

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y
DEL AMBIENTE**

Trabajo de Graduación

**Análisis de la diversidad de la regeneración
natural y su relación con variables biofísicas
en la Reserva Silvestre Privada Quelantaro,
Managua, 2015-2016**

Autor:

Jorge Isaac Jirón Armijo

Asesor:

Ing. Álvaro Noguera

Managua, Nicaragua

Agosto, 2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y
DEL AMBIENTE**

**Tesis para optar al grado de Ingeniero
Forestal**

**Análisis de la diversidad de la regeneración
natural y su relación con variables biofísicas
en la Reserva Silvestre Privada Quelantaro,
Managua, 2015-2016**

Autor:

Br. Jorge Isaac Jirón Armijo

Asesor:

Ing. Álvaro Noguera

Managua, Nicaragua

Agosto, 2017

Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la decanatura de la **Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente**, como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero Forestal

Miembros del tribunal examinador

MSc. Miguel Garmendia
Presidente

Dr. Guillermo Castro
Secretario

MSc. Edwin Alonzo Serrano
Vocal

Managua, Nicaragua
Agosto, 2017

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
<i>INDICE DE CONTENIDO</i>	<i>i</i>
<i>DEDICATORIA</i>	<i>i</i>
<i>AGRADECIMIENTOS</i>	<i>ii</i>
<i>INDICE DE CUADROS</i>	<i>iii</i>
<i>INDICE DE FIGURAS</i>	<i>iv</i>
<i>INDICE DE ANEXOS</i>	<i>v</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>vi</i>
<i>SUMMARY</i>	<i>vii</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. General	3
2.2. Específicos	3
III. MATERIALES Y METODOS	4
3.1. Descripción del área en estudio	4
3.2. Caracterización biofísica	4
3.2.1. Climatología	4
3.2.2. Suelos	4
3.3. Diseño del inventario	5
3.3.1. Caracterización de las formaciones forestales	5
3.3.2. Número y tamaño de parcelas	5
3.3.3. Variables biofísicas	6
3.3.4. Identificación de especies	6
3.4. Análisis de datos	6
3.4.1. Análisis de la composición de especies y diversidad	6
3.4.2. Procesamiento y análisis de datos	8
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
4.1. Caracterización de los tipos de formaciones forestales en la RSP Quelantaro	10
4.2. Composición florística de la regeneración natural por tipo de formación forestal	11
4.3. Análisis y comparación de la diversidad entre los periodos 2015 y 2016	12

4.4. Análisis de similitud basado en el índice de Jaccard	14
4.5. Agrupación de especies por gremio ecológico	15
4.6. Análisis de la relación entre la diversidad y las variables biofísicas del bosque	18
4.7. Asociación entre los parámetros densidad y diversidad con los factores biofísicos considerados	19
<i>V. CONCLUSIONES</i>	26
<i>VI. RECOMENDACIONES</i>	27
<i>VII. LITERATURA CITADA</i>	28
<i>VIII. ANEXOS</i>	34

DEDICATORIA

A Dios por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado las fuerzas para seguir adelante y poder culminar mis estudios.

A mi abuela Sra. Liduvina Armijo (q.e.p.d), por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por su amor, consejos y sobre todo por enseñarme el coraje para cumplir mis objetivos.

A mi madre Sra. Idalia Armijo, por darme la vida, por su incondicional apoyo, por darme todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios y mi carácter.

A mis hermanos, Darling Jirón y Elstón Jirón por estar siempre conmigo.

A mis amigos, Nadieska Sánchez, Mariann Espinoza, Pedro Pichardo y Noel Espinoza, por brindarme su amistad incondicional.

A mis maestros, por haberme brindado parte de sus conocimientos durante mi formación académica.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Álvaro Noguera, por brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como la paciencia para guiarme en el desarrollo de esta tesis.

Al Ing. Guillermo Rodríguez propietario de la Reserva Silvestre Privada Quelantaro, por haber aceptado la realización de este estudio en su Reserva.

A mis compañeros Br. Gerardo González y Br. Jhon Leyton, y los señores Víctor Manuel Espinoza Calero y Cándido de Jesús Espinoza, por haberme ayudado en la recolección de datos.

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Diversidad de regeneración natural por tipo de vegetación en la RSP Quelantaro, 2015-2016.	13
Cuadro 2. Grupo de especies persistentes en los tipos de vegetación entre periodos de evaluación	16
Cuadro 3. Grupo de especies no persistentes en los tipos de vegetación entre periodos de evaluación.	17
Cuadro 4. Especies asociadas (mayormente ligadas) a las formaciones forestales de la Reserva Silvestre Privada Quelantaro.	18
Cuadro 5. Resumen de los factores biofísicos del bosque por periodo de muestreo.	19
Cuadro 6. Correlaciones entre parámetros de la estructura de la regeneración natural con variables biofísicas.	24
Cuadro 7. Comparación de la diversidad y la densidad entre periodos de muestreo de la regeneración natural.	25

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Ubicación Geográfica de la Reserva Silvestre Privada Quelantaro, 2017.	4
Figura 2. Diseño del inventario forestal para Bosque seco y Bosque Secundario.	5
Figura 3. Diseño del inventario forestal para bosque de Galería.	5
Figura 4. Formaciones forestales definidas en la Reserva Silvestre Privada Quelantaro.	10
Figura 5. Similitud entre las categorías de vegetación de regeneración natural de la RSP Quelantaro 2015-2016.	14
Figura 6. Proporción de gremios ecológicos por formación forestal.	15
Figura 7. Asociación entre densidad y factores biofísicos en tres formaciones forestales de la RSP Quelantaro.	20
Figura 8. Asociación entre diversidad y factores biofísicos en tres formaciones forestales de la RSP Quelantaro.	21
Figura 9. Asociación entre densidad y factores biofísicos en tres formaciones forestales de la RSP Quelantaro.	22
Figura 10. Asociación entre diversidad y factores biofísicos en tres formaciones forestales de la RSP Quelantaro.	23

INDICE DE ANEXOS

FIGURA	PÁGINA
Anexo 1. Lista de especies encontradas en el muestreo de regeneración natural RSP Quelantaro 2015-2016	34

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar los cambios que se dan en la diversidad de la regeneración natural del bosque seco ocasionado por periodos continuos de sequía y la relación que esta tiene con algunas variables biofísicas. Los muestreos se realizaron en el año 2015 (Año Niño) y 2016 (precipitación normal), para esto se caracterizó 3 formaciones forestales (bosque seco, bosque de galería y bosque secundario) dentro de la Reserva Silvestre Privada Quelantaro, en cada formación forestal se establecieron transectos de 2 m x 300 m donde se registró la regeneración natural a nivel de brinzal y latizal bajo, dentro de cada transecto se establecieron 12 puntos de muestreo para medir variables ambientales como: temperatura ambiente, temperatura del suelo, humedad relativa, pendiente y cobertura del dosel. Las formaciones forestales presentaron diferencias en la estructura y composición por periodos monitoreados. En el bosque seco se determinó un porcentaje de cobertura del dosel de 61% y la pendiente media fue de 11%. En el bosque de galería, la pendiente media fue 26%, y se clasifica en dos estratos con base en la altura de los árboles. Se registró un total de 52 especies en ambos periodos de muestreo, siendo las familias Fabaceae y Bignoniaceae las más dominantes. Los índices de diversidad de Shannon-Wiener, dominancia y similitud de Jaccard mostraron que el Bosque de galería fue el más diverso a pesar de presentar un mayor número de especies que desaparecen cuando termina el periodo de sequía, por otra parte el coeficiente de similitud de Jaccard para ambos muestreos concluyó que durante el periodo de sequía el bosque de galería tiende a presentar especies del bosque seco, encontrándose una similitud del 50%, sin embargo, cuando se normalizan las precipitaciones, este tiende a cambiar su composición florística, lográndose diferenciar de las otras formaciones forestales. La densidad y diversidad de individuos del bosque de galería estuvo influenciada por todas las variables en estudio a excepción de la humedad relativa, en cambio el bosque seco y bosque secundario solo estuvieron asociadas a la humedad relativa, en el segundo muestreo, el bosque de galería se encontró asociado a todas las variables en estudio en cambio se observó que los individuos presentes en el bosque seco y bosque secundario se desarrollan independientemente a dichas variables. Fue comprobada la hipótesis de cambios en la diversidad y densidad de la regeneración natural por influencia de variables ambientales.

Palabras clave: Regeneración natural, bosque seco, variabilidad climática.

SUMMARY

The present study had as objective to analyze the changes in the diversity natural regeneration of the dry forest caused by extreme drought periods and the relationship among some biophysical variables. The samplings were carried out in 2015 and 2016, three forest formations were characterized (Dry forest, Gallery forest and secondary forest) inside Reserva Silvestre Privada Quelantaro, Transects were established in each forest formation of 2 m x 300 m, where it was recorded the natural regeneration standard of seedling and low latizal, 12 sampling points were established inside each transect to determine the environment temperature, soil temperature, relative humidity, slope and canopy cover. The forest formation presented differences in the structure and composition in each period. In the dry forest a percentage of canopy cover was determined of 61% and the average slope was 11%. In the gallery forest, the average slope was 26%, and is classified into two strata based on the height of the trees. 52 species were recorded in both periods of the sampling, being Fabaceae and Bignoniaceae the most regnant families. The similarity of Jaccard, dominance, and Shannon diversity indices showed that gallery forest was the most diverse despite having a greater number of species disappearing when the period of drought ends, on the other hand the Jaccard index for both surveys concluded that during the period of drought, gallery forest tends to offer species of the dry forest , with a 50% similarity, however, when rainfalls turn to normal, this tends to change its floristic composition, It is distinguished from other forest formations. Principal components analysis concluded that during 2015 the density and diversity of individuals of gallery forest was influenced by all the variables in the study with the exception of the relative humidity, instead dry forest and single regeneration area were related with the relative humidity, otherwise, in the second sampling gallery forest was found associated with all variables in study instead, it was observed that the individuals present in the dry forest and Secondary forest develop independently to these variables. It was verified the hypothesis of changes in the diversity and density of the natural regeneration by influence of environmental variables.

Keywords: Natural regeneration, Dry forest, Climatic variability.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el bosque seco de Nicaragua se encuentra alterado con grandes áreas deforestadas y convertidas en potreros. Según Stevens (2001), citado por Sánchez *et al.* (2005) menos del 1% del bosque seco persiste y prácticamente nada en estado natural. Este proceso de degradación ha provocado una serie de impactos en la vegetación y es probable de que estos no se estén desarrollando de una forma efectiva, ya sea porque el clima es muy seco para el establecimiento de los semilleros o por las quemadas agrícolas y el pastoreo del ganado (Sánchez *et al.* 2005).

A todo esto se le suma la actual variabilidad climática, la cual afecta directamente la dinámica de dichos ecosistemas (IPCC, 2002). Según el CBD (2007), un pequeño cambio de 1 °C puede modificar el funcionamiento y la composición de los bosques. En el caso del bosque seco, este puede considerarse entre los ecosistemas que resultarán más afectados por el cambio climático local, ya que son muy sensibles a la disminución de la precipitación y presentan altas tasas de endemismo (Enquist, 2002).

El manejo de la regeneración natural es un método más económico para rehabilitar este tipo de ecosistema, basado en el banco de semillas del suelo y la existencia de árboles padres que pueden servir como suplidores de semillas (Taketay, 1997, citado por González & Castro, 2011), sin embargo el éxito de la regeneración natural del bosque depende de varias premisas según la especie arbórea de que se trate y es imprescindible tomar en cuenta la cantidad de semillas viables en el Sotobosque y las condiciones microclimáticas y edáficas, adecuadas para la germinación y el desarrollo (Lamprecht, 1990).

Las principales variables ambientales que influyen en la regeneración del bosque son la precipitación y la temperatura. La precipitación influye en la composición y abundancia y este efecto se acentúa cuando se producen alteraciones en el régimen normal de lluvias por factores climáticos (Sánchez, 2002; citado por De la Cruz, 2013). La temperatura igual tiene un efecto sobre el crecimiento de las plántulas principalmente e influye en el proceso de fotosíntesis (Wadsworth, 2000; citado por De la Cruz, 2013).

Tomando en consideración que la actual variabilidad climática afecta significativamente el régimen de precipitaciones, esta puede provocar diferencias en los patrones de establecimiento de la regeneración e influir en la disponibilidad de sitios apropiados para la regeneración (De la Cruz, 2013), el presente estudio tuvo como propósito recolectar información de la regeneración natural en la Reserva Silvestre Privada Quelántaro, tomando en consideración algunas variables biofísicas que inciden en el establecimiento y desarrollo de la regeneración natural, por otra parte se proyectó analizar los cambios en la diversidad del bosque por la ocurrencia de periodos marcados de sequía ocasionados por el fenómeno del Niño del periodo 2013-2015, y la reacción del este al darse una estabilización en las precipitaciones.

A partir de esto se podrá conocer la capacidad del bosque para producir nuevos individuos con las actuales condiciones ambientales. De este modo conoceríamos la respuesta que podría tener la regeneración natural ante un clima variable futuro. Comprender esta relación puede tener repercusiones prácticas importantes, esencialmente en el manejo y conservación de los recursos forestales y con esto se podrán realizar propuestas de restauración al bosque seco.

Los resultados del presente estudio tendrán dos propósitos, por una parte, se obtendrá información del estado actual de la regeneración natural presente en la reserva, esto servirá para tomar medidas de conservación de las especies que necesiten más cuidado en cuanto al aumento de sus poblaciones, por otra parte se pretende iniciar una nueva línea de investigación enfocada en el estudio de la relación entre la diversidad del bosque y la actual variabilidad climática.

II. OBJETIVOS

2.1. General

Analizar los cambios en la diversidad de la regeneración natural del bosque seco y su relación con variables biofísicas para contribuir a la identificación de su vulnerabilidad frente a la variabilidad climática

2.2. Específicos

- 1.** Caracterizar las formaciones forestales presentes en la Reserva Silvestre Privada Quelantaro.
- 2.** Evaluar la diversidad florística de la regeneración natural bajo diferentes tipos de formaciones forestales (condiciones ambientales).
- 3.** Determinar la asociación entre la densidad y diversidad de la regeneración natural con variables como pendiente, temperatura, humedad relativa y cobertura forestal.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Descripción del área en estudio

El estudio se realizó en La Reserva Silvestre Privada Quelantaro, ubicada en el km 46 Carretera a Masachapa, en el municipio de Villa el Carmen, departamento de Managua. Forma parte de la Red de Reservas privadas de Nicaragua, con una área total de 70 ha. Sus coordenadas geográficas están comprendidas entre las latitudes 11° 55' 36.9" N y 11° 55' 11", y las longitudes 86° 29' 59.2"O y 86° 29' 32"O (Barquero y Faurby, 2008).

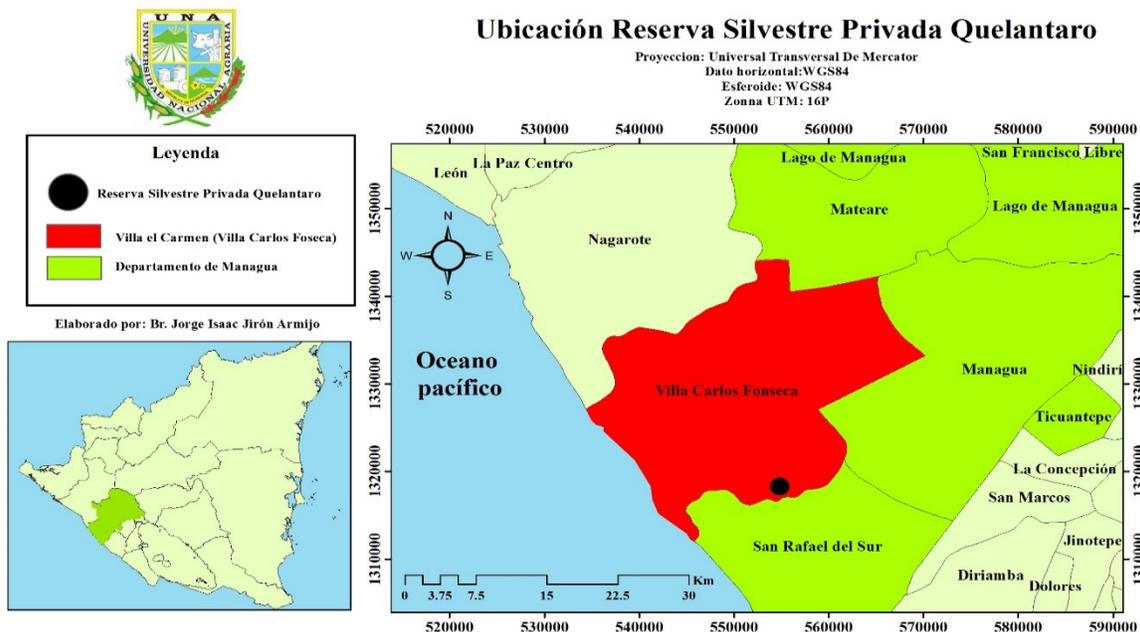


Figura 1. Ubicación Geográfica de la Reserva Silvestre Privada Quelantaro, 2017.

3.2. Caracterización biofísica

3.2.1. Climatología

La zona de vida según Holdridge es Bosque Tropical Seco, la temperatura media es de 28 °C y la precipitación media anual es de 1135 mm. La principal limitante para que la vegetación tenga un exuberante crecimiento es la larga y drástica estación seca (Barquero y Faurby, 2008).

3.2.2. Suelos

Los terrenos son en su mayoría planos a ligeramente inclinados con leves pendientes que descienden hacia las quebradas. No se presencia huellas de erosión, pero este leve desnivel hace que no haya encharcamientos de agua.

Se trata de suelos derivados de ceniza volcánica reciente y descansa sobre un suelo viejo desarrollado de arcilla que parece ser un sedimento marino de hace miles de años en tiempos que los niveles del océano pacifico eran más altos. Las partículas contienen buen nivel de concentraciones de minerales necesarios para el crecimiento de las plantas (Espinales 1971, citado por Barquero y Faurby, 2008).

Presenta suelos de textura mediana, el escurrimiento superficial de este suelo es de moderado a lento, son de textura franco arcilloso (Barquero y Faurby, 2008).

3.3. Diseño del inventario

3.3.1. Caracterización de las formaciones forestales

Para esto se tomó en cuenta la descripción de las formaciones forestales presentadas en el Plan de manejo Reserva Silvestre Quelantaro (2008), en el cual se definían dos formaciones boscosas (Bosque seco y bosque de galería), por otra parte, se tenían zonas dedicadas a la producción agrícola.

En el caso de las áreas de cultivo, estas se encontraban inactivas desde el 2011, observándose que el sitio se encontraba en pleno proceso de sucesión forestal, por lo tanto, se decidió tomar en cuenta este sitio para el muestreo y se le dio el nombre de Bosque secundario.

Posteriormente se utilizaron imágenes satelitales de Google Earth 7.1 para delimitar cada formación forestal observándose el cambio de textura en las imágenes. Luego esta información se plasmó en un mapa.

3.3.2. Número y tamaño de parcelas

El muestreo utilizado fue del tipo sistemático, utilizando transectos con un ancho de 2m y 300m de largo en cada estrato de bosque.

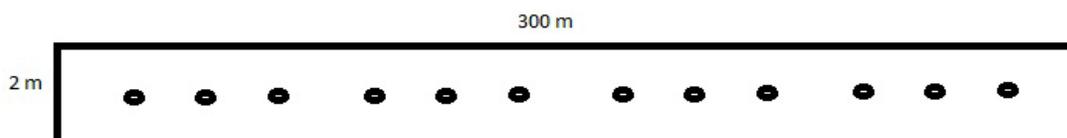


Figura 2. Diseño del inventario forestal para Bosque seco y Bosque Secundario.

En el bosque de galería por presentarse en forma de faja longitudinal, se establecieron tres transectos de 2 m de ancho y 100 m de largo; cubriendo de esta manera toda el área representativa de este tipo de vegetación.

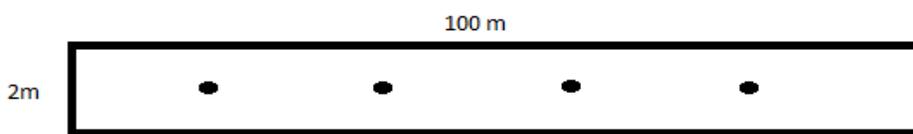


Figura 3. Diseño del inventario forestal para bosque de Galería.

Dentro de cada transecto se establecieron un total de 12 puntos de muestreo (Figura 2 y 3) en los cuales se recolectó información sobre la composición y densidad de especies de la regeneración natural.

3.3.3. Variables biofísicas

Dentro de cada uno de los transectos se consideraron las variables: temperatura del suelo, humedad relativa, pendiente, temperatura ambiente y cobertura del dosel superior, dicha información se obtuvo de la siguiente manera:

Temperatura del suelo: Utilizando un barreno, se perforó la superficie del suelo, tomándose una profundidad entre 15-20cm, después de esto se procedió a introducir en el agujero un termómetro infrarrojo PCE-FIT 10 para obtener el valor de esta variable.

Temperatura ambiente: Esta se tomó con la ayuda de un termómetro infrarrojo PCE-FIT 10 el cual mide la temperatura de los objetos, se tomaron un total de cuatro mediciones en cada punto y de estos se calculó una media.

Pendiente: Esta se cuantificó con la ayuda de un clinómetro suunto, determinada por las diferencias de altura e inclinación entre dos puntos del terreno.

Porcentaje de cobertura: Este dato se estimó mediante observación visual del grado de cobertura de las copas de los arboles sobre el suelo.

Otro dato que se utilizó para el estudio fue el de las precipitaciones anuales de los años 2011-2016, estas se obtuvieron de estaciones pluviométricas de la zona en estudio.

3.3.4. Identificación de especies

Las especies se identificaron por su nombre común a través de la ayuda de un reconocedor local de las especies. Las categorías de vegetación a evaluar fueron las siguientes:

Brinzales: individuos entre 0.30 y por debajo de 1.50 m de altura López *et al.* (2002).

Latizales bajos: individuos a partir de 1.50 m de altura y hasta 4.9 cm de Dap (diámetro a la altura del pecho). López *et al.* (2002).

Para la obtención de los nombres científicos se tomó como referencia La Flora de Nicaragua.

3.4. Análisis de datos

3.4.1. Análisis de la composición de especies y diversidad

Índice de Shannon-Wiener

Según Moreno (2001), el índice de Shannon-Wiener está basado en la equitatividad de las especies dentro de la comunidad, este indicó en que medida las especies son abundantes por igual y se calculó de la siguiente manera:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde:

H': índice de Shannon-Wiener

p_i: abundancia relativa

ln: Logaritmo natural

Índice de Margalef

Según Moreno (2001), este índice está basado en la riqueza específica de la comunidad, es decir, un censo de las especies presentes en el área de muestreo y se calculó con la siguiente formula:

$$D_{mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde:

D_{mg}: índice de Margalef

S: número de especies

N: número total de individuos

ln: logaritmo natural

Índice de dominancia de la comunidad

La dominancia es un parámetro inverso al concepto de equidad y uniformidad de la comunidad (Moreno, 2001). En este caso la dominancia solo tomó en cuenta las especies con mayor valor de importancia dentro del muestreo. El índice de dominancia de la comunidad es igual al porcentaje que corresponde a las dos especies más comunes, y se calculó con el parámetro de la dominancia (Mc. Naughton, 1976; citado por Acevedo *et al.* 2006) mediante el uso de la siguiente formula:

$$I_{dom} = \left(\frac{Y_1 + Y_2}{Y} \right) (100)$$

Donde:

Y₁: abundancia de la especie más común.

Y₂: abundancia de la especie que ocupa el segundo lugar en abundancia

Y: suma de la abundancia de todas las especies

Coefficiente de similitud de Jaccard

Según Moreno (2001), el índice de Jaccard expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, este permitió estimar cambios en la composición de especies entre sitios y periodos de muestreo, pudiendo asociar el grado de similitud con las diferencias en las condiciones ambientales predominantes y se calculó con la siguiente formula:

$$I_J = \frac{c}{a + b + c}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

Análisis de los gremios ecológicos de las especies en los tipos de vegetación

Las especies encontradas en el muestreo de la regeneración natural fueron clasificadas de acuerdo con su gremio ecológico, según Guzmán (1997), gremio se define como un grupo de especies que explota la misma clase de recursos del medioambiente de una manera similar. Con la agrupación por gremio ecológico, se pudo inferir en el porqué de la aparición, desaparición y permanencia de las diferentes especies encontradas en el muestreo. Por otra parte, el conocimiento de estas especies adaptadas o especialistas de ciertos ambientes dentro del bosque, pueden ser utilizadas como indicadoras de cambios.

Las especies se agruparon según la clasificación propuesta por Louman et al (2001):

Heliófitas durables: Especies intolerantes a la sombra, de vida relativamente larga que además de colonizar espacios abiertos, pueden regenerarse en claros más pequeños en el bosque.

Heliófitas efímeras: Especies intolerantes a la sombra, generalmente con una reproducción masiva a temprana edad, de vida corta, y aptas para la colonización de espacios abiertos.

Esciófitas: Especies tolerantes a la sombra, aunque la mayoría de ellas aumentan su crecimiento como reacción a la apertura del dosel. Generalmente tienen un crecimiento más lento que las heliófitas, con mayor esfuerzo en la producción de estructuras permanentes que favorecen una vida larga a los individuos.

3.4.2. Procesamiento y análisis de datos

La información obtenida se digitalizó en el programa de computación Microsoft Excel 2013. Para la delimitación de las formaciones forestales se utilizó el programa Google Earth pro 7.1, con el cual se obtuvieron las imágenes satelitales de la zona en estudio, posteriormente se utilizó el programa ArcGIS 10.2.

Para la obtención de los resultados de índices de diversidad florística (Shannon Wiener e índice de dominancia) y el coeficiente de similitud de Jaccard se utilizó el programa PAST (Paleontological statistics).

Utilizando el programa estadístico InFoStat 2008, se realizó la prueba t para determinar diferencias entre la densidad y la diversidad encontradas en cada periodo de muestreo (2015 y 2016), para esto se utilizó el índice de Margalef, el cual está basado en la riqueza específica de una comunidad (Moreno, 2001), también se realizó el análisis de la relación entre la diversidad con las variables biofísicas registradas en campo, esta se llevó a cabo realizando un análisis de componentes principales, el cual permitió observar el grado de influencia que tienen los factores biofísicos con la diversidad y densidad del bosque. Aquí mismo se obtuvieron los resultados del coeficiente de correlación de Spearman, el cual determinó el porcentaje de asociación entre los factores biofísicos y la diversidad del bosque.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de los tipos de formaciones forestales en la RSP Quelantaro

Los tipos de vegetación identificados a partir de características fisionómicas y estructurales fueron tres: La primera correspondió a un área que anteriormente era utilizada para el cultivo de Maíz y desde hace aproximadamente seis años se encuentra en un proceso de sucesión vegetal, por esta razón se decidió nombrarla “Bosque Secundario”. Este tipo de vegetación tiene un área total de 6.60 ha y se caracteriza por encontrarse en una pendiente media de 6%, dominada por arbustos y algunas especies forestales como *Cordia alliodora*, *Guazuma ulmifolia* y *Simarouba glauca*. Este sitio es el área más abierta dentro de la reserva, encontrándose árboles de mediano a alto porte dispersos en el terreno.

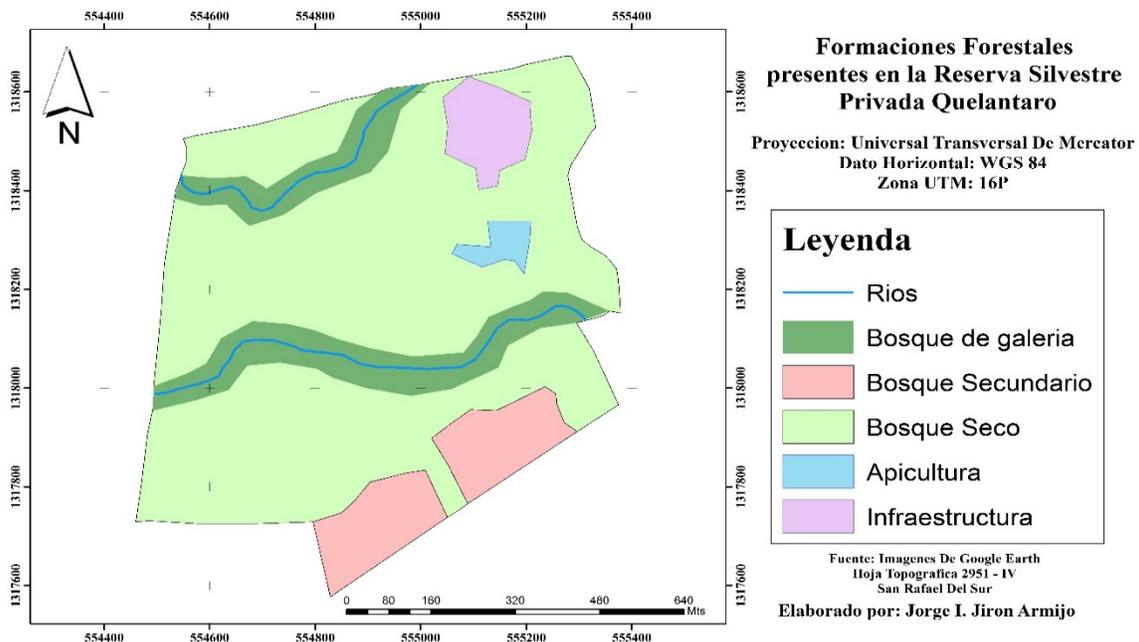


Figura 4. Formaciones forestales definidas en la Reserva Silvestre Privada Quelantaro.

El segundo tipo de formación es bosque seco; ya que presenta las características típicas de un bosque tropical seco. Este tipo de vegetación tiene un área total de 49.77 ha y está estructuralmente constituido por un solo estrato con prevalencia de vegetación arbórea de porte bajo a mediano, con pocos árboles grandes; mientras los que se observan están dispersos. La abundancia de árboles de la categoría fustal en este tipo de bosque es de 350 arb/ha, y se determinó un porcentaje de cobertura del dosel de 61%.

La pendiente media es de 11% y las especies más representativas son: *Guazuma ulmifolia*, *Bursera simarouba*, *Cochlospermum vitifolium*, *Tabebuia chrysantha* y *Cordia alliodora*.

El tercer tipo de formación es el bosque de galería; corresponde al área de bosque que se distribuye sobre el curso del río y tiene un área de 10.04 ha. Se pueden observar especies de alto porte como *Ceiba pentandra*, *Sterculia apetala* y *Sideroxylon capiri*. La pendiente media de este sitio es de 26%. Según el plan de manejo (RSP Quelantaro, 2008), esta área se clasifica en dos estratos:

Dosel primario: el dosel es abierto, los árboles más altos tal parece constituían árboles dispersos de los potreros cuando el área estaba siendo utilizada para ganadería.

Dosel secundario: existen muy pocos árboles que pertenecen a este estrato, en ciertos fragmentos algunos de los árboles no logran crecer por la sombra que proporciona el dosel primario.

En cuanto a la relación entre edad del bosque y estado de conservación, según el plan de manejo del área; desde 1987 se decide conservar el bosque, combinado con la introducción de Marañón (con el fin de procesar en un futuro el fruto) y otras actividades agropecuarias a menor escala. Para el año 2003 es declarada Reserva Silvestre Privada por lo que se puede inferir que la formación forestal mejor conservada es el bosque de galería y en segundo orden el bosque seco.

A la pregunta ¿Que tan conservado está el bosque?, Navarro *et al.* (2008) enlista una serie de atributos tanto de carácter biofísico y ecológicos como son: dosel casi intacto o poco alterado, poca extracción forestal, presión ganadera baja a muy baja, sus especies son del bosque original con pérdidas escasas a moderadas, estratos medios e inferiores del bosque poco perturbados.

4.2. Composición florística de la regeneración natural por tipo de formación forestal

De manera general se registró un total de 52 especies de las categorías brinzal y latizal bajo pertenecientes a 24 familias botánicas de las cuales Fabaceae es la más representativa con un total de 13 especies, seguido de la familia Malvaceae (4) y Bignoniaceae (4). Las demás familias solo registraron uno o dos. De las 52 especies reportadas, dos no pudieron ser identificadas (Anexo 1).

Estos resultados concuerdan con algunos estudios en bosques secos centroamericanos, como los realizados por Gentry (1990); citado por Guariguata y Kattan (2002) y Gillespie *et al.* (1999), quienes obtuvieron como resultado que las familias Fabaceae, y Bignoneaceae son las más dominantes en estos bosques; mientras Mimosaceae tiene importante representatividad dentro de las más frecuentes. Estos resultados difieren en cierta medida con estudios realizados por González y Narváez (2005); y Noguera *et al.* (2004), en los cuales la familia Mimosaceae es la más representativa y se complementa la composición con Fabaceae y Bignoneaceae en menor proporción.

El bosque de galería presentó una mayor riqueza de especies por su actual estado de conservación comparado con el estudio realizado por Pérez *et al.* (2014) en un bosque ripario de Pueblo Nuevo, Estelí; donde se encontró un total de 12 especies para la regeneración

natural, tomando en cuenta que dicho sitio se encontraba en estado de deterioro por actividades antropogénicas.

4.3. Análisis y comparación de la diversidad entre los periodos 2015 y 2016

La composición florística por tipo de formación forestal fue distinta en los dos muestreos, para el primer año, el bosque de galería estuvo constituida por 32 especies, siendo las familias Fabaceae, Apocynaceae y Bignoneaceae las más representativas.

En este muestreo, el bosque de galería resultó ser el más diverso en términos de número de individuos y riqueza de especies (Cuadro 1). Sin embargo, para el siguiente año la riqueza de este bosque disminuyó, encontrándose un total de 24 especies.

En el bosque seco se encontraron un total de 22 especies, pertenecientes a 15 familias botánicas para el año 2015. Para el siguiente año, este estrato presentó un mayor número de especies e individuos comparado con las otras áreas, encontrándose un total de 26 especies, donde la familia más representativa fue Fabaceae.

En bosque secundario para el año 2015 se encontraron un total de 24 especies pertenecientes a 11 familias botánicas y para el siguiente año se registraron 20 especies.

Para el primer muestreo (año 2015), los resultados de la riqueza de especies por tipo de formación forestal mostraron ventajas para el bosque de galería en comparación a los otros tipos de vegetación; al respecto, Sánchez *et al.* (2005) registró la misma tendencia en bosques secos fragmentados en municipios de Rivas. Valores diferentes en la riqueza de especies fueron registrados para el año 2016, siendo el bosque seco el que presentó la mayor cantidad de especies (Cuadro 1).

Estos resultados sugieren mayor elasticidad frente a disturbio natural como sequía recurrente por parte del bosque de galería, ya bajo esa condición conservó mayor cantidad de especies. Por el contrario, las formaciones bosque seco y Bosque secundario experimentaron una reducción en la riqueza de especies (Cuadro 1); mientras que solo a nivel de bosque seco se registró cambio de manera positiva una vez que incremento la precipitación. Esta situación se puede explicar tomando en cuenta que el área de bosque seco presenta más apertura del dosel que el bosque de galería, y que para el siguiente muestreo las precipitaciones aumentaron, esta situación pudo proporcionar los requerimientos necesarios para la germinación de semillas en el suelo. Esta recuperación en la cantidad de especies registrada para el bosque seco, concuerda con lo establecido por Murphy y Lugo (1986), los cuales describen al bosque seco como un ecosistema muy vulnerable al estrés durante periodos sucesionales; sin embargo, debido a la relativa simplicidad y estructura vertical con pocos estratos, estos tienen el potencial de recuperarse más rápido que otros tipos de bosques por lo tanto son considerados más resilientes.

Cuadro 1. Diversidad de regeneración natural por tipo de vegetación en la RSP Quelantaro, 2015-2016.

Formaciones forestales/atributos de diversidad	2015			2016		
	Bosque secundario	Bosque seco	Bosque de galería	Bosque secundario	Bosque seco	Bosque de galería
S	24.00	22.00	32.00	20.00	26.00	24.00
Dominancia	0.185	0.088	0.082	0.192	0.102	0.097
H'	2.340	2.654	2.850	2.168	2.554	2.700

S: Riqueza, H': Índice de Shannon-Wiener

La mayor riqueza de especies en el bosque de galería puede ser atribuida también a su estado de conservación, debido a que es el área que ha sido menos intervenida en la reserva. La riqueza o el número de especies encontradas en el bosque secundario y la de bosque seco representa una discrepancia a la tendencia de registrar mayor número de especies en hábitats conservados; sin embargo, puede adjudicarse a los factores intervención y luminosidad, los cuales fueron mayores en el bosque secundario, pudiendo así aumentar el número de especies que en su mayoría son pioneras.

La dominancia es un parámetro inverso al concepto de uniformidad y equitatividad (Moreno, 2001), en este caso fueron registradas las especies más abundantes por cada tipo de vegetación; siendo el bosque secundario el que presentó mayor dominancia de especies en ambos periodos de muestreo (Cuadro 1), sin embargo, las especies dominantes registradas fueron diferentes entre periodos. Para el año 2015 *A. collinsii* fue la más representativa en el bosque secundario y bosque de galería y *G. americana* en el bosque seco; mientras en 2016, *C. candidissimun* fue la especie más dominante en el bosque seco, *S. obovata* en bosque de galería y *G. ulmifolia* para el bosque secundario (Anexo 1).

Con respecto al índice de Shannon-Wiener, Según Moreno (2001), los valores obtenidos de este por debajo de 3 indican una diversidad baja, sin embargo, es el bosque de galería el que más se aproxima a tener una diversidad alta (Cuadro 1) comparado con los otros tipos de bosque, en este caso el Bosque secundario tuvo valores inferiores por la dominancia de la especie *A. collinsii*.

En el muestreo de 2016 el bosque de galería reportó menos especies comparado con el año anterior, sin embargo, según el índice de Shannon-Wiener calculado para ambos muestreos ésta se presentó como la formación forestal más diversa, esto se puede explicar debido a que la dominancia de las especies en este estrato fue menor, comparada con los otros. Si bien es cierto, hay especies dominantes dentro de cada estrato, lo más común a lo largo de los bosques de galería es que no exista una dominancia clara para ninguna especie (Suatunce *et al.*, 2009); por ejemplo *Stemmadenia* sp y *A. collinsii* fueron las especies más dominantes en el bosque de galería para los dos muestreos pero estas no superaron los 20 individuos, comparado con el bosque seco, en el cual la especie más dominante (*C. candidissimun*), el cual presentó 83 individuos.

Los resultados del índice de diversidad concuerdan con Sánchez *et al.* (2005) en un bosque seco de Rivas, donde la equitatividad fue mayor en las áreas de bosque de galería ($H= 2.6$), y bosque seco ($H= 2.1$), en comparación a zonas perturbadas o en pleno proceso de sucesión.

4.4. Análisis de similitud basado en el índice de Jaccard

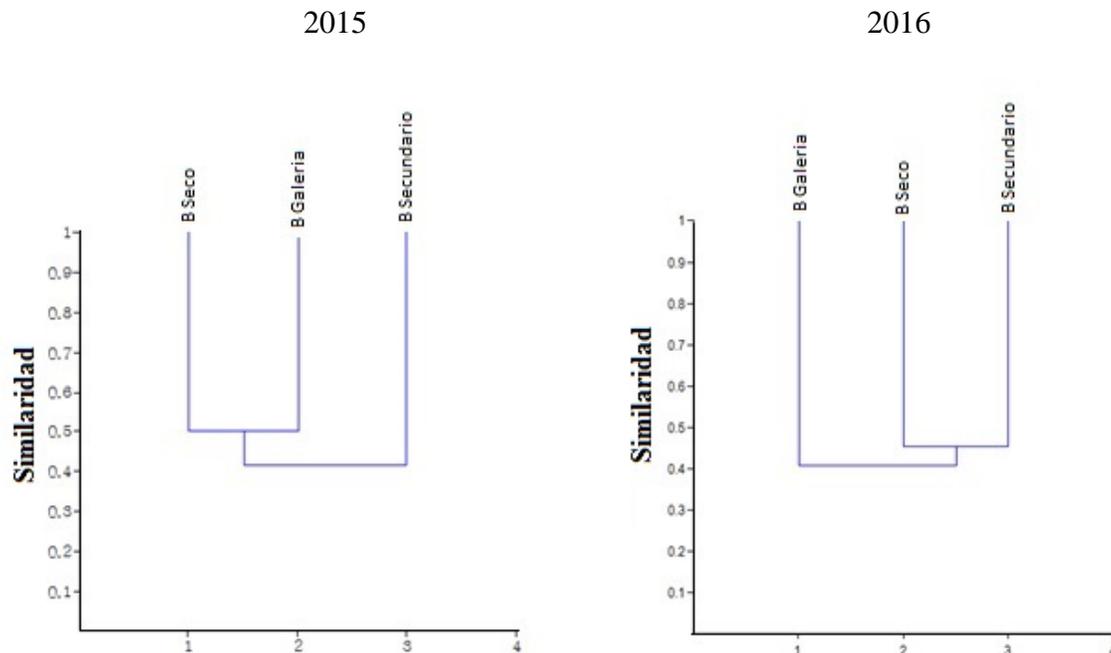


Figura 5. Similitud entre las categorías de vegetación de regeneración natural de la RSP Quelantaro 2015-2016.

Para el año 2015, la similitud de especies con base en el índice de Jaccard, fue más notable entre el bosque de galería y el bosque seco (>50%), es decir, que estas registraron una mayor proporción de especies compartidas en comparación al bosque secundario. Esta similitud podría estar asociada a un proceso de degradación por estrés hídrico; en vista que durante el periodo 2012-2015 la precipitación anual en la reserva no superó los 100 mm/año (Datos pluviométricos Quelantaro), alterando así la composición del bosque de galería, ya que al no haber suficiente humedad en el suelo, se afecta directamente la germinación de semillas, así como el desarrollo de las plantas.

Para el año 2016, bajo un escenario de mayor precipitación, la similitud entre formaciones forestales fue diferente a la del 2015, dándose que las áreas de bosque seco y Bosque secundario fueron las que presentaron una mayor proporción de especies compartidas (>50%) a diferencia del bosque de galería el cual registró una composición florística diferente (<50%). Esta baja similitud concuerda con Sánchez *et al.* (2005), en el que el bosque de galería resultó ser diferente en términos de composición comparado con otras formaciones forestales, tomando en consideración que el bosque de galería es un tipo de formación azonal dentro del bosque seco (Noguera *et al.* 2004), así mismo Rot (2000); citado por Suatunce *et*

al. (2009), afirma que la diferencia de composición florística en los bosques riparios se debe a la gradiente de humedad y frecuencia de los disturbios dentro de este.

4.5. Agrupación de especies por gremio ecológico

Debido a que la luz es reconocida como el factor ambiental que presenta mayor variación, las especies forestales se clasifican en función a su respuesta a la variación de este recurso. Acompañando al gradiente del recurso luz en el ambiente, las especies han desarrollado dos estrategias biológicas extremas básicas conocidas como esciofitismo o tolerancia a la sombra y heliofitismo o intolerancia (Whitmore 1991; citado por Guzmán 1997).

Al clasificar a las especies encontradas en ambos periodos de muestreo, se puede observar una similitud en la proporción de los gremios ecológicos por formación forestal, en primer y segundo orden están las especies intolerantes a la sombra o mejor conocidas como heliófitas, este gremio a su vez se clasifica en dos: H. efímeras y H. durables, según Louman *et al.* (2001), las primeras son especies de crecimiento rápido en buenas condiciones de luz, de vida corta y aptas para la colonización de sitios abiertos, las segundas a su vez, son especies similares a las anteriores pero de vida relativamente larga, por tal razón no es extraño que haya aparecido una mayor cantidad de estas en el bosque secundario y bosque seco.

En menor proporción se encuentran las especies tolerantes a la sombra o esciófitas. Las especies de este gremio, tienen un crecimiento más lento que las heliófitas y con mayor inversión en la producción de estructuras permanentes, a pesar de su tolerancia a la sombra estas aumentan su crecimiento en condiciones de luz (Louman *et al.* 2001) por tal razón estas especies hicieron notar su presencia en el bosque de galería, el cual posee un dosel más cerrado comparado con las otras formaciones forestales.

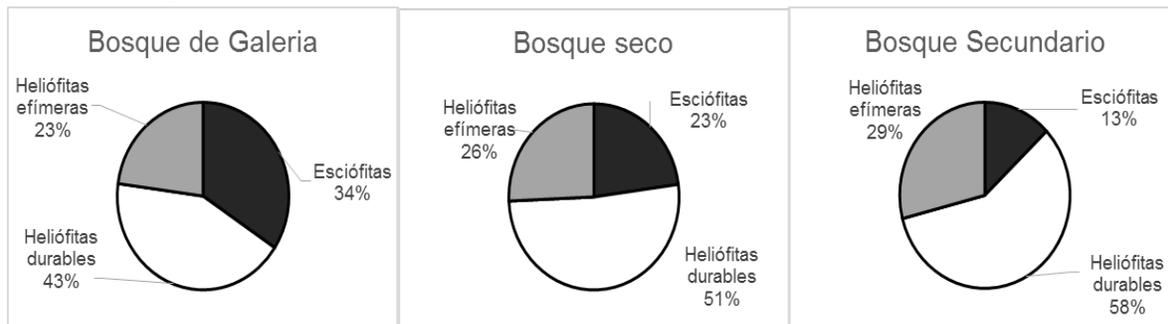


Figura 6. Proporción de gremios ecológicos por formación forestal.

Los resultados obtenidos en el bosque seco y bosque de galería (consideradas como las áreas mejor conservadas en este estudio), se compararon con los datos obtenidos por Zamora (2010) en un bosque de Costa Rica, donde de igual manera las heliófitas durables fueron las más comunes en este bosque, seguidas de las esciófitas, tomando en cuenta que es un área en estado de conservación donde no se han dado perturbaciones del tipo antrópica. Sin embargo al comparar este mismo estudio con los resultados obtenidos en el Bosque secundario (considerado el más perturbado), estos difieren al ser las heliófitas efímeras las más abundantes después de las heliófitas durables.

Al comparar las especies encontradas para ambos periodos de muestreo, se observó que hubo especies que desaparecieron del bosque y otras que persistieron, sin embargo el segundo muestreo reportó nuevas especies para cada tipo de formación forestal.

Considerando que para el año 2016 hubo un aumento en las precipitaciones y que esto causó que la cobertura del dosel fuera mayor, podría dar una explicación a esta variación en la composición florística del bosque, Swaine y Whitmore (1988); citado por Guzmán (1997), afirman que las especies de árboles difieren en su respuesta a las condiciones lumínicas, teniendo así especies que pueden germinar bajo dosel y sus brinzales pueden mantenerse, y otras en las cuales sus semillas siguen latentes en el suelo, pero solo aparecen después de la creación de un claro.

Cuadro 2. Grupo de especies persistentes en los tipos de vegetación entre periodos de evaluación

Especie/ tipo de vegetación	Gremio Ecológico	B. galería	B. secundario	B. seco
<i>Simarouba glauca</i> DC (*)	HD	X	X	X
<i>Stemmadenia</i> sp. (*)	HE	X	X	X
<i>Diospyros nicaraguensis</i> (Standl.) Standl.	E			X
<i>Acacia collinsii</i> Saff. (*)	HE	X	X	X
<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) (*)	HD	X	X	X
<i>Pisonia</i> spp. L.	HE	X		
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	HE		X	
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) (*)	HD	X	X	X
<i>Licania arborea</i>	E	X		
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (*)	HE	X	X	X
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.)	HD	X		X
<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC	HD	X		X
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.)	HE	X		
<i>Trichilia americana</i> (Sessé & Moc.)	HD		X	X
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.)	HE	X		X
<i>Annona purpurea</i> Moc. & Sessé	E	X		

(*) Especies mejor adaptadas, HE: Heliófitas efímeras, HD: Heliófitas durables, E: Esciófitas.

Las especies persistentes fueron las que a pesar del cambio en las precipitaciones durante ambos muestreos se mantuvieron constantes dentro del bosque, siendo el bosque de galería el que reportó más especies persistentes, como se ha mencionado anteriormente este tipo de bosque es el que presentó un mejor estado de conservación (dosel más cerrado, más diverso, menos perturbado), por esta razón hubo un número mayor de especies que persistieron con respecto a las otras formaciones forestales. Una explicación a esto es la adaptación de las especies a un microclima determinado, según Richards (1983); citado por Díaz (1995), estos microclimas difieren de lugar a lugar dentro de distancias cortas y esto condiciona la

germinación y establecimiento de las plántulas. Es importante tomar en cuenta que cada especie reacciona de manera diferente ante las características específicas de cada microclima como: intensidad y calidad de luz, competencia de raíces, textura del suelo etc. (Clark y Clark, 1987; citado por Díaz, 1995).

Las especies consideradas como no persistentes fueron aquellas que en el primer muestreo fueron encontradas en determinada formación forestal, sin embargo, en el segundo periodo no se registró presencia de estas, una de las principales razones por las que pudo darse este fenómeno, fue por las perturbaciones naturales producidas por un periodo marcado de sequía, debido a esto, se produjo la aparición de claros dentro del bosque, lo que favoreció la regeneración de otras especies vegetales (Hubbell y Foster, 1990; citado por Vílchez *et al.* (2008), sin embargo al haber un incremento en las precipitaciones, respecto a los años niño (2013-2015), se observó un aumento de la cobertura del dosel dentro del bosque seco y de galería (Cuadro 3), según Denslow (1985); citado por Guariguata y Kattan (2002) en este caso las especies más competitivas pudieron desplazar a aquellas que solo habitan en un sitio perturbado, lo que podría explicar la desaparición de algunas especies para el siguiente muestreo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Grupo de especies no persistentes en los tipos de vegetación entre periodos de evaluación.

Especie/ tipo de vegetación	Gremio Ecológico	B. galería	B. secundario	B. seco
<i>Andira inermis</i> (W. Wright)	E	X		
<i>Ceiba pentandra</i> (L.)	HD	X	X	
<i>Myrospermum frutescens</i> Jacq.	HD		X	
<i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth)	E		X	X
<i>Diphysa americana</i> (Mill.)	HD	X	X	
<i>Luehea candida</i> (DC.)	HE		X	
<i>Eugenia</i> spp. L.	E	X		
<i>Ficus</i> spp. L.	HE			X
<i>Sapindus saponaria</i> L.	HE		X	
<i>Ximenia americana</i> L.	HE		X	
<i>Thouinidium decandrum</i> (Bonpl.) (*)	HD	X	X	X
<i>Sapranthus violaceus</i> (Dunal)	E	X	X	
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	E	X		
<i>Pouteria</i> spp.	E	X		X
<i>Tecoma stans</i> (L.)	HE	X		
<i>Piscidia piscipula</i> (L.)	E	X		

(*) Especies menos adaptadas, HE: Heliófitas efímeras, HD: Heliófitas durables, E: Esciófitas.

Lo anterior también puede explicar la desaparición de algunas especies para el siguiente muestreo, sobre todo para el bosque de galería, el cual presentó un menor número de especies comparado con el primer muestreo (Cuadro 1).

Las especies mejor adaptadas fueron *Simarouba glauca*, *Stemmadenia* sp, *Acacia collinsii*, *Tabebuia chrysantha*, *Albizia niopoides* y *Bursera simaruba*, estas se encontraron en las tres formaciones forestales definidas para este estudio (Cuadro 2), con esto se podría decir que son especies que fácilmente se adaptan y desarrollan a pesar de los cambios que se puedan producir en su entorno. Caso contrario ocurre con *Thouinidium decandrum*, la cual apareció en el primer muestreo dentro de las tres formaciones forestales, sin embargo, para el siguiente periodo desapareció completamente de estas.

Cuadro 4. Especies asociadas (mayormente ligadas) a las formaciones forestales de la Reserva Silvestre Privada Quelantaro.

Especie/ tipo de vegetación	B. galería	B. secundario	B. seco
<i>Swietenia humilis</i> Zucc	X		X
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.)		X	
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.)		X	
<i>Genipa americana</i> L.	X		X
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.)	X		X
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	X		
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.)	X		
<i>Lysiloma</i> spp. Benth			X
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.			X
<i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.	X		
<i>Sideroxylon capiri</i> (A. DC.).	X		

Richards (1983); citado por Díaz (1995), considera que el establecimiento y germinación de las plantas está dado por determinados microclimas dentro del bosque, en el cuadro 4, se pueden observar las especies que difieren de las otras debido a que pudieron aparecer en más de una formación forestal para el año 2015, y que en el siguiente periodo no fueron registradas en una pero permanecieron en otra, es decir, que dicha formación forestal les ofrece las mejores condiciones para su germinación y establecimiento.

4.6. Análisis de la relación entre la diversidad y las variables biofísicas del bosque

La regeneración natural está ligada a una serie de factores tanto internos como externos que la limitan (Macario, *et al.* 1995; citado por De la Cruz, 2013), uno de estos factores es la luz, y dependiendo de los requerimientos de cada especie, las podemos clasificar en heliófitas y esciófitas, lo cual se abordó en acápite anteriores. Sin embargo, hay otros factores que inciden en el establecimiento y desarrollo de las plantas. En el cuadro 5 se presenta el resumen de los valores de humedad relativa, pendiente, porcentaje de cobertura del dosel, temperatura ambiente y temperatura del suelo de cada formación forestal en dos periodos de

muestreo, acompañada del número de especies que se encontraron en cada periodo bajo esas condiciones.

Dichos valores permiten inferir en los hábitats óptimos para que las especies presenten densidades que aseguren el proceso de regeneración natural; sugiriendo que la interacción de todas las variables consideradas genera un micro hábitat adecuado.

Cuadro 5. Resumen de los factores biofísicos del bosque por periodo de muestreo.

Formación forestal/variables climáticas	2015			2016		
	Bosque secundario	Bosque seco	Bosque de galería	Bosque secundario	Bosque seco	Bosque de galería
Humedad relativa (%)	75	70	61	77	65	75
Cobertura del dosel (%)	10	60	63	10	70	82
Pendiente (%)	6	11	26	6	11	26
Temperatura ambiente (°C)	28.7	29	33	32	28	31
Temperatura del suelo (°C)	27	27	29	29	26	28
No. De individuos	112	175	141	125	461	85

4.7. Asociación entre los parámetros densidad y diversidad con los factores biofísicos considerados

Los datos de las variables antes descritas fueron sometidos a un análisis de componentes principales, con el objeto de detectar la relación que existe entre estos factores y la diversidad densidad de individuos por especies encontradas durante ambos periodos, y entre formaciones forestales.

Al analizar la asociación entre los factores biofísicos con la densidad de individuos para el año 2015 (periodo de sequía), se puede determinar que ésta es más notable en el bosque de galería; ya que en la figura 7 se observan los valores de densidad distribuidas adyacentes a la cobertura, pendiente, temperatura ambiente y temperatura del suelo; contrario al bosque seco y bosque secundario, en donde la densidad estuvo únicamente asociada a la humedad relativa.

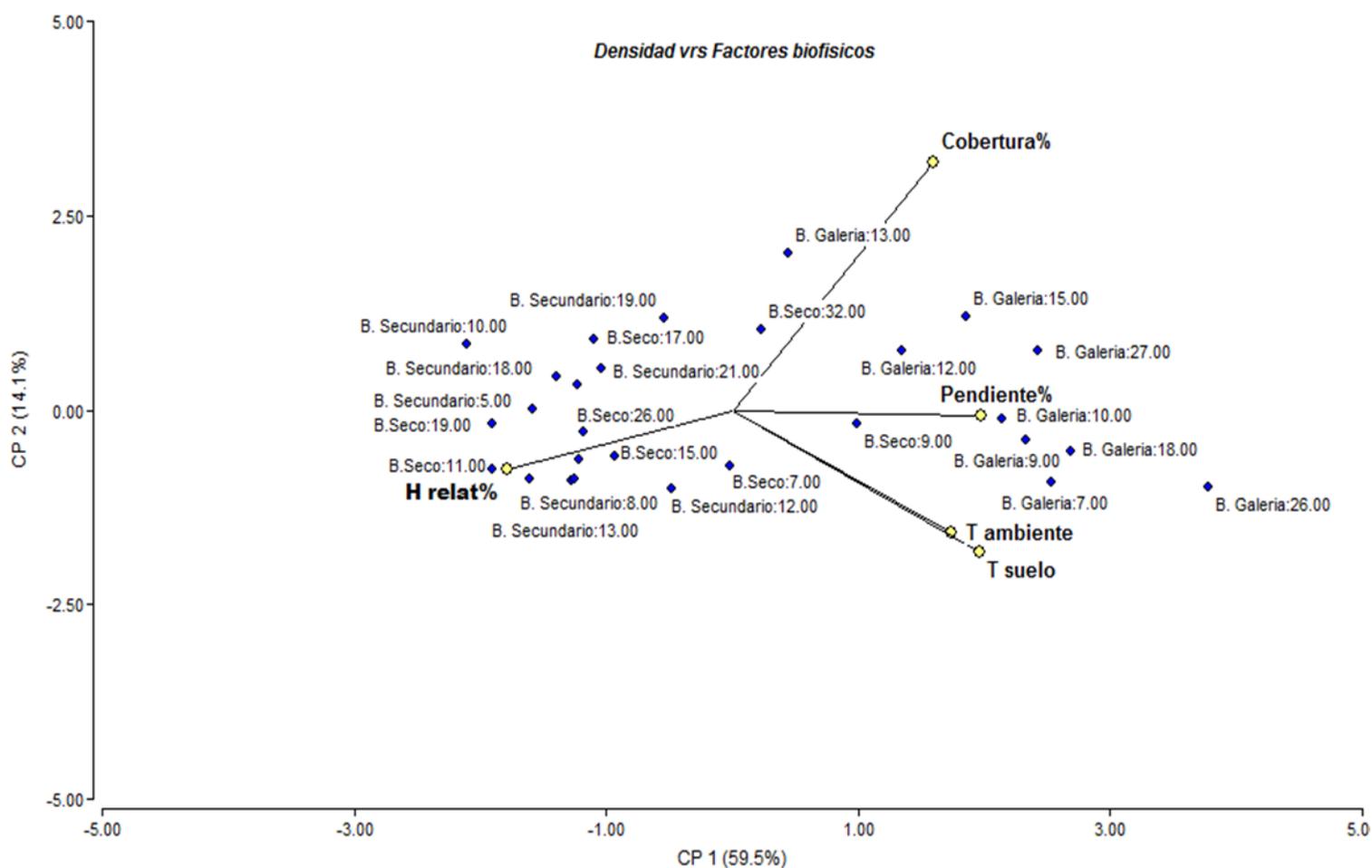


Figura 7. Asociación entre densidad y factores biofísicos en tres formaciones forestales de la RSP Quelantaro.

De igual manera, la diversidad del bosque de galería para este periodo, estuvo más asociada a los mismos factores biofísicos y la diversidad del bosque seco y bosque secundario solo estuvo asociada a la humedad relativa, con el 73.5% de la variabilidad de las variables.

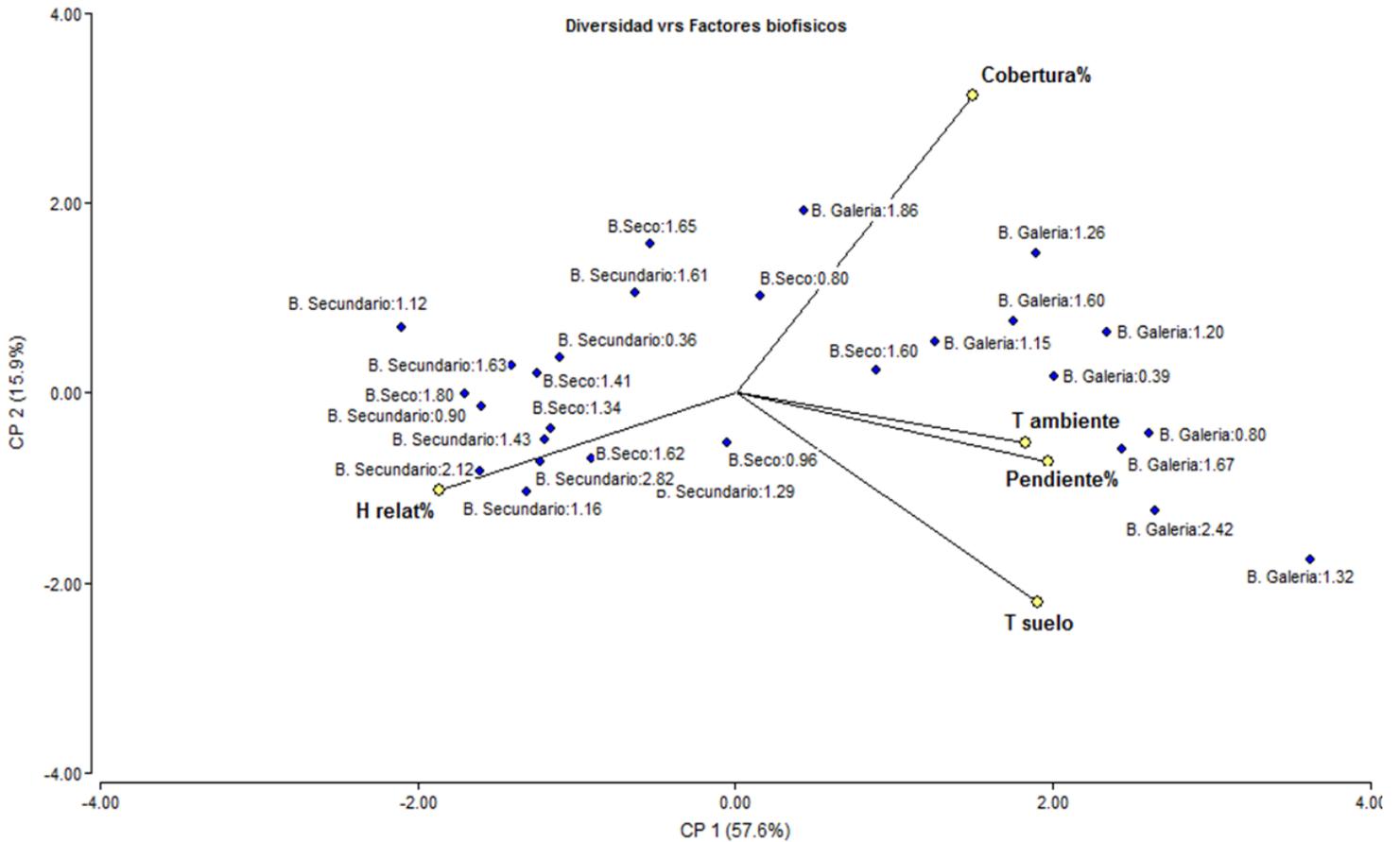


Figura 8. Asociación entre diversidad y factores biofísicos en tres formaciones forestales de la RSP Quelantaro.

Tomando en cuenta que la humedad relativa es básicamente el porcentaje de vapor de agua presente en el aire (Meruane, *et al.* 2015), la respuesta a esta relación puede ser sencilla, debido a la disminución de las precipitaciones en el periodo 2015, estas dos formaciones forestales pudieron encontrar en la humedad relativa un medio de subsistencia para satisfacer sus necesidades hídricas.

Para el año 2016, se registró variación en la asociatividad entre variables y la densidad, observándose que el número de especies encontradas en el bosque de galería estuvieron asociadas a todas las variables en estudio, por otra parte, se observa como la temperatura ambiente influye de alguna manera en los individuos del bosque secundario, en cambio los individuos presentes en el bosque seco, se desarrollan independientemente de estas variables, en este caso los dos primeros componentes expresan el 77.3% de la variabilidad de los datos

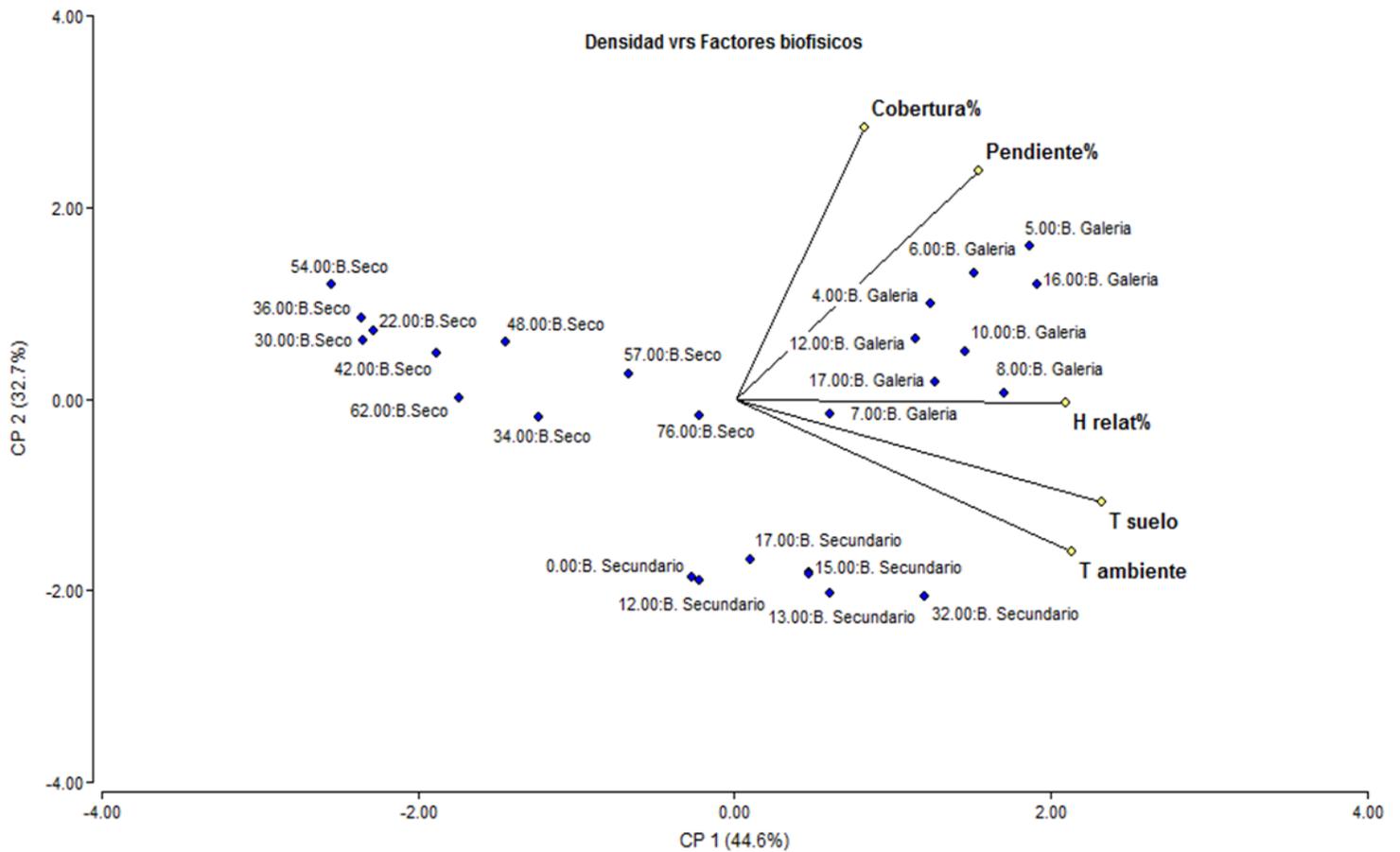


Figura 9. Asociación entre densidad y factores biofísicos en tres formaciones forestales de la RSP Quelantaro.

En el caso de la diversidad, se observó el mismo patrón de asociación que en el análisis de la densidad para el año 2016.

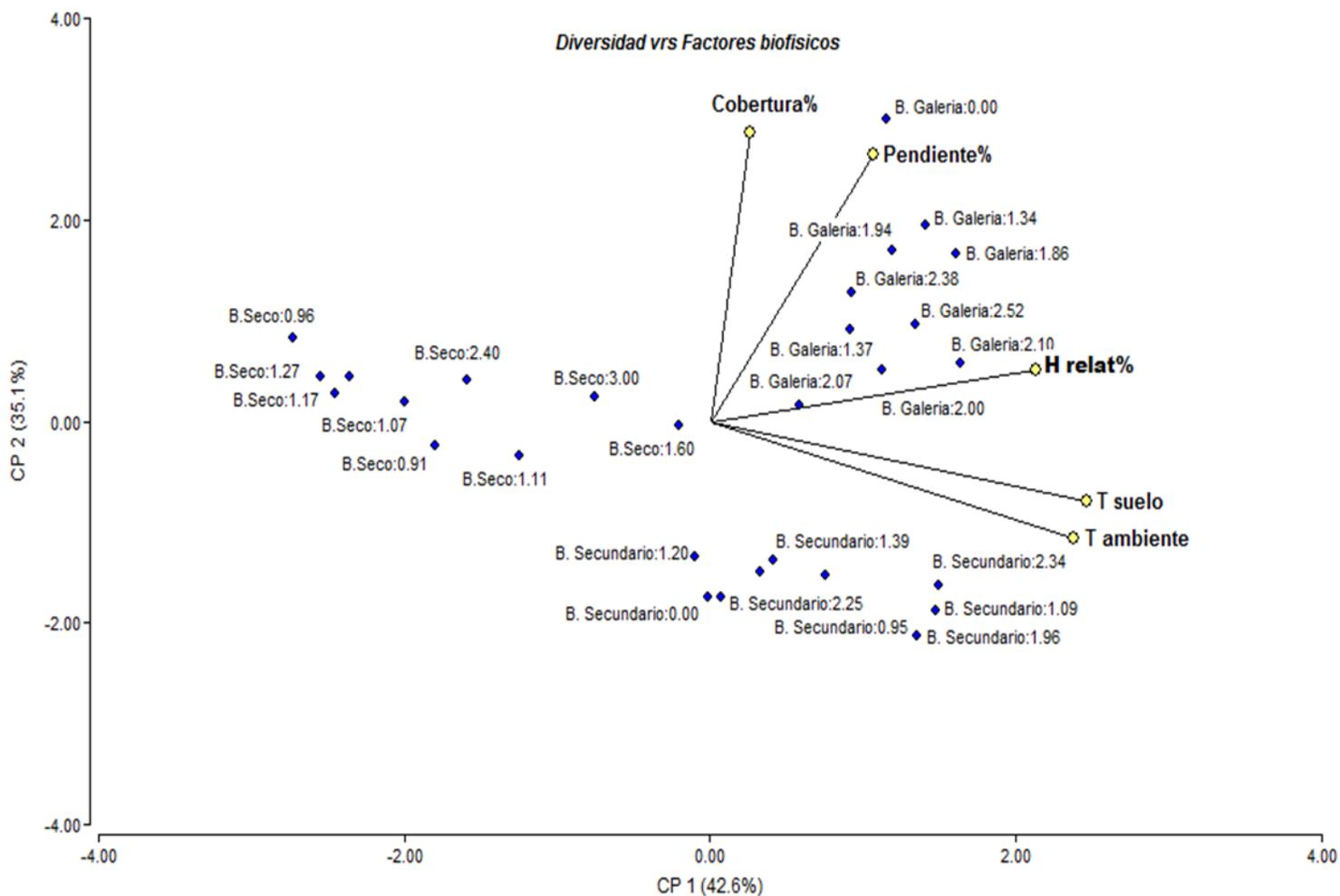


Figura 10. Asociación entre diversidad y factores biofísicos en tres formaciones forestales de la RSP Quelantaro.

Complementariamente, el análisis de correlación basado en el coeficiente de Spearman mostró que la densidad de individuos durante el periodo 2015 estuvo más relacionado con la temperatura del suelo (76%) y la humedad relativa (86%) y en diversidad para ese mismo año influyó la temperatura del suelo (62%), temperatura ambiente (57%) cobertura del dosel (57%) y la pendiente (53%). Para el año 2016, el número de individuos fue influenciado únicamente por la cobertura del dosel (89%) y en el caso de diversidad, solo la temperatura del suelo y la temperatura ambiente tuvieron influencia sobre esta con un 65% y 87% respectivamente (Cuadro 6). Para este análisis solo se consideraron las variables que tuvieron una correlación mayor al 50% con respecto a la diversidad y densidad.

Cuadro 6. Correlaciones entre parámetros de la estructura de la regeneración natural con variables biofísicas.

Composición/ variables biofísicas	T. del suelo (°C)	Humedad relativa (%)	T. ambiente (°C)	Cobertura del dosel (%)	Pendiente (%)
Densidad 2015	0.76	0.86	0.22*	0.13*	0.30*
Diversidad 2015	0.62	0.38*	0.57	0.57	0.53
Densidad 2016	0.02*	0.05*	0*	0.89	0.05*
Diversidad 2016	0.65	0.24*	0.87	0.18*	0.27*

(*) Baja correlación.

Los resultados del análisis de correlación, respaldan lo expresado en el análisis de componentes principales, sobretodo en el bosque de galería, los cuales resultan ser formaciones forestales más complejas por ser del tipo azonal, lo que los hace ecosistemas diferentes a otros en términos de composición y estructura. Pero esta diferencia con las otras formaciones se logra bajo un escenario climático normal, ya que bajo un notable estrés hídrico, el bosque de galería tiende a modificar su composición (Cuadro 1). Por otra parte el bosque seco al ser un ecosistema más simple en estructura y composición, no se encontró correlación directa entre variables en estudio y la densidad, lo que nos hace pensar que los cambios que se dieron en la composición de este fueron causados por las precipitaciones.

Los cambios observados en el bosque debido a un periodo de sequía y luego bajo un escenario de precipitaciones, concuerdan con Redondo *et al.* (2001), donde se observó que con el fenómeno del niño los individuos con ciertos requerimientos ambientales desaparecieron, por el contrario, el fenómeno de la niña influyó positivamente la regeneración del bosque; así mismo, Hubbell y Foster (1990; citado por Vélchez *et al.* 2008), observaron un aumento del 3% en la mortalidad de la regeneración natural de la Isla Colorado, debido a los fenómenos del niño, provocando la formación de claros que favoreció la apertura del dosel, provocando la germinación de distintas especies vegetales.

Cuadro 7. Comparación de la diversidad y la densidad entre periodos de muestreo de la regeneración natural.

Formaciones forestales	Densidad	Diversidad
Bosque de galería	0.0425	0.1941
Bosque secundario	0.7210	0.5339
Bosque seco	0.0003	0.2555

La prueba t-student utilizando el índice se Margalef, determinó que la densidad en el bosque de galería ($p=0.0425$) y bosque seco ($p=0.0003$), presentaron diferencias significativas por los cambios observados entre periodos de muestreo, por una parte el bosque de galería presento una disminución de individuos comparado con el año 2016, caso contrario en el bosque seco, el cual reportó un mayor número de individuos para el año 2016 comparado con el año anterior (Cuadro 7), sin embargo, estos cambios no tuvieron repercusiones importantes en la diversidad de ambas formaciones forestales ($p=0.1941$ y $p=0.2555$ respectivamente). En el caso del bosque secundario no mostró diferencias significativas entre la diversidad ($p=0.5339$) y la densidad ($p=0.7210$).

Estos resultados concuerdan con Fry *et al.* (2014), los cuales concluyeron que a pesar de que se observan cambios en la riqueza y la diversidad provocados por un prolongado periodo de sequía seguido de un escenario de precipitaciones, estos no son estadísticamente significativos. Por otra parte Gentry (1995), citado por Gillespie *et al.* (1999), afirman que la precipitación en los bosques secos de América central es un pobre predictor de la diversidad de las plantas, esto podría explicar que a pesar de que los periodos de sequía desestabilizan la composición del bosque, la reacción de este ante la perturbación se traduce en la desaparición de algunas especies, sin embargo, también hay especies que aparecen a causa de esta perturbación, por esa razón se puede observar que ante una normalización de las precipitaciones después de un marcado periodo de sequía, no se ve afectada significativamente la diversidad del bosque.

V. CONCLUSIONES

Se determinó la existencia de tres formaciones forestales como parte de la zona de vida bosque seco; encontrándose estas en diferentes estados sucesionales que difieren en estructura, composición de especies y por tanto características ambientales que facilitan o limitan la regeneración de especies forestales.

Fueron cuantificados cambios en la diversidad por influencia de los microclimas de cada formación, derivado de la temporalidad de las estaciones climáticas (época seca y época lluviosa).

El bosque de galería fue la única formación forestal que mostró relación entre los valores de diversidad y las variables biofísicas utilizadas.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar actividades de reforestación enfocadas a la recuperación de las especies más susceptibles como: *Andira inermis*, *Ceiba pentandra*, *thouinidium decandrum*, *Pseudosamanea saman*, etc. Como medida para el aumento de sus poblaciones.

Realizar actividades enfocadas en el manejo de la regeneración natural del área de bosque secundario y bosque seco en función de la diversificación de especies por enriquecimiento, ya que estas dos formaciones son las que presentan un mayor grado de perturbación dentro de la reserva

Continuar con investigaciones que pongan en evidencia los impactos de la variabilidad climática sobre la composición y estructura de los bosques, ya que actualmente existen muchos vacíos en cuanto a la información de cómo reaccionan nuestros ecosistemas forestales bajo la actual variabilidad climática.

VII. LITERATURA CITADA

- Acevedo, J., Valdez, I., Poggi, H. 2006. ¿Cómo medir la diversidad? (en línea). Ecatepec de Morelos, ME. Consultado el 04 jul. 2017. Disponible en <https://books.google.com.ni/books?id=1RECSypD1y0C&pg=PA32&lpg=PA32&dq=Y1:+abundancia+de+la+especie+m%C3%A1s+com%C3%BAn.&source=bl&ots=Yv9MvmrdZy&sig=9I0rbSJGAplvxWCN8sMPADhjfF8&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjA3pLElvDUAhUFQiYKHbqgDoEQ6AEIJAB#v=onepage&q=Y1%3A%20abundancia%20de%20la%20especie%20m%C3%A1s%20com%C3%BAn.&f=false>
- Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Casanoves F., Di Rienzo J.A., Robledo C.W. (2008). Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, AR.
- Bermeo, D. 2010. Determinación y caracterización de tipos funcionales de plantas (TFPs) en bosques secundarios dentro de un gradiente altitudinal y su relación con variables bioclimáticas (en línea). Turrialba, CR. Consultado 21 ene. 2016. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/REPDO/A5565E/A5565E.PDF>
- Barquero T., Faurby, O. 2007. Plan de manejo Reserva Silvestre Privada Quelantaro. Managua, Nicaragua. 32p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2011. Valoración y análisis de la diversidad funcional. Y su relación con los servicios ecosistémicos (en línea). Turrialba, CR. Consultado 29 ago. 2016. Disponible en <http://www.nucleodiversus.org/uploads/file/Casanoves%20et%20al%202011%20Serie%20Tecnica%20CATIE.pdf>
- _____. 2008. Adaptación al Cambio Climático y servicios ecosistémicos en América Latina (en línea). Turrialba, CR. Consultado 22 ene. 2016. Disponible en http://www.farem.unan.edu.ni/redcambioclimatico/docs/Libro_CC.pdf
- CDB (Convenio sobre la diversidad biológica). 2007. Cambio climático y diversidad biológica (en línea). Consultado 04 ene. 2016. Disponible en <https://www.cbd.int/doc/bioday/2007/ibd-2007-booklet-01-es.pdf>
- De la Cruz, F. 2013. Distribución espacial de la regeneración natural de especies arbóreas dentro del gradiente altitudinal Caribe-Villa Mills, Costa Rica y su relación con variables bioclimáticas (en línea). Turrialba, CR. Consultado 29 ago. 2016. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A10790e/A10790e.pdf>
- Díaz, S. Cabido, M. 2001. Vive la Différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes (en línea). Consultado 22 ene. 2016. Disponible en http://www.planta.cn/forum/files_planta/plant_functional_diversity_matters_to_ecosystem_process_112.pdf

- Díaz, J. 1995. Caracterización de la iluminación de micrositios de regeneración de 14 especies arbóreas en un bosque húmedo intervenido en Costa Rica, y el efecto de la intervención sobre la abundancia de la regeneración natural (en línea). Turrialba, Costa Rica. Consultado 1 dic 2016. Disponible en http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4616/Caracterizacion_de_la_iluminacion.pdf;jsessionid=59C5C050A9BF91D318D13BC4192E734E?sequence=1
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2008). InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, AR.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2012. Forest Management and –Climate Change: a literature review (en línea). Roma, IT. Consultado 22 ene. 2016. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/015/md012e/md012e00.pdf>
- _____. 2003. Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques en Nicaragua (en línea). Turrialba, CR. Consultado 27 ago. 2016. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/j0602s/j0602s00.pdf>
- Flora de Nicaragua. 2016 (en línea). Consultado 17 Ago. 2016. Disponible en <http://www.mobot.org/MOBOT/research/nicaragua/breve.shtml>
- Fry, E., Manning P., Power, S. 2014. Ecosystem functions are resistant to extreme changes to rainfall regimes in a mesotrophic grassland (en línea). Consultado 10 feb. 2017. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/262198546_Ecosystem_functions_are_resistant_to_extreme_changes_to_rainfall_regimes_in_a_mesotrophic_grassland
- Granda, V. 2015. Composición y diversidad de bosques secundarios de la península de Nicoya, costa rica y sus relaciones con los factores ambientales (en línea). Consultado 29 ago. 2016. Disponible en http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7256/Composicion_y_diversidad_de_bosques_secundarios.pdf?sequence=3
- González, B. Castro, G. 2011. Factores a considerar en la regeneración natural del bosque seco en Nicaragua (en línea). Managua, NI. Consultado 31 ago. 2016. Disponible en <http://www.lamjol.info/index.php/CALERA/article/view/747/568> .
- González, H. Narváez, S. 2005. Diagnóstico del Bosque de Galería de La Hacienda Las Mercedes, Managua (en línea). Managua. NI. Consultado 04 jul. 2016. Disponible en <http://repositorio.una.edu.ni/1071/1/tnk10g643d.pdf>
- Gutiérrez, E.; Trejo, I. 2014. Efecto del cambio climático en la distribución potencial de cinco especies arbóreas de bosque templado de México (en línea). México D.F. MX. Consultado 21 ene. 2016. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v85n1/v85n1a17.pdf>

- Guariguata, M. Kattan, G. 2002. *Ecología y conservación de Bosques Neotropicales*. 1ed. Cartago, Costa Rica. Editorial tecnológica de Costa Rica. 691p.
- Gillespie, T., Grijalva, A., Farris, C. 1999. Diversity, composition, and structure of tropical dry forests in Central America (en línea). Consultado 15 nov. 2016. Disponible en <http://www.bio-nica.info/Biblioteca/Gillespie2000AnthropogenicDisturbance.pdf>
- Guzmán, R. 1997. Consideraciones Teóricas y Metodologías Prácticas para la Asignación de Gremios Ecológicos para las Especies Forestales de Bosques Húmedos Tropicales (en línea). Santa Cruz, BO. Consultado 27 nov. 2016. Disponible en http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnacd116.pdf
- Herrán, C. 2012. El Cambio climático y sus consecuencias para América Latina (en línea). Consultado 22 ene. 2016. Disponible en <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/la-energiayclima/09164.pdf>
- Hulme, P. 2005. Adapting to climate change: is there scope for ecological management in the face of a global threat? (en línea). UK. Consultado 22 ene. 2016. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2664.2005.01082.x/pdf>
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático). 2002. Cambio Climático y Biodiversidad: Documento técnico V (en línea). Consultado 04 ene. 2016. Disponible en <https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-changes-biodiversity-sp.pdf>
- Incer, J. 2000. *Geografía básica de Nicaragua*. Managua, NI. HISPAMER. 157p.
- Jiménez, M.; Chain, A.; Locatelli, B. 2009. Efectos del cambio climático en la distribución de zonas de vida en Centroamérica (en línea). Consultado 04 ene. 2016. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A7403e/A7403e.pdf>
- Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura en lo trópicos*. Eschborn, AI. GTZ. 296p.
- Locatelli, B. Brockhaus, M. Buck, M. Thompson, I. 2010. Forest and adaptation to climate change: Challenges and opportunities (en línea). Consultado 02 ene. 2016. Disponible en https://hal-sde.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/699347/filename/Locatelli_etal_2010_Forests_and_Adaptation_CC_IUFRO.pdf
- Lorente, I.; Gamero, D.; Gómez, J.; Santos, R.; Flores, L.; Camacho, A.; Galindo, L.; Navarro, J. 2004. Los efectos biológicos del Cambio climático (en línea). Alcalá, ES. Consultado 04 ene. 2016. Disponible en http://www.adaptecca.es/sites/default/files/documentos/lorente_etal_2004.pdf

- López, R., García, G, 2002. Composición florística y estructura de las especies arbóreas en el bosque seco secundario de la finca Santa Ana (en línea). Nandaime, NI. Consultado 25 ene. 2017. Disponible en <http://repositorio.una.edu.ni/1015/1/tnk101864c.pdf>
- Louman, B. Quirós, D. Nilsson, M. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en America Central. Turrialba, CR. 261p. (serie técnica. Manual técnico/CATIE, no. 46).
- Lozada, J., Arends, E. 2000. Clasificación ecológica de especies arbóreas, con fines de aprovechamiento forestal, en la estación experimental Caparo (en línea). Mérida, VE. Consultado 27 nov. 2016. Disponible en http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24183/1/articulo44_1_9.pdf
- Meruane, C., Garreaud, R. 2015. Determinación de humedad en la atmosfera (en línea). Consultado 03 jul. 2017. Disponible en <http://mct.dgf.uchile.cl/AREAS/modHR.pdf>
- Milán, J. 2010. Apuntes sobre el cambio climático en Nicaragua (en línea). Managua, NI. Consultado 31 ago. 2016. Disponible en http://www.farem.unan.edu.ni/redcambioclimatico/dos/Apuntes_Sobre_CC.pdf
- Murphy, P., Lugo, A. 1986. Ecology of Tropical Dry Forest (en línea). Consultado 20 nov. 2016. Disponible en <http://www.ltrr.arizona.edu/webhome/jburns/Articles%20-Read/dryforest2.pdf>
- Méndez, A. Picado, E. 2006. Análisis de tres estados sucesionales del bosque seco deciduo, desarrollado sobre campos agrícolas abandonados, Nandarola, Nicaragua (en línea). Managua, NI. Consultado 28 ago. 2016. Disponible en <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnk10m538.pdf>
- MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal). 2002. Guía de especies forestales (en línea). Managua, NI. Consultado 25 ago. 2016. Disponible en <http://www.magfor.gob.ni/descargas/estudios/Gu%C3%ADa%20de%20Especies%20Forestales.pdf>
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad (en línea). Zaragoza, ES. Consultado 27 nov 2016. Disponible en <http://www.observatorioirsb.org/cmsAdmin/uploads/m-todos-biodiversidad.pdf>
- Mendoza, H. 1999. Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el valle del río Magdalena, Colombia (en línea). Bogotá, CO. Consultado 21 nov. 2016. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/21199/1/17503-55732-1-PB.pdf>
- Navarro, G. De la Barra, N. Rumiz, D. Ferreira, W. 2008. Criterios para evaluar el estado actual de conservación y degradación de los bosques en Bolivia (en línea). Cochabamba, BO. Consultado 22 set. 2016. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/263470638_Criterios_para_evaluar_el_estado_actual_de_conservacion_y_degradacion_de_los_bosques_de_Bolivia

- Noguera A., Castro, G. González, B. 2004. Diversidad florística del bosque de galería en dos localidades del departamento de Carazo, Nicaragua (en línea). Managua, NI. Consultado 25 ago. 2016. Disponible en http://lcalera2.una.edu.ni/download_pdf/Calera_Inv-SGI59_Num- Ano-4.pdf
- Pérez, E. Bonilla, G. Díaz. E. 2014. Composición florística del bosque Ripario en la microcuenca La Laguneta, municipio de Pueblo Nuevo, Estelí (en línea). Estelí, NI. Consultado 11 set. 2016. Disponible en <http://lcalera.una.edu.ni/index.php/lcalera/article/download/223/223/>
- PUND (Programa de las naciones unidas para el desarrollo). 2012 (en línea). Managua, NI. Consultado 25 ago. 2016. Disponible en http://www.undp.org/content/dam/nicaragua/docs/undp_ni_TACC_Las%20Segovias.pdf
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2002. Cambio climático (en línea). Consultado 22 ene. 2016. Disponible en <https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-changes-biodiversity-sp.pdf>
- Redondo A., Vílchez, B., Chazdon, R. 2001. Estudio de la dinámica composición de cuatro bosques secundarios en la región de Huetar Norte, Sarapiquí - Costa Rica (en Línea). Turrialba, CR. Consultado el 25 ene. 2016. Disponible en <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6244/Estudio%20de%20la%20din%C3%A1mica%20y%20composici%C3%B3n%20de%20cuatro%20bosques%20secundarios%20en%20la%20regi%C3%B3n%20Huetar%20Norte,%20Sarapiqu%C3%AD%20E2%80%93%20Costa%20Rica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Satuance, J., Véliz, A. 2009. Composición florística y estructura del remanente d bosque de galería de la corporación agrícola San Juan, Cantón La Maná. Provincia de Cotopaxi, Ecuador (en línea). Quevedo, EC. Consultado 25 nov. 2016. Disponible en <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/download/89/52>
- Sánchez, D., Harvey, C. Grijalva, A., Medina, A., Vílchez, S., Hernández, B. 2005. Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un paisaje fragmentado de bosque seco en Rivas, Nicaragua (en línea). Rivas, NI. Consultado 20 nov. 2016. Disponible en http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr:8080/bitstream/handle/11554/6081/Diversidad_composicion_estructura_pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Treviño, J., Cavazos, C., Aguirre, O. 2001. Distribución y estructura de los bosques de galería en dos ríos del centro sur de Nuevo León (en línea). Xalapa, ME. Consultado 25 nov. 2016. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/617/61770103.pdf>
- Universidad Rafael Landívar. 2011. Cambio climático y biodiversidad: Elementos para analizar sus interacciones en Guatemala con un enfoque ecosistémico (en línea). GT. Consultado 21 ene. 2016. Disponible en <http://biblio3.url.edu.gt/IARNA/SERIETECNINCA/37.pdf>

- Vílchez, B. Chazdon, A. Milla, V. 2008. Dinámica de la regeneración en cuatro bosques secundarios tropicales de la región Huetar Norte, Costa Rica Su valor para la conservación o uso comercial (en línea). Consultado 29 ago. 2016. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3179E/A3179E.PDF>
- Walsh. B. 2000. Diversidad de Ecosistema (en línea). Consultado 28 ago. 2016. Disponible en <http://www.bio-nica.info/biblioteca/Walsh2000DiversidadEcosistema.pdf>
- Zamora, M. 2010. Caracterización de la flora y estructura de un bosque transicional húmedo a seco, Miramar, Puntarenas, Costa Rica (en línea). Cartago, CR. Consultado 28 nov. 2016. Disponible en <http://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/3017>

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Lista de especies encontradas en el muestreo de regeneración natural RSP Quelantaro 2015-2016

Nombre común	Nombre Científico	Familia	Bosque Secundario		Bosque seco		Bosque de galería	
			2015	2016	2015	2016	2015	2016
Acetuno	<i>Simarouba glauca</i> DC	Simaroubaceae	4	4	5	3	2	1
Almendo de río	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	Fabaceae					2	
Anona	<i>Annona reticulata</i> L.	Annonaceae				1		
Desconocido	-	-		2				4
Cachito	<i>Stemmadenia</i> sp.	Apocynaceae	8	25	23	43	18	20
Caoba	<i>Swietenia humilis</i> Zucc	Meliaceae	1		10	1	1	1
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	Malvaceae	1				1	
Chaperno	<i>Lonchocarpus</i> sp.	Fabaceae				2		
Chocoyito	<i>Diospyros nicaraguensis</i> (Standl.) Standl.	Ebenaceae			2	21		7
Cornizuelo	<i>Acacia collinsii</i> Saff.	Fabaceae	43	2	19	56	20	12
Cortez	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson.	Bignoniaceae	17	2	22	22	14	10
Cuajoche	<i>Myrospermum frutescens</i> Jacq.	Fabaceae	3					
Desconocido	-	-						1
Espino negro	<i>Pisonia</i> spp. L.	Nyctaginaceae					1	1
Falso roble	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Bignoniaceae	4	1		1	2	
Frutillo	<i>Casearia corymbosa</i> Kunth	Salicaceae		4		52		2
Gavilan	<i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms	Fabaceae	1		1			0
Genízaro	<i>Samanea saman</i>	Fabaceae		2		1		

Guachipilin	<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M. Sousa	Fabaceae	2				1	
Guacimo de Molenillo	<i>Luehea candida</i> (DC.) Mart.	Malvaceae	2			10		
Guacimo de Ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Malvaceae	1	47		6		
Guacuco	<i>Eugenia</i> spp. L.	Myrtaceae					3	
Guanacaste Blanco	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Fabaceae	4	3	3	4	1	2
Guanacaste Negro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Fabaceae	1	11		31	1	
Guiliguiste	<i>Karwinskia calderonii</i> Standl.	Rhamnaceae				1		
Higueron	<i>Ficus</i> spp. L.	Moraceae			1			
Hoja tostada	<i>Licania arborea</i>	Chrysobalanaceae					1	2
Hombre grande	<i>Quassia amara</i> L.	Simaroubaceae				1		
Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Sapindaceae	1					
Jagua	<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	4		26	13	19	3
Jiñocuabo	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae	2	1	7	17	9	2
Jocomico	<i>Ximenia americana</i> L.	Ximeniaceae	1					
Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	Boraginaceae	1	10	1		1	7
Madroño	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC	Rubiaceae		2	14	83	3	3
Melero	<i>Thouinidium decandrum</i> (Bonpl.) Radlk.	Sapindaceae	2		8		12	
Muñeco	<i>Cordia collococca</i> L.	Boraginaceae		3				
Ojoche	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Moraceae			1		1	2
Palanco	<i>Sapranthus violaceus</i> (Dunal) Saff.	Anonaceae	1				2	
Palo de rosa	<i>Malpighia stevensii</i>	Malpighiaceae		1		1		1

Panamá	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.	Malvaceae	1			6	2	1
Piojo	<i>Trichilia americana</i> (Sessé & Moc.) T.D. Penn.	Meliaceae	4	5	3	5		1
Poro	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Bixaceae			7	57	7	3
Quebracho	<i>Lysiloma</i> spp. Benth	Fabaceae	3		8	6	3	
Ron	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Anacardiaceae		1	4	2	1	
Sangregrado	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	Fabaceae					1	
Sapotillo	<i>Pouteria</i> spp.	Sapotaceae			1		1	
Sardinillo	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Bignoniaceae		1			1	
Soncoya	<i>Annona purpurea</i> Moc. & Sessé	Anonaceae					1	2
Talalate	<i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.	Hernandaceae		4	8		1	1
Tempisque	<i>Sideroxylon capiri</i> (A. DC.).	Sapotaceae			1		4	3
Vainillo	<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	Fabaceae				2		
Zopilote	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Fabaceae					4	