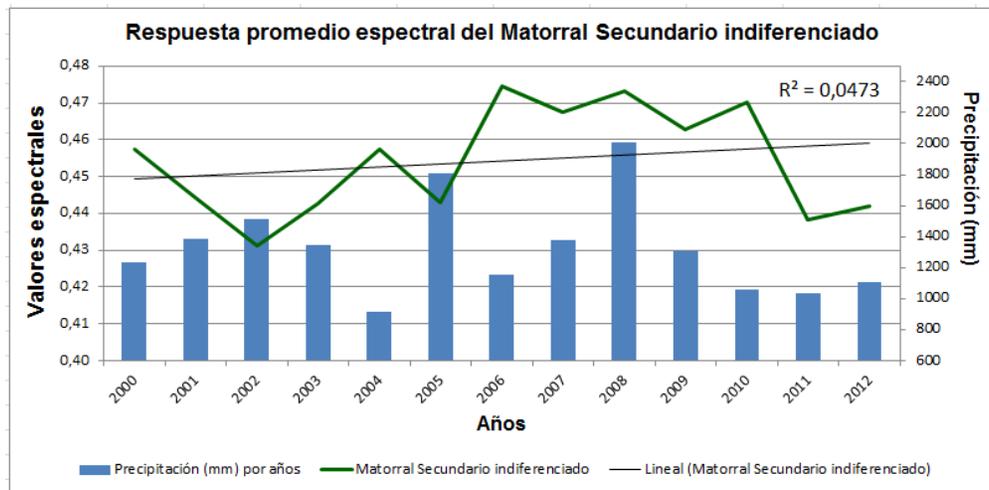


Figura 3.42- Respuesta promedio espectral de los matorrales secundario indiferenciado durante el período de estudio.

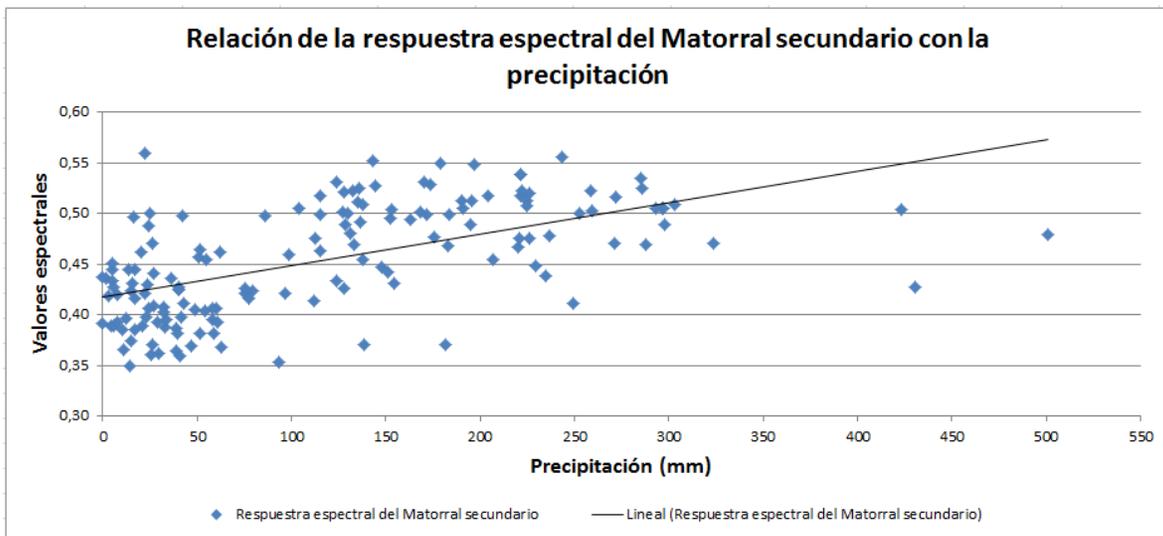


Figura 3.43- Relación de la respuesta espectral de los matorrales secundario indiferenciado con la precipitación.

Los saladares, ocupan una extensión alrededor de los 3% del territorio, con una respuesta promedio anual entre los 0,18 en junio y los 0,23 en diciembre con una moda de 0,21 y una media alrededor de los 0,20 (Figura 3.44); durante los años analizados esta formación varió entre los 0,19 y los 0,23 con una moda de 0,20 y una media similar a la anual (Figura 3.45). De manera general los saladares respondieron entre los 0,16 y los 0,33 con una moda de 0,21 y una media igual a la presentada durante el año y el período de estudio. Se puede decir que la tendencia evolutiva de esta formación es al descenso; en cuanto a la relación con la precipitación esta cobertura presenta un coeficiente de

Pearson  $r = -0,34$  destacando una relación negativa e inversa entre ambas variables (Figura 3.46).

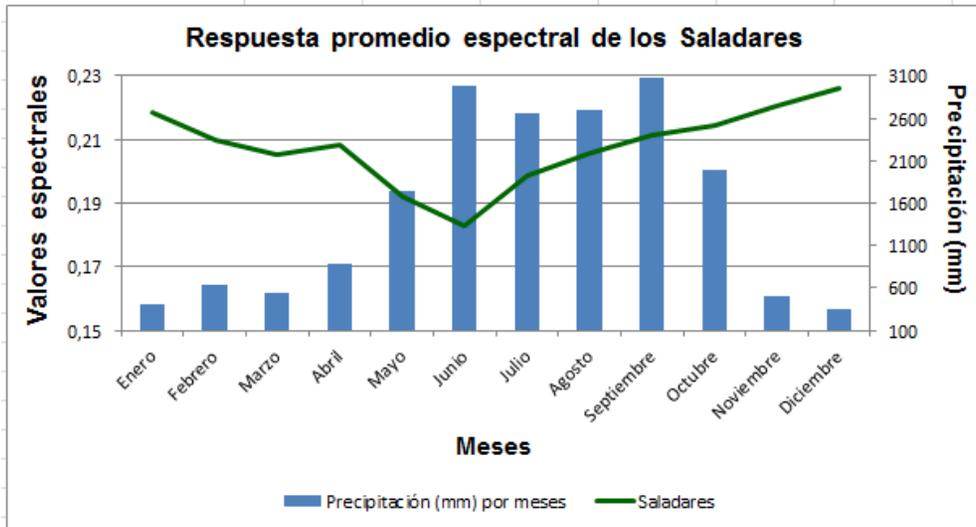


Figura 3.44- Respuesta promedio espectral de los saladares anual.

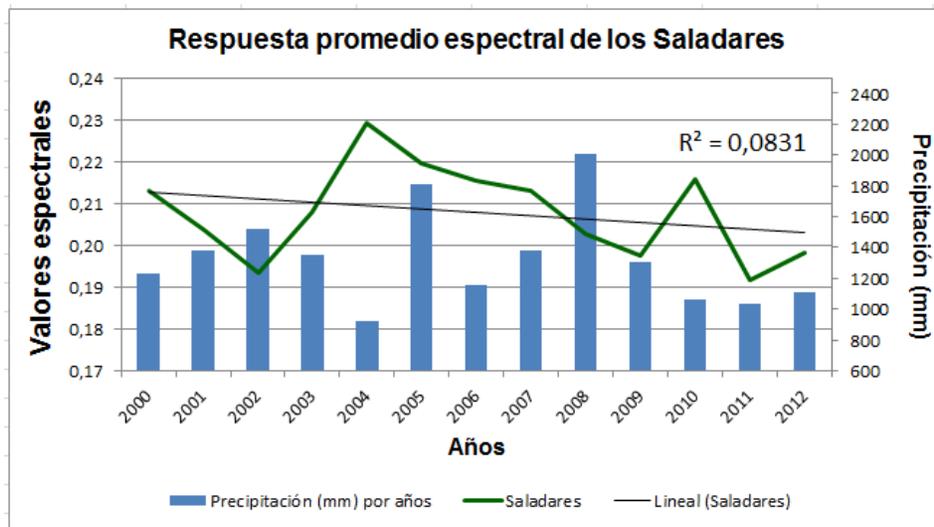


Figura 3.45- Respuesta promedio espectral de los saladares durante el período de estudio.

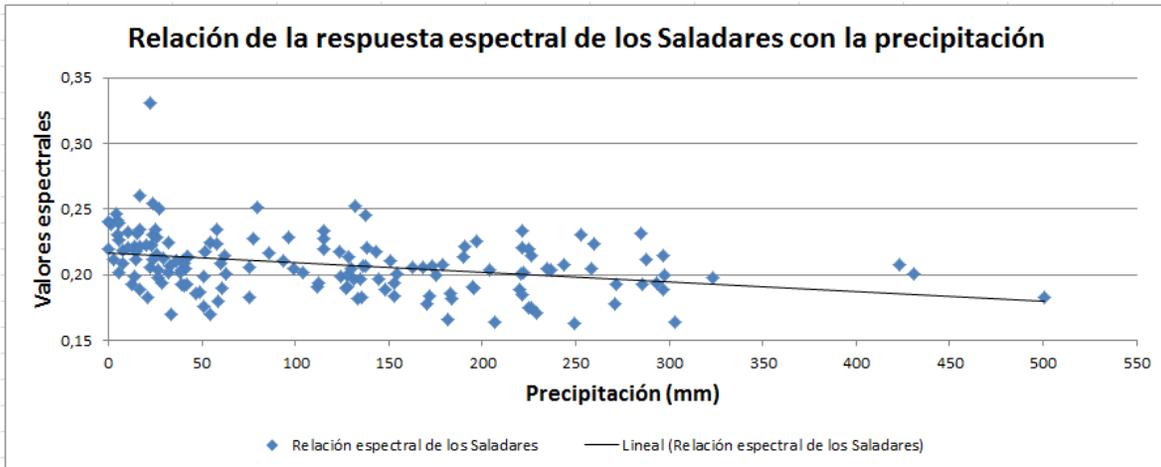


Figura 3.46- Relación de la respuesta espectral de los saladares con la precipitación.

Después de haber determinado la respuesta espectral de cada formación del área, se procedió a identificar la amplitud del EVI por meses, dentro del período de estudio y para el tiempo analizado. Este análisis permite identificar y comprobar la estructura y el estado de las formaciones existente en ese espacio, así como la variabilidad que presenta cada una.

Para ello primeramente se determinaron los meses de mayor y menor respuesta espectral, estas imágenes fueron superpuestas, y se procedió a la sustracción de las mismas para finalmente obtener una tercera imagen la cual fue reclasificada por los valores de los agrupamientos de las formaciones, mostrando al final la amplitud del EVI por formación. Este mismo procedimiento se realizó para identificar la amplitud del EVI por años, y a lo largo del tiempo.

El empleo de este método permitió detectar la amplitud del EVI de cada formación vegetal, también muestra las transformaciones ocurridas por las formaciones tanto en el espacio como en el tiempo.

En el caso de la amplitud mensual del EVI (Figura 3.47), esta se manifiesta con mayor amplitud hacia la zona norte y en el centro del área, dando como resultado que los herbazales, el bosque mesófilo, el bosque de ciénaga típico, los matorrales indiferenciados y parte de los saladares presentan mayor amplitud; el resto de las formaciones incluyendo los manglares se comportan con baja y media amplitud. Esto significa que los que presentan los mayores valores muestran un mejor funcionamiento

vegetal lo que indica un mayor desarrollo estructural, todo lo contrario en los de menor amplitud y los de media mantienen una estructura fisonómica estable.

En el análisis interanual la mayor amplitud del EVI (Figura 3.48), los mayores valores se encuentran aisladamente en algunas zonas del territorio, donde se manifiestan los herbazales, el bosque mesófilo y el bosque secundario; el resto de las formaciones presentan valores medios y de baja amplitud. Como conclusión se puede mencionar que los de baja amplitud de respuesta están condicionados a transformaciones relacionadas a fenómenos naturales (incendios forestales) ocurridos y los de alta presentan un mayor y mejor desarrollo estructural.

Durante el análisis del período de estudio la amplitud del EVI (Figura 3.49) refleja una disminución de la respuesta del índice de vegetación en casi el 60 % del territorio, indicando transformaciones en su estructuras y funcionamiento, dentro de las formaciones en las que se destacan los herbazales y los manglares; en el caso de las formaciones de bosque y los matorrales estas se mantienen estables en su estructuras y funcionamiento.

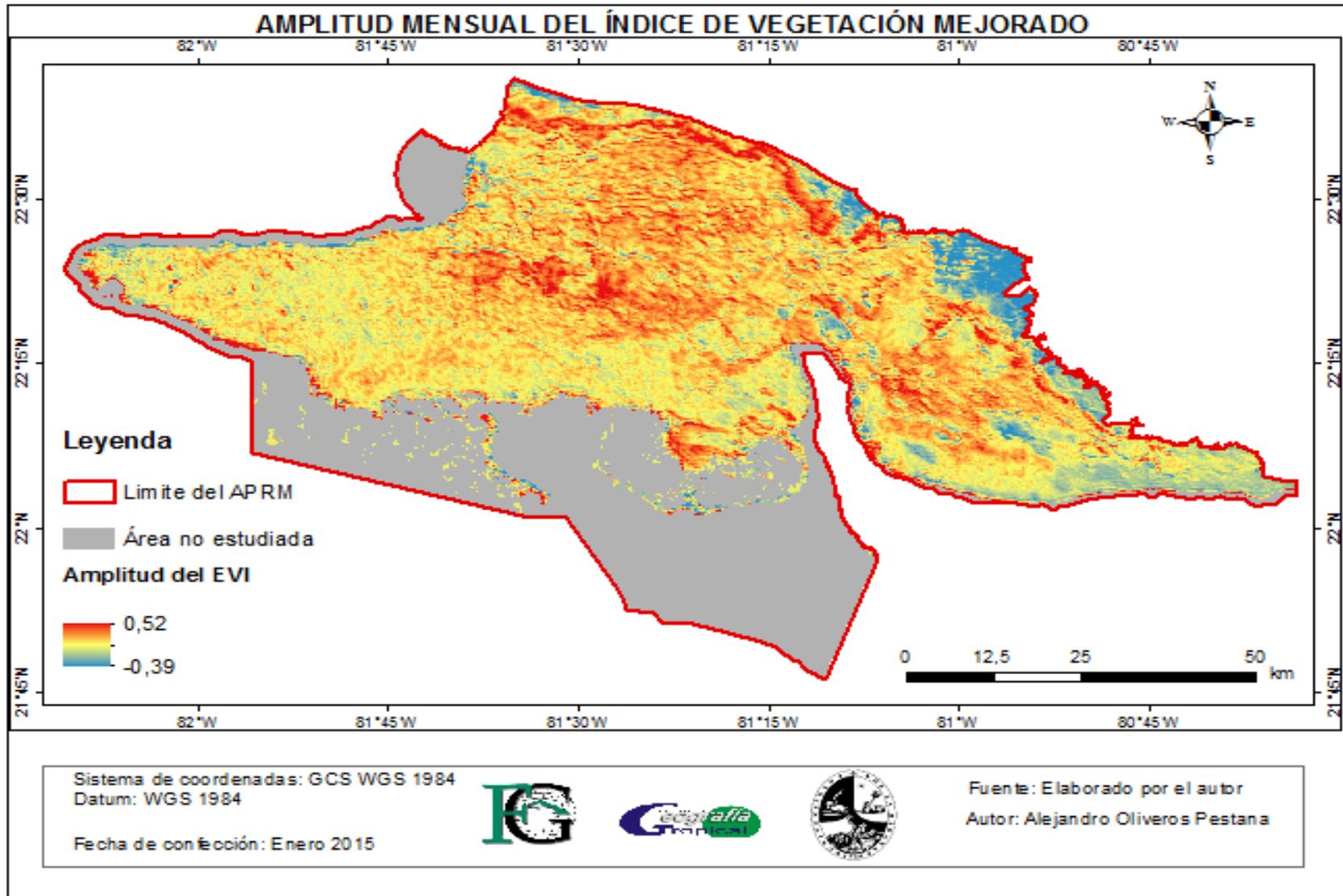


Figura 3.47- Amplitud mensual del índice de vegetación mejorado.

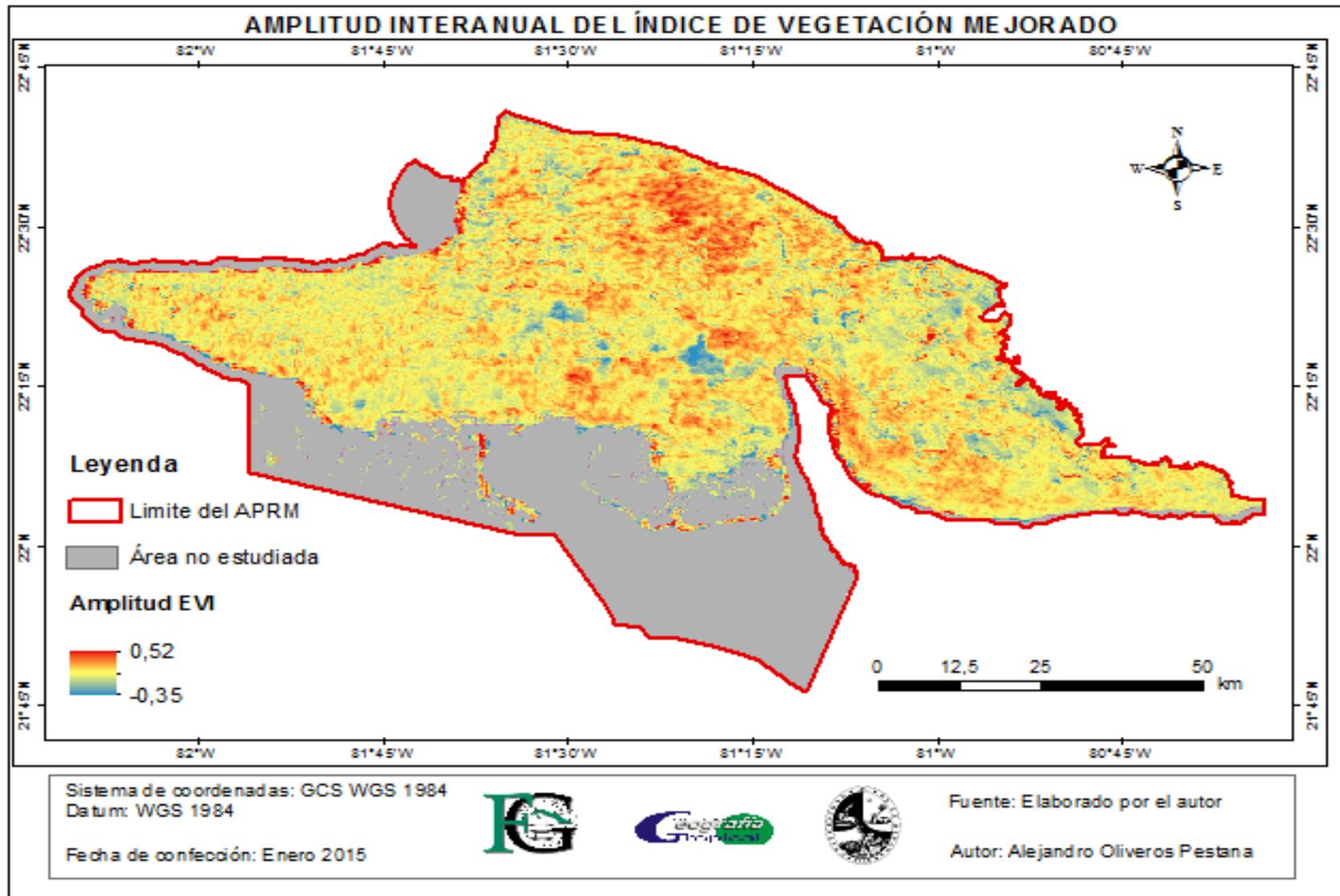


Figura 3.48- Amplitud interanual del índice de vegetación mejorado.

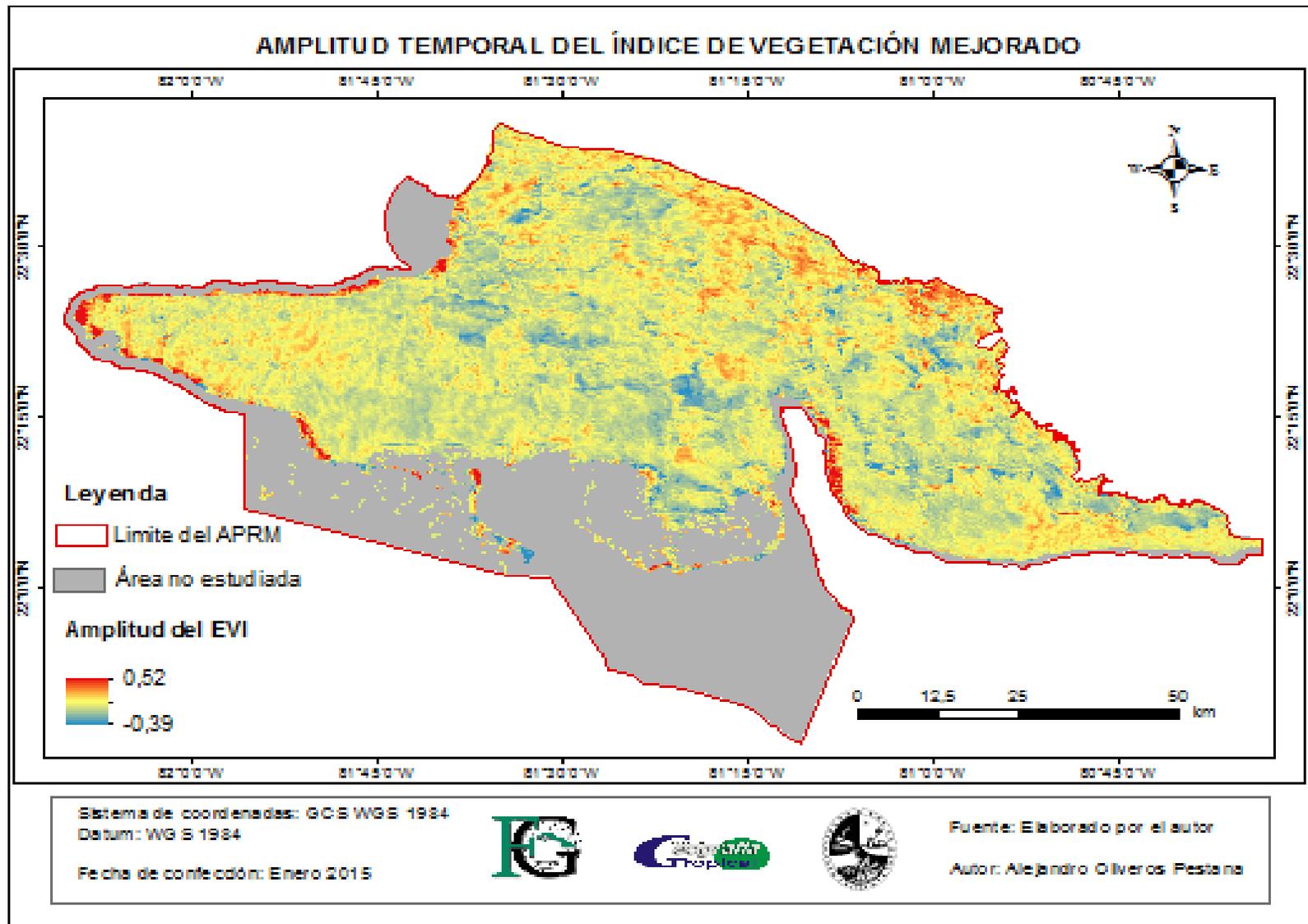


Figura 3.49- Amplitud temporal del índice de vegetación mejorado.

### Capítulo 3

A partir de estos análisis, se realizó un estudio de error, donde se determinaron dos causas, una proveniente del mapa empleado y otro como resultado de la utilización del EVI de las imágenes MODIS, este resultado se puede ver en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Errores de los análisis.

Formaciones	Tamaño Muestra	Errores EVI	Errores Rey	Total
Bosque Caducifolio	27			
Bosque Semidecíduo Mesofilo típico	150	6		6
Bosque siempreverde de ciénaga bajo	5			
Bosque siempreverde de ciénaga típico	134	3		3
Bosque siempreverde microfilo costero y subcostero (monte seco)	7	2		2
Bosques indiferenciados; mayoritariamente secundarios, seminaturales y ralos; plantaciones, arb	83	10		10
Herbazal de Ciénaga	581	26	3	29
Manglar	495	23	2	25
Matorral costero y subcostero con abundancia de suculentas (manigua costera)	3	3		3
Matorral xeromorfo subcostero sobre pavimento carsificado	26	6	1	7
Matorrales indiferenciados, mayoritariamente secundarios y marabuzales, maniguas y pastos coi	27	2		2
Vegetación de costa arenosa	1	1		1
Sabanas naturales S.L	5			
Saladares	50	10		10
	1594	92	6	98

Fuente Elaborado por el autor.

El estudio determinó el error del índice de vegetación para cada formación, realizando una revisión de cada punto de muestreo obtenido, estos valores de los puntos fueron contrastados contra la desviación estándar, dando como resultado cuanto ellos varían de la media.

Este análisis mostró que las formaciones con mayores errores son las formaciones arbustivas y herbáceas. Dando un error para nuestro estudio alrededor de un 6 % para una confiabilidad del 94%.

## **CONCLUSIONES**

1. El uso del producto MODQ13 del sensor MODIS, sí permite determinar el funcionamiento temporal de las formaciones vegetales de la zona emergida del Área Protegida de Recursos Manejados Península de Zapata, para el período de 12 años analizados.
2. La respuesta de las formaciones vegetales del área se manifestó en cinco niveles, relevando que el 85% del territorio responde de manera positiva al índice de vegetación oscilando entre los 0,27 y los 0,56; la relación con la precipitación se hace directa con las formaciones arbóreas (excepto el manglar) y los matorrales indiferenciados.
3. La amplitud del EVI en el área muestra una tendencia a la disminución del mismo provocado por las transformaciones estructurales y funcionales ocurridas en los herbazales y los manglares los cuales representan el 63% del territorio.
4. El análisis de error mostró que las formaciones con mayores errores son las formaciones arbustivas y herbáceas. Dando un error para nuestro estudio alrededor de un 6 % para una confiabilidad del 94%.

## **RECOMENDACIONES**

1. Continuar los estudios relacionados con la respuesta espectral de la cobertura vegetal en el tiempo, pero incorporándole otros factores del medio que permiten un mejor entendimiento del comportamiento espectral de la misma.
2. Aumentar la utilización de los productos MODQ13 para los estudios de la cobertura vegetal a carácter nacional.