

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**CARACTERIZACIÓN FITOSOCIOLÓGICA DE UN ÁREA RIPARIA
CON DIFERENTE GRADO DE DISTURBIO EN LINARES, NUEVO
LEÓN**

POR:

ING. ERICK EMMANUEL PRADO BARBA

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES**

Linares, Nuevo León

Mayo, 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**CARACTERIZACIÓN FITOSOCIOLÓGICA DE UN ÁREA RIPARIA
CON DIFERENTE GRADO DE DISTURBIO EN LINARES, NUEVO
LEÓN**

POR:

ERICK EMMANUEL PRADO BARBA

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES**

Linares, Nuevo León

Mayo, 2025

CARACTERIZACIÓN FITOSOCIOLÓGICA DE UN ÁREA RIPARIA CON DIFERENTE GRADO DE DISTURBIO EN LINARES, NUEVO LEÓN

Aprobación de Tesis



Dr. José Isidro Uvalle Saucedá



Dr. César Martín Cantú Ayala



Dr. Andrés Eduardo Estrada Castillón

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo económico para realizar y culminar la tesis como requisito para obtener el grado en Maestría en Ciencias Forestales.

Gracias a la Facultad de Ciencias Forestales (FCF) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) por haberme permitido formarme en ella, especialmente al cuerpo académico de profesores-investigadores quienes fueron participes en este proceso, ellos fueron responsables de realizar su pequeño aporte y formaron mi perfil profesional con sus conocimientos y experiencias, y hoy en día se vería reflejado en la culminación de mi paso por la universidad.

De igual manera y en especial agradecimiento por su apoyo para el Dr. José Isidro Uvalle Saucedo director del proyecto de tesis, quien en todo momento se mantuvo al tanto de mi investigación brindándome apoyo y observaciones que hicieron posible un análisis más detallado respecto a los bosques de galería y su calidad ecológica.

Al Dr. César Martín Cantú Ayala y el Dr. Eduardo Estrada Castellón por ser parte de mi comité de tesis, por su participación en la elaboración y revisión mi investigación como también al darme las herramientas necesarias para culminar el proyecto.

Al Ingeniero Leonel Reséndiz Dávila y amigo quien colaboró en este proyecto de tesis y que de la mejor manera me asesoró y atendió mis dudas desde el inicio de este trayecto y desde hace algunos años atrás. De la misma manera agradezco a la Ingeniero Nelly Anahí Leal y amiga quien se mantuvo al tanto del avance de mi proyecto y por su apoyo y observaciones detalladas sobre la tesis.

Al Dr. Oscar Garza Saide propietario del predio donde realicé parte de la investigación, quien me concedió la autorización para evaluar la vegetación de

ribera y determinar su calidad, contribuyendo con información valiosa para su posterior uso y mejorar las actividades de aprovechamiento.

A las personas que me apoyaron en la recolección de datos en campo y análisis en laboratorio, además de su sincera amistad, consejos y apoyo durante el trayecto y elaboración de mi estudio a Francisco Javier García Salazar, Asael Herrera González, Nelly Anahy Leal Elizondo, Luis Enrique Frías Díaz, Jhoseline Abigail Uvalle Zamarripa, Carlos Eduardo Leal Elizondo y David Trapero.

A mi esposa Blanca Alicia Manrique Jaramillo quien me estuvo apoyando para culminar el presente documento y para mi hijo Erick Prado Jr., quien con sonrisas y alegría me motiva a continuar esforzándome cada día.

A mis padres Alma Leticia Barba Rodríguez y Luis Eduardo Prado Casanova que fueron mis mayores promotores durante este proceso, gracias a mis hermanos Luis Eduardo Prado Barba e Ivan Prado Barba y en especial a Dios, a todos ellos quienes fueron mi principal apoyo y motivador para cada día continuar sin tirar la toalla. Gracias por creer siempre en mí, por apoyarme en este trayecto para poder continuar con mis estudios, ustedes mis padres son mi ejemplo a seguir; asimismo les agradezco a ellos con todo mi ser.

DEDICATORIA

A Dios, por nunca dejarme solo y permitirme llegar hasta este momento. Por cada triunfo y experiencia que me presentó en el camino.

A mis padres Alma Leticia Barba Rodríguez y Luis Eduardo Prado Casanova por ser las personas que me han acompañado y apoyado incondicionalmente desde el principio de cada proyecto que me he propuesto, quienes con sus consejos me han guiado a culminar mis estudios.

A mis hermanos Luis Eduardo Prado Barba e Ivan Prado Barba, a pesar de haber tenido eventuales discusiones y malos encuentros, han sido pilar fundamental en mi vida y en el proceso de mis estudios.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV
LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	V
Resumen	1
Abstract.....	2
ANTECEDENTES.....	5
JUSTIFICACIÓN.....	10
HIPOTESIS.....	11
OBJETIVOS.....	11
MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
Área de estudio.....	12
Análisis de la vegetación	12
Evaluación de la calidad del bosque ribereño mediante el Índice QBR	13
Bloques en que se basa el Índice QBR	14
1. Grado de cobertura riparia.....	14
2. Estructura de la cobertura	14
3. Calidad de la cobertura	14
4. Grado de naturalidad del canal fluvial	15
Análisis de la información	15
Análisis estadístico	18
RESULTADOS	19
Análisis de la vegetación	19
Área de vegetación de galería con mayor grado de pristinidad	19

Vegetación de galería con algún grado de disturbio por prácticas agrícolas. ...	23
Coeficientes de similitud	27
Índice de calidad de ribera	29
Valores obtenidos del Índice de calidad de ribera (QBR)	29
Área conservada.....	29
Área con disturbio	31
Variables ambientales en el área conservada y con disturbio	33
1. Elevación y calidad del bosque de ribera.....	33
2. Elevación y número de especies por sitio muestreado	35
3. Calidad del bosque de ribera y número de especies por sitio muestreado	37
Análisis estadístico	42
DISCUSIÓN.....	43
CONCLUSIONES	47
BIBLIOGRAFÍA.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rangos de calidad de acuerdo al índice QBR (Munné et al., 2003). ...	15
Tabla 2. Especies arbóreas y arbustivas registradas en el ecosistema ribereño del área de estudio conservada.	20
Tabla 3. Parámetros ecológicos de las especies arbóreas y arbustivas presentes en la comunidad vegetal del bosque de ribera dentro del área conservada.	21
Tabla 4. Especies arbóreas y arbustivas registradas en el ecosistema ribereño del área de estudio conservada.	23
Tabla 5. Parámetros ecológicos de las especies arbóreas y arbustivas presentes en la comunidad vegetal del bosque de ribera dentro del área con disturbio.	25
Tabla 6. Calidad del bosque de ribera aplicando el método QBR en el área conservada.	29
Tabla 7. Calidad del bosque de ribera aplicando el método QBR en el área con disturbio.	31
Tabla 8. Coeficiente de Pearson para la altura sobre el nivel del mar y QBR presentes en los sitios de muestreo.....	34
Tabla 9. Coeficiente de Pearson para la altura sobre el nivel del mar y el número de especies presentes en los sitios de muestreo.	36
Tabla 10. Coeficiente de Pearson para Índice de Calidad de Ribera y el número de especies presentes en los sitios de muestreo.....	38
Tabla 11. Coeficiente de Pearson y su determinación.	40
Tabla 12. Prueba estadística de Kruskal Wallis.	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio.....	12
Figura 2. Dendrograma de los 20 sitios de muestreo.....	28
Figura 3. Resultados del Análisis de Componentes Principales mostrando la relación de las especies entre parcelas y sitios.	28
Figura 4. Calidad del bosque de ribera y sus rangos de calidad (QBR).....	30
Figura 5. Calidad del bosque de ribera y sus rangos de calidad (QBR).....	32
Figura 6. Frecuencia del nivel de calidad de bosque de ribera en el área con disturbio.	33
Figura 7. Relación elevación-calidad en las áreas de estudio del bosque de galería.....	34
Figura 8. Correlación entre la ASNM y el Índice de Calidad de Ribera (QBR) en el área de estudio.	35
Figura 9. Relación elevación-especies en las áreas de estudio del bosque de galería.....	36
Figura 10. Correlación entre la ASNM y el número de especies en el área de estudio.	37
Figura 11. Relación calidad-especies en las áreas de estudio del bosque de galería.....	38
Figura 12. Correlación entre el Índice de Calidad de Ribera (QBR) y el número de especies en el área de estudio.	39
Figura 13. Relación calidad-diversidad y riqueza de especies en las áreas de estudios de vegetación de galería.	40
Figura 14. Correlación entre el QBR y el Índice de diversidad de Shannon en el área de estudio.	41
Figura 15. Correlación entre el QBR y el Índice de diversidad en el área de estudio.	41

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

a	Número de especies presentes en el sitio A
a_{ni}	Número de individuos de la i -ésima especie en el sitio A
Ar_i	Abundancia relativa de la especie i respecto a la abundancia total
b	Número de especies presentes en el sitio B
b_{ni}	Número de individuos de la i -ésima especie en el sitio B
$^{\circ}\text{C}$	Centígrados
c	Número de especies presentes en ambos sitios A y B
d	Diámetro basal
da	$\sum a_{ni}^2/aN^2$
db	$\sum b_{ni}^2/bN^2$
d_{copa}	Diámetro de copa
D_{mg}	Índice de Margalef
Dr_i	Dominancia relativa de la especie i respecto a la dominancia total
Fr_i	Frecuencia relativa de la especie i respecto a la frecuencia total
gl	Grados de libertad
GPS	Sistema de posicionamiento global
h	Altura
H'	Índice de Shannon & Wiener
I_s	Índice de Sorensen
IVI	Índice de valor de importancia

Ln	Logaritmo natural
m	Metros
m ²	Metros cuadrados
m ² .ha ⁻¹	Metros cuadrados por hectárea
msnm	metros sobre nivel del mar
N.ha ⁻¹	Número de individuos por hectárea
n_i	Número de individuos de la especie i
N_i	Número total de individuos del total de especies
No. sp.	Número de especie
p_i	Número de sitios en el que está presente la especie i
QBR	Qualitat del Bosc de Ribera (Calidad del Bosque de Ribera)
Sig.	Significancia
sp.	Especie
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
X^2	Chi-cuadrado

Resumen

Los ecosistemas ribereños son considerados fuentes hídricas de gran importancia para la vida silvestre; sin embargo, estas zonas han sido poco estudiadas en el norte de México. La presente investigación se realizó en el predio “La Cumbre”, Linares, N.L., con el propósito de aportar conocimiento sobre estructura y composición de la vegetación y la relación entre el ecosistema ripario. El objetivo principal fue evaluar la vegetación riparia en un gradiente altitudinal en dos condiciones de disturbio. Para ello, se analiza la estructura florística del bosque de galería del arroyo, dentro y fuera del predio “La Cumbre”. Posteriormente se aplicó el Índice de Calidad del bosque de ribera (QBR) para determinar su condición. Entre las especies típicas en este tipo de vegetación se registró *Taxodium mucronatum* una de las principales en vegetación de galería, asociada a especies como *Salix nigra*, *Platanus occidentalis*, *Populus* sp. y *Cephalanthus salicifolius*. Al comparar las condiciones de ambos sitios se encontró una diferencia significativa en el área con disturbio respecto al área conservada.

Abstract

Riparian ecosystems are considered water sources of a great importance for wildlife; however, these areas have been little studied in northern Mexico. This research was carried out at the "La Cumbre" property, Linares, N.L., with the purpose of providing knowledge about the structure and composition of the vegetation and the relationship between the riparian ecosystem. The main objective was to evaluate riparian vegetation in an altitudinal gradient in two disturbance conditions. For this, the floristic structure of stream gallery forest is analyzed, inside and outside the "La Cumbre" property. Subsequently, the index to evaluate the riparian ecosystems (QBR) was applied to determine its condition. Among the typical species in this type of vegetation *Taxodium mucronatum* was registered, one of the main ones in gallery vegetation, associated with the species like *Salix nigra*, *Platanus occidentalis*, *Populus* sp. and *Cephalanthus salicifolius*. When comparing the conditions of both sites, a significant difference was found in the area with disturbance with respect to the conserved area.

INTRODUCCIÓN

Hoy día se reconocen los valores naturales de las riberas, no tanto en sus aspectos fisonómicos e incluso taxonómicos, sino como importantes elementos de diversificación paisajística (Ward, 1998) y, sobre todo, como componentes biológicos y estabilizadores de los ecosistemas fluviales (Naiman *et al.*, 1997; Décamps, 1996).

La vegetación de un ecosistema ripario, juega un papel fundamental en el mantenimiento de la biodiversidad, debido a que constituye fuente de alimentación, anidación y refugio, permanente o temporal, para mamíferos, aves, reptiles, anfibios, insectos y muchos otros grupos de invertebrados, además de la riqueza inherente a su composición. La causa fundamental de la extinción de las especies es la destrucción de su hábitat; por lo tanto, el conocimiento del estado de la vegetación en este tipo de ecosistemas es de primordial importancia para el estudio de las diversas poblaciones naturales de animales. Se considera a la vegetación natural como un indicador de las condiciones ambientales, particularmente del clima y del suelo siendo su composición un reflejo de las condiciones del ambiente (Miranda y Hernández, 1963).

Los ecosistemas riparios se encuentran entre los ecosistemas ecológicos más complejos de la biosfera y también de los más importantes para mantener la vitalidad del paisaje y sus ríos dentro de las cuencas hidrográficas (Robert *et al.*, 2000).

Dichos ecosistemas son importantes por ser corredores biológicos, albergando una gran riqueza de organismos, en especial de diversidad florística. La vegetación riparia, ribereña o de galería, se caracteriza por crecer o desarrollarse a los lados de las riberas de ríos (Rzedowski, 1978; Alanís *et al.*, 1996).

El estudio de la condición ecológica de las riberas constituye un elemento relevante en el análisis integral de los ríos y arroyos, éstos corresponden a uno de los tipos de ecosistemas más afectados por las actividades humanas, los

cuales han sido muy alterados respecto al estado natural que deberían mantener (Kutshcker *et al.*, 2009).

Se sabe que los bosques riparios son piezas claves para la conservación de los recursos naturales dentro de las cuencas hidrográficas (Robins y Cain, 2002); en esto radica la importancia de realizar más investigación en estos ecosistemas, buscando formar una base sólida acerca de la importancia de estos bosques, para poder determinar las ventajas de la protección, restauración, y manejo dentro de las cuencas hidrográficas.

El acelerado proceso de destrucción del hábitat en muchas partes de Norteamérica afecta a gran cantidad de especies de flora y fauna silvestre (Dasmann, 1981), en el norte de México no es la excepción (Rzedowski, 1981; Leopold, 1959).

El desarrollo de métodos que permita evaluar de manera rápida y eficaz la condición de los ecosistemas riparios ha despertado un alto interés en los últimos tiempos (Palma *et al.*, 2009).

Se han desarrollado índices para evaluar la calidad del agua, sus comunidades biológicas y sus características geomorfológicas; pero existen muy pocos índices para evaluar los bosques a lo largo de las corrientes (Munné *et al.*, 2003). El índice QBR se provee de elementos que permiten a los gestores ambientales construir planes o esquemas de manejo integral de los ecosistemas riparios, los cuales en algunos países son inexistentes.

El índice QBR ha sido aplicado con buenos resultados en ríos españoles (Ibero *et al.*, 1996; Bonada *et al.*, 2002), chilenos (Fernández *et al.*, 2009; Palma *et al.*, 2009), en ríos de Ecuador y Perú (Acosta *et al.*, 2009), y en Argentina se ha utilizado en cursos de agua de la provincia de Tucumán (Kutschker *et al.*, 2009). Rodríguez *et al.* (2012) utilizaron este índice por primera vez en México, el cual selecciono por excelentes resultados que arroja, la sencillez en su aplicación y el bajo costo económico que conlleva.

ANTECEDENTES

La vegetación asociada a corrientes superficiales se ha denominado tradicionalmente como bosque de galería; sin embargo, si se considera a un bosque como una comunidad vegetal arbórea, con pocas especies dominantes y generalmente con pocos bejucos o sin ellos (Miranda y Hernández, 1963), el término no es siempre aplicable, ya que la dominancia puede no existir, cambiar en cortas distancias, o bien, presentarse en combinaciones de asociaciones vegetales que pueden encajar en diferentes tipos de vegetación.

La vegetación riparia (del latín ripa: banco, costa) describe la comunidad vegetal asociada a un río, incluyendo en esta a las plantas acuáticas propiamente dichas, ya sean flotantes, sumergidas o emergentes.

Un ecosistema ripario es un área que se encuentra junto o directamente influenciada por un cuerpo de agua, riparios significa “perteneciente al banco de un río”, se refiere a comunidades bióticas que viven a ambos lados de los ríos, quebradas, lagos e incluso algunos humedales (Robins y Cain, 2002).

Olson (2000) define bosque ripario como un ecosistema que se encuentra inmediatamente a ambos lados de quebradas y ríos, incluyendo los bancos aluviales y humedales, terrazas de inundación, las cuales interactúan con el río en tiempos de crecidas o inundaciones; es la vegetación que depende de un suministro de agua en el suelo, la cual es proveída por un río adyacente y como ecosistemas adyacentes a drenajes y canales que desembocan en quebradas, ríos o humedales, o simplemente como áreas que rodean lagos.

Los bosques riparios del paisaje árido de Norteamérica, son especialmente importantes para la conservación ya que cubren >1% del mismo (Knopf *et al.*, 1988).

Las áreas riparias usualmente mantienen una biodiversidad alta de plantas y animales en comparación con las áreas no riparias y en muchos casos, es el refugio de especies vulnerables tanto de plantas, como de animales (Robins y

Cain, 2002). Estas áreas proveen de hábitat a gran cantidad de especies silvestres, a la vez que actúan como corredores para el movimiento entre parches de vegetación en el paisaje fragmentado. Por lo general son ecosistemas más fértiles y productivos, con mejor calidad de suelos, y es la última línea de defensa para la protección de la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos (Robins y Cain, 2002).

El bosque ripario forma un ecosistema muy variado en cuanto a su estructura, cuyo espacio se representa por una línea que se extiende por ambos márgenes de todo río y que se diferencia en composición florística y estructura a las adyacentes. La vegetación riparia está sujeta de manera natural a una fuerte dinámica ocasionada por la influencia del agua. Las fluctuaciones de los caudales causan la muerte de individuos; así mismo, las avenidas o crecientes extremas de los caudales destruyen gran parte de la vegetación. El aumento de la población humana, por otro lado, ha ocasionado la destrucción de árboles individuales o comunidades enteras con el fin de realizar actividades de extracción forestal o producción agrícola. Lo anterior se refleja en un cambio en la distribución y estructura de los bosques de galería, por lo que es necesario evaluar las superficies ocupadas por estas comunidades y determinar la condición en la que se encuentra el bosque (Treviño *et al.*, 2001).

Los bosques de galería se desarrollan a lo largo de corrientes de agua más o menos permanentes, con una altura que varía de entre 4-40 metros. *Taxodium* spp. no se ha visto distribuido en altitudes superiores a 2,500 msnm, mientras que *Platanus* spp. y *Populus* spp. tienen una repartición algo irregular, faltando en muchas partes del país. Este último género es quizá de los más típicos en las zonas áridas y semiáridas del norte de México. *Pithecellobium* spp., *Acacia* spp., *Cephalanthus* spp., y *Salix* spp., son especies que se encuentran dentro de los bosques de galería, aunque en menor densidad.

La vegetación riparia puede ayudar en el control de sedimentos y químicos en los canales de los arroyos, son un excelente amortiguador en la descarga de nutrientes alrededor de los agroecosistemas, así como también son un filtro de

nutrientes a corto y largo plazo si los árboles son cultivados periódicamente (Lowrance *et al.*, 1984).

Las comunidades de plantas riparias están compuestas típicamente de especies distintas y comparadas con comunidades adyacentes a menudo poseen poblaciones más densas e individuos de mayores dimensiones, creando un efecto de oasis en ecosistemas altamente productivos y ricos en diversidad faunística (Szaro, 1989).

Los bosques ribereños se componen principalmente por *Platanus occidentalis* L., *Populus tremuloides* Mich., *Salix nigra* Marsh., *Arundo donax* L., *Adiantum capillus-veneris* L., *Lobelia cardinalis* L., *Ulmus crassifolia* Nutt., *Taxodium mucronatum* Ten., encontrándose abundantes especies herbáceas acuáticas o semiacuáticas, enredaderas y especies epifitas como *Tillandsia usneoides* L., (Alanís *et al.*, 1996).

Guerra (2000), en su estudio realizado registró a 24 géneros, pertenecientes a 16 familias incluidas en 13 órdenes; con una abundancia promedio de 41.03 y una desviación estándar de 73.22 para una hectárea. La diversidad promedio y su desviación estándar entre los sitios fue de 7.5 y 3.02 géneros por sitio, respectivamente.

Las áreas riparias son escenarios ricos en diversidad faunística y florística, proporcionando enriquecimiento estético a las áreas aledañas, además de presentar características propias que las hacen ser únicas para el desarrollo y establecimiento de distintas especies de organismos (Harper *et al.*, 1992).

Ashraf (1987) menciona la importancia de la vegetación en el cuidado de los sistemas hidrológicos y la conservación del suelo, así como la reforestación como medida para la rehabilitación de cuencas con disturbios.

Asimismo, Kreuper (1993) en su estudio menciona el efecto de la eliminación del pastoreo en la zona ribereña, facilitó la revegetación y dio como resultado una comunidad de aves más rica y abundante, se reestablecieron especies de aves

que anidan en el sotobosque tales como *Geothlypis trichas*, *Melospiza melodía*, e *Icteria virens*.

Existe evidencia que sugiere si se reduce la regeneración de *Platanus* sp., esto puede conducir a una reducción en la riqueza de especies especialmente de aves (Farley *et al.*, 1994).

Rodríguez (2016), en su estudio realizado en el río La Sauceda, Durango, México, reportó todos los rangos de calidad en que se puede clasificar el índice. Las estaciones de muestreo que presentaron un mayor índice fueron las de mayor altitud, conforme descendía el índice disminuía para algunas estaciones. Respecto al total de sitios de muestreo y el rango de calidad de bosque ripario, clasificó un 30.7% de los sitios como de mala calidad, presentando alteraciones fuertes; un 15.3% los clasificó como de calidad intermedia, con indicios de alteraciones importantes; un 30.7% de los sitios fueron clasificados como de buena calidad, presentando el bosque ligeras perturbaciones; un 15.3% se clasificaron como sitios de muy buena calidad con un bosque en excelentes condiciones de conservación y un 7.6% se clasificaron como sitios de calidad pésima, es decir un bosque con una degradación extrema.

Suárez (2000), realizó un estudio aplicando el índice QBR en la cuenca del Río Segura, mencionando que las estaciones de muestreo más deterioradas corresponden a los tramos medio-bajo, tanto del cauce principal como de los afluentes. El uso intensivo para la agricultura junto a la canalización del río, para la defensa contra las avenidas hizo desaparecer casi en su totalidad la vegetación ribereña del Río Segura. Las áreas más afectadas de este río, se presentan en una estación media del cauce, debido a que es uno de los parajes turísticos de la región, como también presenta deterioro por incendio. Las estaciones de muestreo donde se localizaron las riberas en estado natural, corresponden al tramo de cabecera del Río Segura.

Las riberas de cabecera bien conservadas se caracterizan por su escasa anchura y vegetación, constituidas por una mezcla de especies ribereñas y de ladera. El estado arbóreo está compuesto por *Populus nigra* (Suárez, 2000). Las estaciones

de muestreo con valores medios se localizan en los tramos altos medios de los cauces de la cuenca. La ribera más desarrollada permite el establecimiento de especies más termófilas. Su calidad es bastante buena, así como la diversidad de especies de arbustos y halófitos. Los valores más bajos se presentaron en los tramos medio-bajo del Río Segura, así como algunos sitios de muestreo en tramos a mayor altitud, afectados por la actividad humana. La caña (*Arundo donax*) y el carrizo (*Phragmites australis*) dominan la comunidad ribereña y observó una drástica disminución de la diversidad de halófitos.

En un estudio realizado Kutschker (2009), reportó sitios de muestreo con mejor calidad de cubierta localizados a mayor altura, por otra parte, los que presentan menor calidad son los que están aguas abajo en zonas urbanas y en áreas sometidas al pastoreo.

La tala de vegetación ribereña crea como consecuencia inmediata un incremento de la temperatura del agua, la fuerza de la corriente y del volumen del caudal (McMahon & De Calesta, 1990). Esto conlleva a la proliferación de especies de aguas más cálidas o a la reducción de la concentración de oxígeno, así como también un aumento de las enfermedades trayendo como consecuencia que la población de peces descienda. Esta perturbación tiende a desaparecer siempre y cuando la vegetación ribereña se recupere (Lyon *et al.*, 1978).

JUSTIFICACIÓN

Los bosques ribereños son uno de los ecosistemas más complejos e importantes de la biosfera actuando como una interface entre los sistemas terrestres y acuáticos, abarcando diferentes gradientes ambientales, comunidades y procesos ecológicos. Estos sostienen una alta diversidad de especies vegetales y animales como también desarrollan numerosos procesos biológicos ayudando a mantener la vitalidad de los paisajes dentro de las cuencas hidrográficas, son utilizados como corredores biológicos siendo una importante fuente de anidación y refugio, y como proveedores de alimento para diversas especies de animales tanto residentes como especies migratorias, especialmente para aves. Por otro lado, actúan como un filtro ecológico al retener y transformar sustancias tóxicas como los pesticidas, que provienen de terrenos agrícolas adyacentes, evitando la concentración de químicos y metales pesados en el agua afectando su calidad, todos estos aspectos influyen en la dinámica, procesos y biodiversidad de los bosques ribereños. Este tipo de ecosistemas sufren constantemente de fragmentación antrópica como deforestación y actividades de desarrollo agropecuario, siendo las principales causas de modificación de superficie en México. Además, la franja ribereña ayuda a estabilizar los márgenes de los ríos y arroyos, retiene y recicla nutrientes, modifica las condiciones microclimáticas y sostiene una amplia red como base para la subsistencia de un diverso ensamblaje de peces y fauna terrestre. Es por ello que el conocimiento de la estructura vegetal y calidad del bosque de ribera resulta importante para plantear estrategias de manejo acorde al impacto que estas actividades causarán, reduciendo o evitando el deterioro de estos biomas. Es posible que, al conocer la importancia de los ecosistemas, en especial el de galería podamos poner un poco de empeño en su protección, y permitir que futuras generaciones puedan disfrutarlo y satisfacer necesidades.

HIPOTESIS

La diversidad de especies vegetales en hábitats riparios sin disturbio, es mayor respecto a los hábitats riparios perturbados.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la estructura vegetal y calidad de bosque de un área riparia, donde convergen un predio en estado de conservación y predios con prácticas agrícolas.

Objetivos específicos

1. Obtener y describir la estructura de la diversidad de la comunidad vegetal riparia a lo largo del cauce de un río permanente donde convergen dos áreas con diferentes prácticas agrológicas.
2. Determinar diversidad de especies de la vegetación ribereña mediante el índice de Shannon-Wiener.
3. Evaluar la riqueza de especies mediante el uso del Índice de Margalef.
4. Evaluar la calidad del bosque de ribera mediante el índice QBR.
5. Determinar la relación entre la calidad del bosque de ribera y la diversidad y riqueza de especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la ribera de un afluente de agua intermitente perteneciente a la región hidrológica San Fernando-Soto La Marina. El área se encuentra dentro de un rango altitudinal que va desde los 400 hasta los 1,000 msnm, ubicado principalmente en el predio “La Cumbre” perteneciente al municipio de Linares, Nuevo León, al suroeste de Hualahuis (Figura 1). La vegetación dominante es bosque de Pino-Encino, en un rango de temperatura que va desde los 20-24°C y un rango de precipitación que va desde los 700-900 mm anuales.

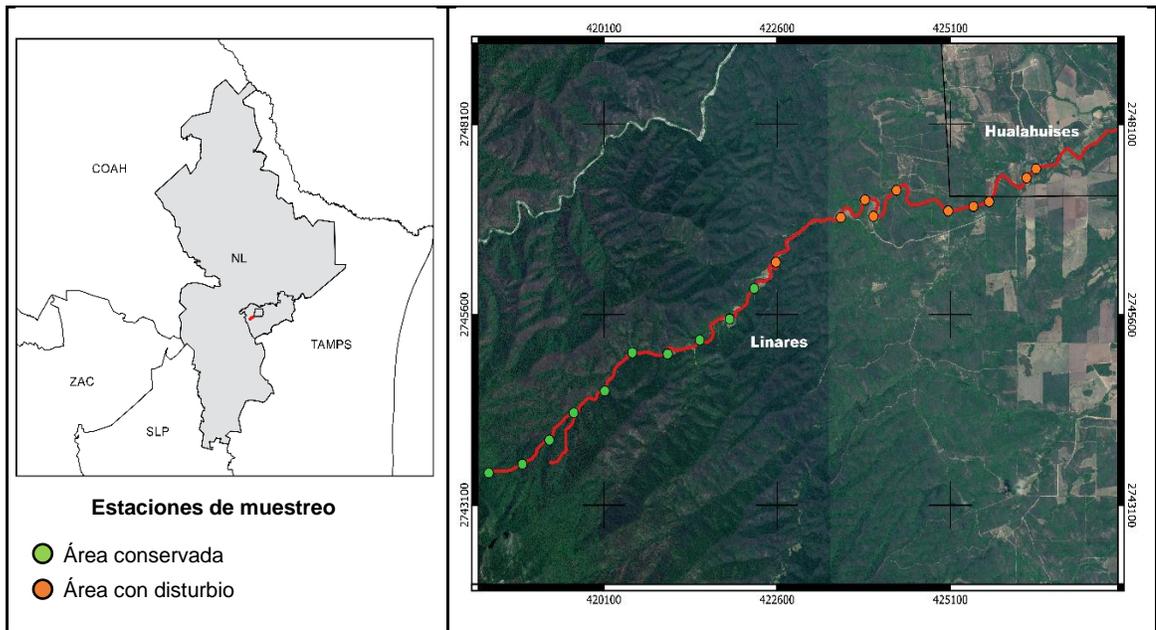


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Análisis de la vegetación

Para obtener el número de estaciones de muestreo, se consideró la longitud del río dentro del área sin disturbio, considerando que el área muestreada fuera representativa, accesible y heterogénea en la totalidad del área de estudio. De esta manera se realizó la misma cantidad de muestreos para el área con disturbio.

Los muestreos se realizaron en el borde del cauce (franja de vegetación de galería) en donde se tomaron datos a ambos lados. Las parcelas de muestreo se establecieron de forma rectangular de 10 metros a lo ancho de la vegetación de ribera por 15 metros (150 m²) paralelos al afluente de agua para evaluar la estructura florística. Las parcelas de muestreo se establecieron a una distancia de 500 metros entre cada muestreo para obtener una mayor confiabilidad al aplicar el índice de calidad de ribera; asimismo contabilizando el total de organismos arbóreos y arbustivos dentro de los mismos.

Se establecieron diez estaciones de muestreo a lo largo de la vegetación riparia ubicada dentro del predio La Cumbre, dicho lugar se encuentra bajo cierto grado de protección por el propietario. Para realizar una comparación del área bajo protección, se establecieron diez parcelas fuera del predio donde se presentan distintos tipos de disturbio.

Para cada sitio fueron capturadas las coordenadas por medio de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), la elevación y el ancho de la ribera.

En cada sitio de muestreo se registraron y midieron los parámetros ecológicos de la vegetación, como la altura (h), diámetro basal (d) y diámetro de copa ($dcopa$) tomado de norte-sur y este-oeste, respectivamente. Con el análisis de los datos obtenidos se determinaron los valores estructurales relativos de abundancia (Ar), Dominancia relativa (Dr) y, la Frecuencia relativa (Fr). Posteriormente se determinó el índice de valor de importancia (IVI) el cual representa la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal.

Evaluación de la calidad del bosque ribereño mediante el Índice QBR

Para determinar la calidad del bosque de ribera se aplicó el Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) elaborado por Munné *et al.*, (1998; 2003).

La primera estación de muestreo se estableció en la parte más alta del cauce ubicada dentro del predio (área conservada) considerando una longitud aproximada de 100 metros para su aplicación; dando seguimiento al caudal río

abajo y estableciendo las estaciones de muestreo cada 500 metros, consecutivamente.

Este índice se basa en aspectos fundamentales de la vegetación ribereña, el cual se agrupa en cuatro bloques dando una puntuación individual para cada bloque de los cuales su valor mínimo es 0 y su máximo es de 25 puntos, finalmente se realiza la sumatoria de los puntos obtenidos en cada bloque.

Metodología para la evaluación del Índice QBR

Bloques en que se basa el Índice QBR

1. Grado de cobertura riparia

Se contabiliza el % de cobertura de toda la vegetación exceptuando las plantas de crecimiento anual. Tomando en cuenta la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente para sumar o restar puntos. Los caminos sin asfalto de menos de 4 metros de ancho no se consideran como elementos de aislamiento con el ecosistema adyacente.

2. Estructura de la cobertura

En este apartado se evalúa la complejidad de la vegetación que puede ser causa de una mayor biodiversidad animal y vegetal de la zona. Se realiza según el porcentaje de recubrimiento de árboles y, en ausencia de estos, arbustos sobre la totalidad de la zona a estudiar.

3. Calidad de la cobertura

En este bloque se debe seleccionar el tipo geomorfológico utilizando la hoja de indicaciones de campo, para después contar el número de especies arbóreas nativas presentes en la ribera.

4. Grado de naturalidad del canal fluvial

La modificación de las terrazas adyacentes al río supone la reducción del cauce, el aumento de la pendiente de los márgenes y la pérdida de sinuosidad en el río. Los campos de cultivo cercanos al río y las actividades extractivas producen este efecto.

En cada uno de estos se debe seleccionar solamente una opción de entrada (25, 10, 5 o 0) eligiendo la que corresponda a la condición exigida. La puntuación será modificada por las condiciones, tantas veces como se cumpla la condición ya sea sumando o restando puntos.

Las condiciones se analizarán considerando ambos márgenes del río como una única unidad. La puntuación total será el resultado de la suma de los cuatro bloques (0-100).

Los cálculos se realizan sobre el área que presenta una potencialidad de soportar una masa vegetal riparia. No se tomarán en cuenta las zonas con sustrato duro con incapacidad para enraizar una masa vegetal permanente.

Tabla 1. Rangos de calidad de acuerdo al índice QBR (Munné et al., 2003).

Nivel de calidad	QBR	Color
Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	≥ 95	Azul
Bosque ligeramente perturbado, calidad buena	75-90	Verde
Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55-70	Amarillo
Alteración fuerte, mala calidad	30-50	Naranja
Degradación extrema, calidad pésima	≤ 25	Rojo

Análisis de la información

La abundancia relativa (Ar) se obtuvo mediante la fórmula:

$$Ar = \left(\frac{\% \sum S_{pi}}{NTarb.} \right) * 100$$

Dónde Ar es la abundancia relativa, $\% \sum Sp_i$ es la porción porcentual de cada especie, y $NTarb.$ es el número total de árboles.

La dominancia relativa (D_r) se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$Dr = \left(\frac{\sum CobSp_i}{\sum CobT} \right) * 100$$

Donde D_r es la dominancia relativa, $\sum CobSp_i$ es la suma de las coberturas de la especie i , y $\sum CobT$ es la sumatoria de la cobertura de todos los transectos.

La frecuencia relativa (F_r) se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$Fr = \left(\frac{\% \sum Sp_i}{\sum FTE.} \right) * 100$$

Donde F_r es la frecuencia relativa, $\% \sum Sp_i$ es el porcentaje de la suma de a especie i , y $\sum FTE$ es la suma de la frecuencia de todas las especies.

El índice de valor de importancia (IVI) se determinó utilizando la siguiente formula:

$$IVI = \frac{AR + FR + DR}{3}$$

Dónde IVI es el índice de valor de importancia, AR es la abundancia relativa, FR es la frecuencia relativa, y DR es la dominancia relativa.

Para determinar la riqueza de la comunidad florística se aplicó el Índice de riqueza de especies de Margalef, descrito por Magurran (1989) con la siguiente fórmula:

$$Dmg = \frac{S - 1}{Ln. N}$$

Donde Dmg es el Índice de Margalef, S es el número de especies presentes, N es el número total de individuos encontrados de la especie i , y Ln es el logaritmo natural.

Para estimar la diversidad de especies se utilizó el Índice Shannon-Wiener descrito por Matteucci y Colman (1982).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \text{Ln}(p_i) \quad p_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde H' es el índice de Shanon, S es el número de especies presentes, p_i es la proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos, n_i es el número de individuos de la especie i , Ln es el logaritmo natural, y N es el número total de individuos de todas las especies.

Para evaluar la similitud entre el área con y sin perturbación se utilizó el coeficiente de similitud de Sorensen, descrito por Magurran, (1989) el cual relaciona el número de especies en común con la media aritmética de las especies en ambos sitios.

$$I_s = \frac{2c}{a + b}$$

Donde a es el número de especies presentes en el sitio A, b es el número de especies presentes en el sitio B, y c es el número de especies presentes en ambos sitios A y B.

También se utilizó el Índice de Morisita-Horn, el cual se basa en la riqueza de especies y el tamaño de las muestras (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995), utilizando la siguiente fórmula:

$$I_{M-H} = \frac{2\sum(an_i * bn_i)}{(da + db)aN * bN}$$

Donde an_i es el número de individuos de la i -ésima especie en el sitio A, bn_i es el número de individuos de la i -ésima especie en el sitio B, $da = \sum an_i^2 / aN^2$, y $db = \sum bn_i^2 / bN^2$.

Análisis estadístico

Kruskal Wallis

Para probar si las diferencias entre los valores de las variables de QBR, ancho de ribera, número de especies, grado de cobertura, estructura de cobertura, calidad de cobertura y grado de naturalidad del área conservada y con disturbio eran significativas, se utilizó la prueba de Kruskal Wallis, un análisis de varianza no paramétrico de una vía por rangos. Para esta prueba se utilizó el programa estadístico SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*, versión estándar 22.0 para Windows).

RESULTADOS

Análisis de la vegetación

Los resultados se obtuvieron de veinte parcelas de muestreo dando un área total de 3,000 m² muestreados. De estas parcelas, diez están ubicadas dentro del predio el cual es un área conservada por el propietario; mientras que los diez sitios restantes se encuentran fuera del predio dando lugar a distintos tipos de daños al ecosistema por actividades antropogénicas como ganadería, agricultura, construcciones transversales sobre el caudal (caminos y puentes), etc.

Para cada situación se determinó la abundancia relativa (A_r), dominancia relativa (D_r), frecuencia relativa (F_r) y posteriormente el Índice de valor de importancia de las especies presentes.

Área de vegetación de galería con mayor grado de pristinidad

En el área de vegetación de galería con mayor grado de pristinidad se registraron un total de 26 especies pertenecientes a 22 géneros y 14 familias. La familia Leguminosae con 5 especies fue la más representativa para el área seguida por las familias Rutaceae y Salicaceae con 3 especies, las familias Fagaceae, Myrtaceae, Oleaceae y Rubiaceae con 2 especies, y las familias Vitaceae, Sapindaceae, Platanaceae, Pinaceae, Cannabaceae, Arecaceae y Anacardiaceae con una especie. Las anteriores se encontraron distribuidas en una longitud aproximada de 5 kilómetros y un rango de elevación que va desde los 915 hasta 580 msnm (Tabla 2).

Tabla 2. Especies arbóreas y arbustivas registradas en el ecosistema ribereño del área de estudio conservada.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Leguminosae	<i>Acacia rigidula</i> DC. 1825	Gavia
Leguminosae	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd. 1806	Huizache
Leguminosae	<i>Acacia wrightii</i> A. Gray	Uña de gato
Arecaceae	<i>Brahea berlandieri</i> Bartlett 1935	Palma
Cannabaceae	<i>Celtis laevigata</i> Willd. 1811	Palo Blanco
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc. 1893	Falso trueno
Rutaceae	<i>Decatropis bicolor</i> (Zucc) Radlk. 1886	San Pedro
Rutaceae	<i>Diospyros palmeri</i> Eastw. 1909	Chapote manzano
Myrtaceae	<i>Diospyros texana</i> Scheele 1849	Chapote blanco
Leguminosae	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	Vara Dulce
Leguminosae	<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	Tenaza
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton 1810	Trueno
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl. 1839	Pino
Platanaceae	<i>Platanus occidentalis</i> L.	Álamo
Salicaceae	<i>Populus</i> sp.	Alamillo
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L. 1753	Guayabo
Fagaceae	<i>Quercus polymorpha</i> Schtdl. & Cham. 1830	Encino roble
Fagaceae	<i>Quercus rysophylla</i> Weath. 1910	Encino
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i> L. 1753	Cruceto
Anacardiaceae	<i>Rhus virens</i> Lindh. ex A. Gray 1850	Lantrisco
Salicaceae	<i>Salix nigra</i> Marshall 1785	Sauce
Rutaceae	<i>Sargentia greggii</i> S. Watson 1890	Chapote Amarillo
Sapindaceae	<i>Ungnadia speciosa</i> Endl. 1833	Monilla
Vitaceae	<i>Vitis cinerea</i> (Engelm.) Engelm. Ex Millardet 1880	Uva silvestre
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosum</i> (Kunth) Hemsl. 1879	Manzanita
Oleaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg. 1890	Colima

En esta misma área se registraron y tomaron las medidas dasométricas a un total de 497 individuos. La abundancia total fue de 3,313 N.ha⁻¹. La especie más abundante fue *Quercus rysophylla* representando una abundancia relativa de 21.33% del total de sitios muestreados, seguido por *Salix nigra* y *Randia aculeata* con 15.29% y 11.87%, respectivamente. Las especies *Acacia wrightii*, *Diospyros*

palmeri, *Dispyros texana*, *Pinus pseudostrobus*, *Populus tremuloides*, y *Psidium guajava* tienen una abundancia del 0.20%, seguidas por *Vitis cinérea*, *Rhus virens*, *Chiococca alba*, *Decatropis bicolor* y *Acacia rigidula* con una abundancia relativa menor al 1%. Las doce especies restantes tienen una abundancia de entre 8.85% y 1.01% (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros ecológicos de las especies arbóreas y arbustivas presentes en la comunidad vegetal del bosque de ribera dentro del área conservada.

Nombre científico	Ar	Dr	Fr	IVI	IVIr
<i>Platanus occidentalis</i>	4.63	51.08	9.72	65.43	21.81
<i>Quercus rysophylla</i>	21.33	8.02	9.72	39.07	13.02
<i>Salix nigra</i>	15.29	9.68	9.72	34.70	11.57
<i>Sargentia greggii</i>	8.85	6.58	4.17	19.60	6.53
<i>Havardia pallens</i>	4.83	4.09	9.72	18.64	6.21
<i>Randia aculeata</i>	11.87	0.93	5.56	18.36	6.12
<i>Ungnadia speciosa</i>	7.04	0.57	8.33	15.94	5.31
<i>Xylosma flexuosum</i>	8.45	0.24	4.17	12.86	4.29
<i>Ligustrum lucidum</i>	2.62	5.22	4.17	12.01	4.00
<i>Brahea berlandieri</i>	3.02	1.54	5.56	10.11	3.37
<i>Decatropis bicolor</i>	0.60	3.90	2.78	7.28	2.43
<i>Pinus pseudostrobus</i>	0.20	4.65	1.39	6.24	2.08
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	2.62	0.07	2.78	5.47	1.82
<i>Zanthoxylum fagara</i>	2.01	0.02	2.78	4.81	1.60
<i>Quercus polymorpha</i>	1.41	0.14	2.78	4.32	1.44
<i>Acacia farnesiana</i>	1.21	0.12	2.78	4.10	1.37
<i>Populus sp.</i>	0.20	1.51	1.39	3.10	1.03
<i>Chiococca alba</i>	0.40	0.79	1.39	2.58	0.86
<i>Celtis laevigata</i>	1.01	0.11	1.39	2.50	0.83
<i>Vitis cinerea</i>	0.40	0.62	1.39	2.41	0.80
<i>Acacia amentacea</i>	0.80	0.05	1.39	2.25	0.75
<i>Rhus virens</i>	0.40	0.01	1.39	1.80	0.60
<i>Psidium guajava</i>	0.20	0.03	1.39	1.62	0.54
<i>Acacia wrightii</i>	0.20	0.01	1.39	1.60	0.53
<i>Diospyros palmeri</i>	0.20	0.00	1.39	1.59	0.53
<i>Diospyros texana</i>	0.20	0.00	1.39	1.59	0.53
	100	100	100	300	100

La cobertura que proporciona la vegetación al suelo fue de 13,736.42 m².ha⁻¹, lo cual representa una cobertura de protección del 91.75% del total de la superficie muestreada. La especie que proporciona mayor cobertura vegetal es *Platanus occidentalis* la cual tiene un valor de dominancia relativa del 51.08% del total, otro de los aspectos importantes es que los valores más altos del resto de las especies presentan una dominancia relativa que va desde el 9.68% y 5.22%, estas especies en conjunto registran una dominancia relativa del 34.16% siendo estas *Salix nigra*, *Quercus rysophylla*, *Sargentia greggii*, *Ligustrum lucidum* y *Pinus pseudostrobus* de la cubierta total, el resto de las especies presentan valores aún más bajos las cuales en total suman 14.76%.

En cuanto a la frecuencia relativa, cuatro especies tienen la mayor representatividad en el área de muestreo con valores de 9.72%, estas cuatro especies se registraron en siete sitios de muestreo, siendo estas *Havardia pallens*, *Platanus occidentalis*, *Quercus rysophylla* y *Salix nigra*, otras especies que registran una distribución similar son *Ungnadia speciosa* con 8.33% la cual estuvo presente en seis sitios, seguidas por *Brahea* sp., *Randia aculeata* con una frecuencia relativa de 5.56%, *Ligustrum lucidum*, *Sargentia greggii* y *Xylosma flexuosum* presentes en tres sitios representando el 4.17% y *Acacia farnesiana*, *Decatropis bicolor*, *Eysenhardtia polystachya*, *Quercus polymorpha* y *Zanthoxylum fagara* con una frecuencia relativa de 2.78% presentes en 2 sitios de muestreo. Las once especies restantes están presentes en solo un sitio de muestreo y representan el 15.28% de la totalidad de los diez sitios de muestreo.

El índice de valor de importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en las características y estructura de un ecosistema

En cuanto a la importancia ecológica de las especies expresada por el índice de valor de importancia (*IVI*), son tres especies las que precisan la estructura de la vegetación de galería y representan el 46.4% del *IVI* del área total muestreada; *Platanus occidentalis* es la especie con mayor importancia dentro del ecosistema de vegetación de galería con un valor de 21.81%, este valor se define por la alta cobertura que esta especie aporta a la vegetación de galería. La otra especie que

es parte importante de la estructura de la vegetación de galería es *Quercus rysophylla* con un valor de 13.02%, esto se debe a que presenta la mayor densidad de individuos en el sitio de muestreo, la otra especie es *Salix nigra* con *IVI* de 11.57%, esta especie presentó valores altos de densidades brindando una cobertura importante y con una distribución igual que las dos especies anteriores. Las 23 especies restantes conforman el 53.60% entre ellas *Populus* sp., una especie propia del bosque de galería.

Diversidad de la vegetación de galería.

En el área de estudio con mayor grado de pristinidad se determinó un valor de diversidad de 2.51 determinado por el Índice de diversidad de Shannon y un valor de diversidad de 4.03 determinado por la índice diversidad de Margalef.

Vegetación de galería con algún grado de disturbio por prácticas agrícolas.

En el muestreo del área con disturbio se registraron un total de 31 especies pertenecientes a 28 géneros y 19 familias. La familia Leguminosae es la familia que mayor representatividad tiene en el sitio pues esta presentó el mayor número de especies, registrándose 8 especies, seguida por Boraginaceae, Myrtaceae, Oleaceae, Rubiaceae y Salicaceae con 2 especies, respectivamente. El resto de las familias se registraron con una sola especie (Tabla 4).

Tabla 4. Especies arbóreas y arbustivas registradas en el ecosistema ribereño del área de estudio conservada.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Leguminosae	<i>Acacia rigidula</i>	Gavia
Leguminosae	<i>Acacia berlandieri</i>	Guajillo
Leguminosae	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache
Arecaceae	<i>Brahea</i> sp.	Palma
Leguminosae	<i>Caesalpinia mexicana</i>	Árbol del potro

Cannabaceae	<i>Celtis laevigata</i>	Palo Blanco
Rubiaceae	<i>Cephalanthus salicifolius</i>	Mimbres o Jazmín
Boraginaceae	<i>Cordia boissieri</i>	Anacahuita
Rutaceae	<i>Diospyros palmeri</i>	Chapote manzano
Myrtaceae	<i>Diospyros texana</i>	Chapote blanco
Leguminosae	<i>Ebenopsis ebano</i>	Ébano
Boraginaceae	<i>Ehretia anacua</i>	Anacua
Leguminosae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Vara Dulce
Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero
Compositae	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Pegajosa
Leguminosae	<i>Havardia pallens</i>	Tenaza
Juglandaceae	<i>Juglans mollis</i>	Nogal encerado
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Coyotillo
Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena
Platanaceae	<i>Platanus occidentalis</i>	Álamo
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayabo
Fagaceae	<i>Quercus rysophylla</i>	Encino
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	Cruceto
Anacardiaceae	<i>Rhus virens</i>	Lantrisco
Salicaceae	<i>Salix Nigra</i>	Sauce
Sapotaceae	<i>Sideroxylon celastrinum</i>	Coma
Cupressaceae	<i>Taxodium mucronatum</i>	Sabino
Sapindaceae	<i>Ungnadia speciosa</i>	Monilla
Vitaceae	<i>Vitis cinerea</i>	Uva silvestre
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosum</i>	Manzanita
Oleaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Colima

En el área de muestreo se registraron y midieron un total de 523 individuos, lo cual nos determinó una densidad de 3,487 N.ha⁻¹ y una cobertura de 15,806.7 m².ha⁻¹ entre estrato arbóreo y arbustivo.

La abundancia relativa de las especies registradas indica que son 7 especies la que mayor número de individuos presentan en el sitio de muestreo, siendo *Platanus occidentalis* la más representativa para el área con una abundancia relativa de 30.02% seguida por *Randia aculeata*, *Cephalanthus salicifolius*,

Xylosma flexuosum y *Havardia pallens* con valores de 8.6%, 7.27%, 6.69% y 5.35%, respectivamente. Las especies *Salix nigra* y *Taxodium mucronatum* ambas con valores medios de 5.16%, especies propiamente de una vegetación de galería. Las siete especies mencionadas anteriormente conforman el 68.26% del área total muestreada. Las veinticuatro especies restantes conforman el 31.74% faltante de dicho valor cuyos valores de importancia va de los 5.16 a 0.19, registrándose unas de las especies principales de la vegetación de galería para esta región con baja densidad, siendo esta *Taxodium mucronatum*. (Tabla 5).

Tabla 5. Parámetros ecológicos de las especies arbóreas y arbustivas presentes en la comunidad vegetal del bosque de ribera dentro del área con disturbio.

Nombre científico	Ar	Dr	Fr	IVI	IVIr
<i>Platanus occidentalis</i>	30.02	30.74	8.06	68.82	22.94
<i>Quercus rysophylla</i>	1.53	30.02	4.03	35.58	11.86
<i>Cephalanthus salicifolius</i>	7.27	14.06	4.84	26.16	8.72
<i>Randia aculeata</i>	8.60	0.65	7.26	16.51	5.50
<i>Salix Nigra</i>	5.16	5.25	4.84	15.25	5.08
<i>Xylosma flexuosum</i>	6.69	0.86	6.45	14.00	4.67
<i>Havardia pallens</i>	5.35	1.71	5.65	12.70	4.23
<i>Taxodium mucronatum</i>	5.16	4.77	2.42	12.36	4.12
<i>Acacia amentacea</i>	4.21	1.01	6.45	11.66	3.89
<i>Acacia farnesiana</i>	4.21	0.81	5.65	10.66	3.55
<i>Juglans mollis</i>	2.29	4.08	2.42	8.80	2.93
<i>Zanthoxylum fagara</i>	3.44	0.34	4.03	7.82	2.61
<i>Caesalpinia mexicana</i>	1.91	0.98	4.84	7.73	2.58
<i>Celtis laevigata</i>	2.10	0.07	4.03	6.20	2.07
<i>Psidium guajava</i>	1.91	1.01	3.23	6.14	2.05
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	1.15	0.12	3.23	4.49	1.50
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0.96	0.15	3.23	4.34	1.45
<i>Sideroxylon celastrinum</i>	2.49	0.12	1.61	4.22	1.41
<i>Ehretia anacua</i>	0.38	1.69	1.61	3.68	1.23
<i>Diospyros palmeri</i>	0.96	0.16	2.42	3.54	1.18
<i>Ungnadia speciosa</i>	0.76	0.29	2.42	3.48	1.16
<i>Forestiera angustifolia</i>	0.76	0.44	1.61	2.82	0.94

<i>Brahea</i> sp.	0.57	0.58	1.61	2.77	0.92
<i>Ebenopsis ebano</i>	0.38	0.01	1.61	2.01	0.67
<i>Acacia berlandieri</i>	0.38	0.01	1.61	2.01	0.67
<i>Rhus virens</i>	0.38	0.00	0.81	1.19	0.40
<i>Cordia boissieri</i>	0.19	0.04	0.81	1.04	0.35
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.19	0.01	0.81	1.00	0.33
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	0.19	0.00	0.81	1.00	0.33
<i>Diospyros texana</i>	0.19	0.00	0.81	1.00	0.33
<i>Vitis cinerea</i>	0.19	0.00	0.81	1.00	0.33
	100	100	100	300	100

En cuanto a la dominancia relativa, son dos las especies que aportan la mayor cobertura, representando el 60.76% de la dominancia relativa; estas son *Platanus occidentalis* con un valor de 30.74% y *Quercus rysophylla* con un valor de 30.02%. En tanto *Cephalanthus salicifolius* con un valor de 14.06%, *Salix nigra* con 5.25% y *Taxodium mocrunatum* con un valor de 4.77%, conforman el 24.09% del total. Mientras que las veintiséis especies restantes conforman el 15.16% del total cuyos valores de dominancia van de cero a 5.25. (Tabla 5).

La frecuencia relativa de las especies registradas, indica que *Platanus occidentalis* fue la de mayor rango de distribución en el sitio de muestreo, con un valor de 8.06%, dicha especie se registró en los diez sitios de muestreo del área considerada con mayor disturbio, en tanto *Randia aculeata* se presentó en nueve sitios con una abundancia relativa de 7.26%, Dos especies con un alto rango de distribución fue *Acacia rigidula* y *Xylosma flexuosum* ambas se localizaron en ocho de los sitios, y tienen un valor de abundancia relativa de 6.45%,. El 71.77% faltante respecto a dicho valor, está conformado por las veintiocho especies restantes, entre ellas las especies propias de vegetación de galería como *Salix nigra* presente en 6 sitios y *Taxodium mocrunatum* en 3 sitios con valores de 4.84% y 2.42%, respectivamente (Tabla 5).

Las especies que definen la estructura de la vegetación en base al índice de valor de importancia son *Platanus occidentalis*, esta se caracteriza por ser una especie autóctona de vegetación de galería con un valor relativo de 22.94%, presentando

los valores más altos de las variables ecológicas estimadas, destacando su alta densidad, la dominancia que presenta y su distribución en todos los puntos de muestreo, otra de las especies que es parte importante de la estructura de la vegetación es *Quercus rysophylla* con un índice de valor de importancia de 11.86%, la cual se caracterizó principalmente por registrar individuos de porte alto y con una amplia cobertura, esta variable es el componente principal que acentúa su índice de valor de importancia. Otra especie de relevancia es *Cephalanthus salicifolius* la cual se caracteriza por el valor de densidad en el sitio de 14.06%. El resto de las especies se registraron valores inferiores al 8% del IVI, y se encuentran en un rango de 5.50% y 0.33% cabe destacar que especies propias de la vegetación de galería presentaron valores bajos, como *Salix nigra* (5.08%), *Taxodium mucronatum* (4.12%) y *Brahea sp.* con 0.92%. (Tabla 5).

En el área con mayor disturbio, se registró una diversidad de especies del 2.65 mediante el Índice de Shannon, y un valor de 4.79 al aplicar el índice de riqueza Margalef.

Coeficientes de similitud

Al comparar las especies registradas en los dos sitios de evaluación se determinó una similitud de las especies del 0.63 o 63% al aplicar el índice de Sorensen, y una similitud del 0.39 o 39% al aplicar el índice de Morisita-Horn.

Dendrograma de los sitios de muestreo y gráfico Método de Ward's

Al comparar la vegetación presente en los 20 puntos de muestreo, mediante la utilización de un dendrograma y el método de Ward's, obteniendo como resultados cuatro componentes principales; de izquierda a derecha la mayor similitud de especies es entre los sitios de muestreo 1, 2, 3, 8 y 19, el segundo grupo con mayor semejanza es el de las parcelas 9, 12, 4, 7, 5 y 6 y en el tercer grupo las parcelas con mayor similitud son 17, 18, 11 y 16 y por el cuarto grupo

son 5 parcelas las que tiene similitud similar, siendo estas parcelas la 14, 10, 13, 15 y 20 (Figura 2 y 3).

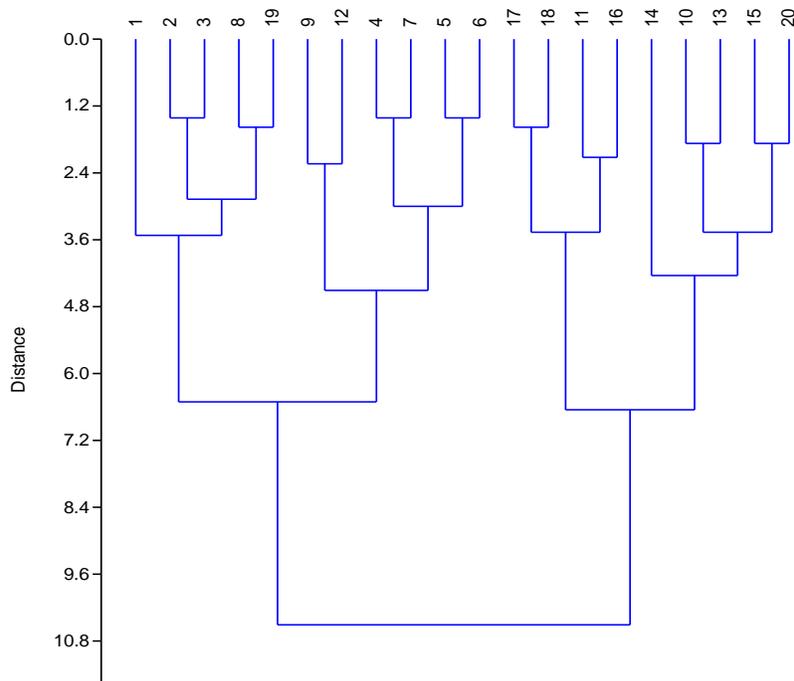


Figura 2. Dendrograma de los 20 sitios de muestreo.

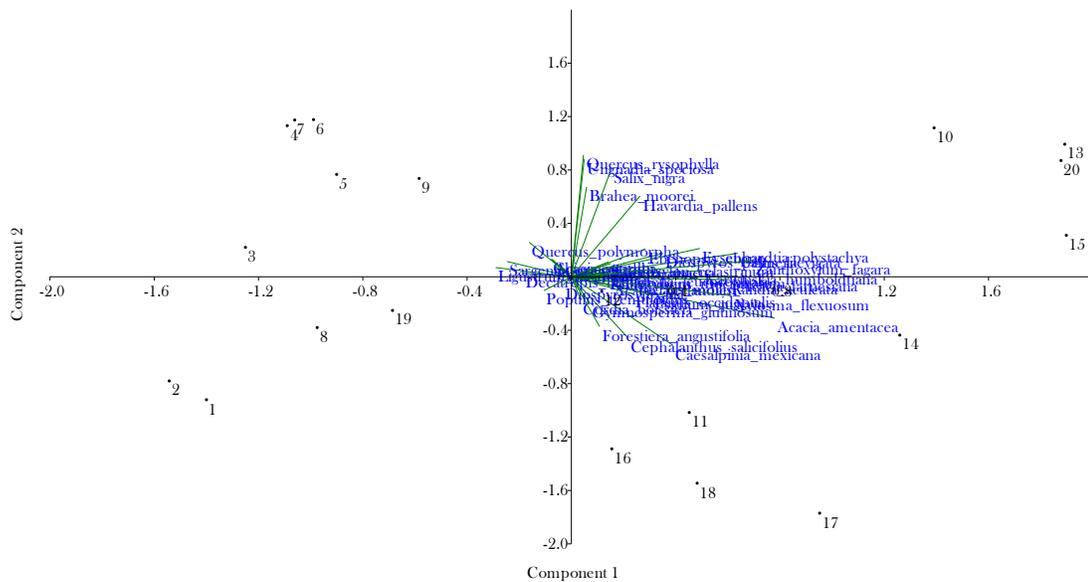


Figura 3. Resultados del Análisis de Componentes Principales mostrando la relación de las especies entre parcelas y sitios.

Índice de calidad de ribera

En el área de estudio que contempla un área con algún grado de protección por ser un área particular con poco manejo y un área con diversas prácticas agrícolas, se registraron cuatro de los cinco Índices QBR siendo estos, Calidad buena (Bosques ligeramente perturbados), Calidad intermedia (Inicio de alteración importante), Calidad mala (Con un grado de alteración fuerte) y Calidad pésima (Con una degradación extrema).

Valores obtenidos del Índice de calidad de ribera (QBR)

Área conservada

En el tramo evaluado para el área sin disturbio se presentaron tres tipos de calidad (buena, intermedia y mala). Se registró un nivel de calidad buena en un total de siete sitios de muestreo. Los sitios 3, 4, 6 y 7 siendo las parcelas de muestreo con mejor índice de calidad con un índice QBR de 90, seguidos por los sitios 1 y 2 con valores de 80 y el sitio 8 con un QBR de 75, respectivamente. En los sitios 5 y 10 se encontró un nivel de calidad intermedia con un QBR de 65 y 70. Mientras que el sitio 9 presentó un nivel de mala calidad con un QBR de 45, siendo notoria la presencia de alteraciones antropogénicas por construcciones y desmonte en el ecosistema forestal adyacente a la franja ribereña (Tabla 6, Figura 4).

Tabla 6. Calidad del bosque de ribera aplicando el método QBR en el área conservada.

	Sitio	No. especies	Calidad	Elevación	Anchura ribera (m)	QBR (0-100)
Sin disturbio	1	5	Buena	915	20.11	80
	2	1	Buena	865	22.86	80
	3	5	Buena	718	12.80	90
	4	7	Buena	682	18.00	90
	5	8	Intermedia	655	16.00	65
	6	7	Buena	650	16.80	90
	7	11	Buena	618	12.30	90

	8	3	Buena	600	14.30	75
	9	10	Mala	592	19.30	45
	10	15	Intermedia	580	16.9	70

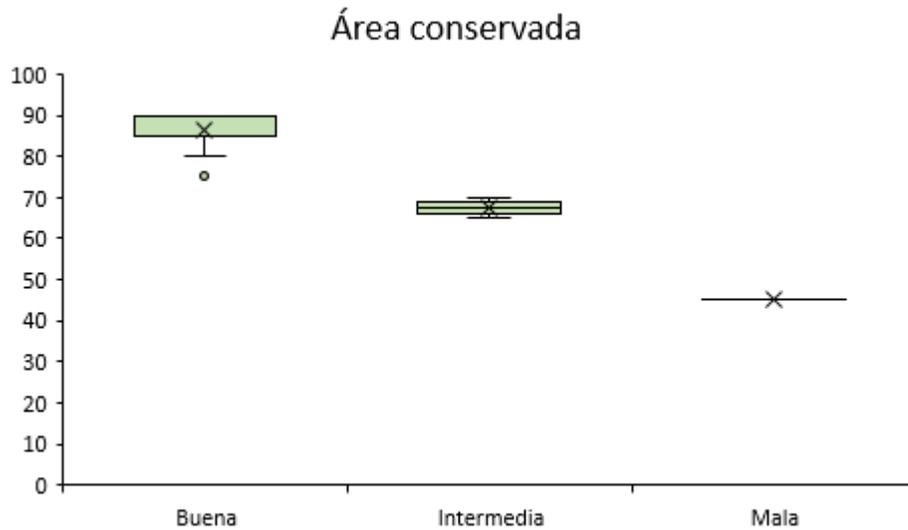


Figura 4. Calidad del bosque de ribera y sus rangos de calidad (QBR).

Respecto al total de sitios evaluados en el área sin disturbio y su nivel de calidad del bosque de ribera, el 70% de los sitios de muestreo se clasificaron en nivel de calidad buena con presencia de un bosque ligeramente perturbado con rangos de QBR de 75 a 90, el 20% se clasificó en un rango de calidad intermedia con valores de QBR de 65 a 75, dando lugar al inicio de una alteración importante, y el 10% restante se clasificó como mala calidad con un valor de QBR de 45, presentando una alteración fuerte al ecosistema (Figura 5).

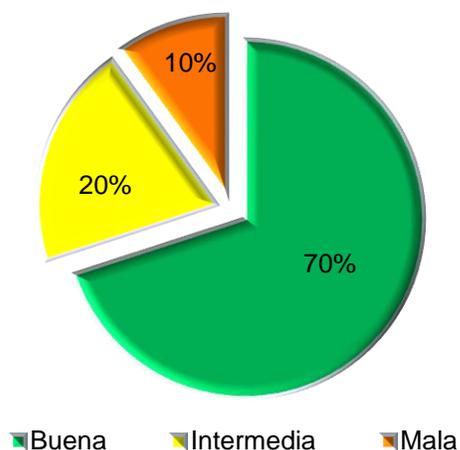


Figura 5. Frecuencia del nivel de calidad de bosque de ribera en el área conservada.

Área con disturbio

Para el tramo evaluado con presencia de disturbio se encontraron cuatro niveles de calidad (Buena, Intermedia, Mala y Pésimo). Se registraron tres estaciones de muestreo con un rango de buena calidad, cuatro estaciones con calidad intermedia, dos estaciones presentaron una mala calidad y solo un sitio presentó un nivel de calidad pésimo (Tabla 7).

Tabla 7. Calidad del bosque de ribera aplicando el método QBR en el área con disturbio.

	Sitio	No. especies	Calidad	Altitud	Anchura ribera (m)	QBR (0-100)
Con disturbio	11	10	Buena	562	16.70	85
	12	13	Buena	541	11.90	75
	13	18	Intermedia	529	15.00	70
	14	13	Pésimo	526	19.70	25
	15	17	Mala	518	14.00	40
	16	8	Buena	512	13.70	90
	17	11	Intermedia	496	14.00	60
	18	10	Mala	493	20.70	50
	19	7	Intermedia	484	19.60	65
	20	18	Intermedia	470	14.30	65

Para los puntos con calidad buena los rangos de QBR oscilan entre 90 y 75, para los sitios con una calidad intermedia los valores de QBR están en el rango de 60 y 70, para los sitios con una calidad mala los QBR están en el rango de 40 y 50, el sitio con calidad pésima el valor del QBR es de 25 (Figura 5).

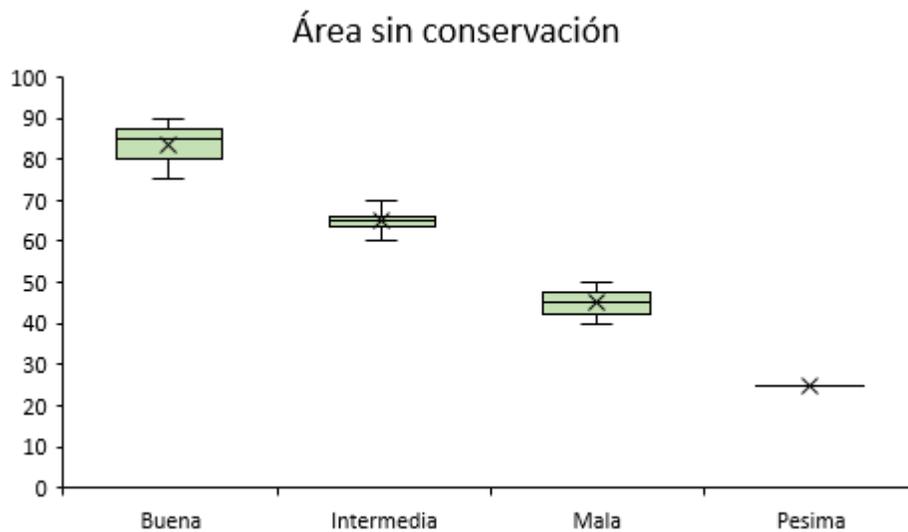


Figura 5. Calidad del bosque de ribera y sus rangos de calidad (QBR).

El sitio 14 registró un QBR de 25 con lo cual el nivel de calidad es pésima. Para esta estación de muestreo el nivel de alteración antropogénica presente es muy evidente. Presenta tierras habilitadas para agricultura, área de corrales para criaderos de animales, una casa junto a la franja ribereña, la introducción de especies exóticas en el ecosistema forestal adyacente al ecosistema ribereño como también la modificación del cauce, entre otras.

Respecto a la evaluación en el área con disturbio, el 30% de los sitios se clasificaron como de buena calidad presentando un bosque ligeramente perturbado con rangos de QBR que oscilan entre 75 y 90, el 40% se clasificó como calidad intermedia, con presencia de inicio de una alteración importante con rangos de QBR que oscilan en el rango de 60 y 70, el 20% se clasificó como de mala calidad presentando una alteración fuerte con rangos de QBR que están

entre 40 y 50, y el 10% restante se clasificó como calidad pésima con una degradación extrema con un QBR de 25 (Figura 6).

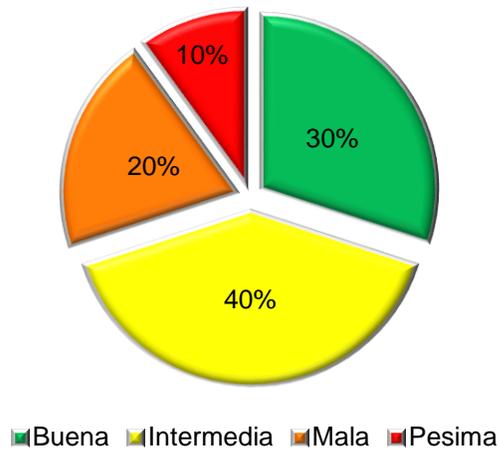


Figura 6. Frecuencia del nivel de calidad de bosque de ribera en el área con disturbio.

Variables ambientales en el área conservada y con disturbio

1. Elevación y calidad del bosque de ribera

La relación entre la elevación-calidad de ambas áreas de estudio (conservada y con disturbio), muestra una mejor calidad del ecosistema ribereño a una mayor altitud, teniendo una tendencia descendente conforme se registra una menor altitud en el área. En las fluctuaciones bajas se presencié algún tipo disturbio como actividades de ganadería, diferentes tipos de construcción, o deforestación en las terrazas adyacentes a la franja ribereña, siendo cada vez más presentes a menores altitudes (Figura 7).

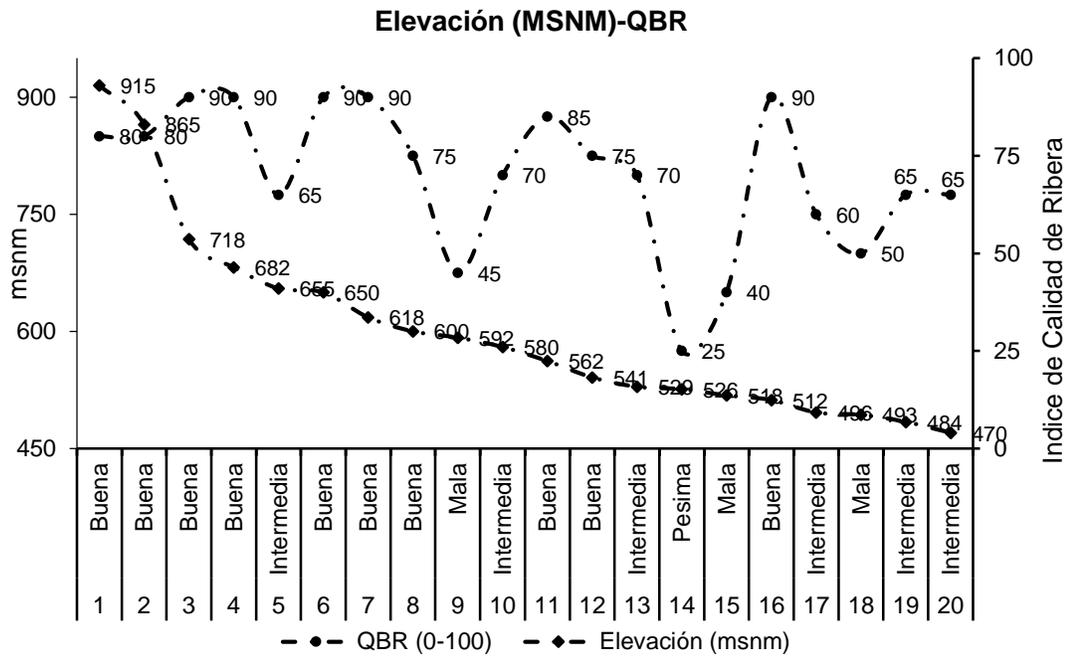


Figura 7. Relación elevación-calidad en las áreas de estudio del bosque de galería.

Al comparar las variables de ASNM y el número de especies presentes en el área de estudio se encontró que existe una correlación inversa o negativa de -0.5627 , con un coeficiente de determinación del 0.3166 , lo cual indica una relación entre dichas variables con un cierto grado de dependencia (Tabla 8 y Figura 8).

Tabla 8. Coeficiente de Pearson para la altura sobre el nivel del mar y QBR presentes en los sitios de muestreo.

Área de estudio	ASNM-QBR
Coef. Pearson r	0.5627
Determinación (r^2)	0.3166

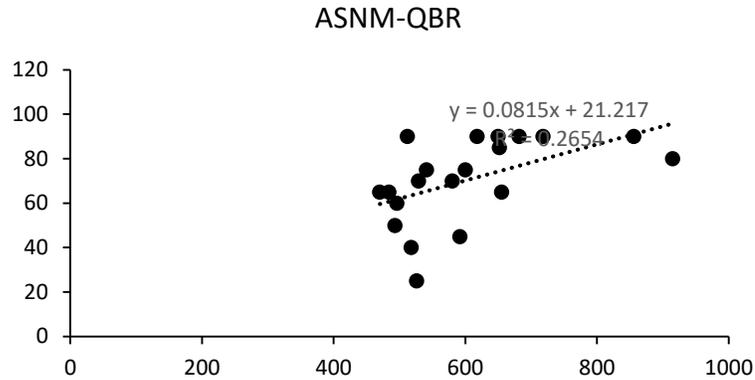


Figura 8. Correlación entre la ASNM y el Índice de Calidad de Ribera (QBR) en el área de estudio.

2. Elevación y número de especies por sitio muestreado

De acuerdo a la evaluación del área conservada y sin disturbio, la relación altitud-especies mostró una tendencia ascendente en el número de especies presentes conforme decrece la elevación. En el sitio 2 con una elevación de 865 msnm se encontró solo una especie, seguido por el sitio 1 con una elevación de 915 msnm y el sitio 3 con una elevación de 718 msnm, en cada una se registraron cinco especies. En el sitio 7 se registró la presencia de once especies seguido por el sitio 10 en donde se registraron quince especies (Figura 9).

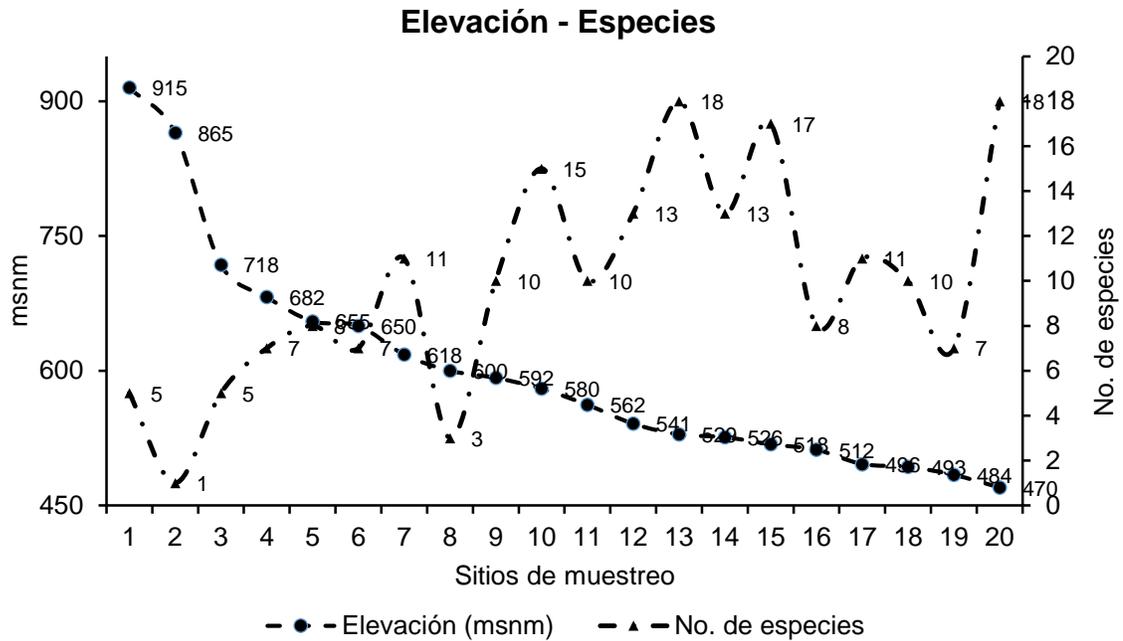


Figura 9. Relación elevación-especies en las áreas de estudio del bosque de galería.

Al comparar las variables de ASNM y el número de especies presentes en el área de estudio se encontró que existe una correlación inversa o negativa de -0.6647, con un coeficiente de determinación del 0.4418, lo cual nos indica una relación entre dichas variables con un cierto grado de dependencia (Tabla 9 y Figura 10). Aquí podemos observar que a mayor altura el número de especies presentes es menor.

Tabla 9. Coeficiente de Pearson para la altura sobre el nivel del mar y el número de especies presentes en los sitios de muestreo.

Área de estudio	ASBN-Especies
Coef. Pearson <i>r</i>	-0.6647
Determinación (r^2)	0.4418

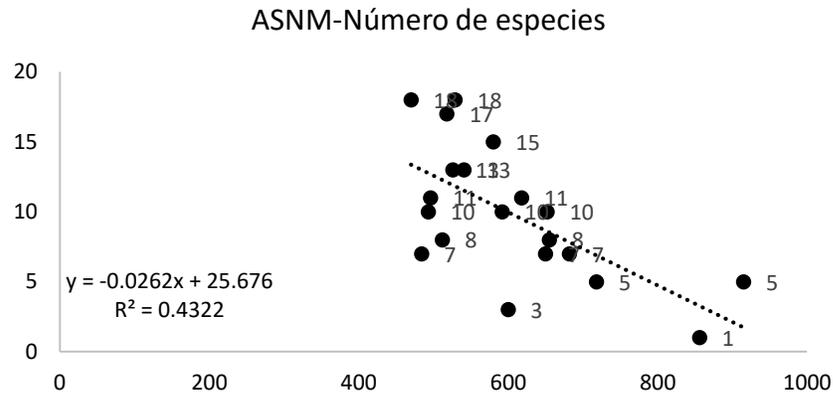


Figura 10. Correlación entre la ASNМ y el número de especies en el área de estudio.

Calidad del bosque de ribera y número de especies por sitio muestreado

En relación de calidad-especies de los muestreos de ambas áreas (conservada y con disturbio), el número de especies muestra un aumento en áreas donde se tiene una calidad baja en el ecosistema. Las fluctuaciones altas donde se tiene una mejor calidad se debe a que es un área conservada y de difícil acceso, por este motivo se evita el disturbio, teniendo individuos con mayores proporciones en cuanto a cobertura. En los sitios donde se registra una menor calidad, se tiene un mayor número de especies. Esto se debe a que existe una relación estrecha entre la densidad de las especies respecto a las condiciones de sitio, en donde se observa un mayor número de individuos de porte pequeño con respecto a aquellas áreas con mejor calidad donde los individuos son de mayor tamaño y en menor densidad. El escurrimiento y la cobertura juegan un papel importante en la dinámica de la vegetación la cual está en constante modificación presentando regeneración de especies. La cobertura siendo menor en esta área da lugar a mayor cantidad de luz sobre el suelo, ayudando al banco de germoplasma a tener una mayor actividad (Figura 11).

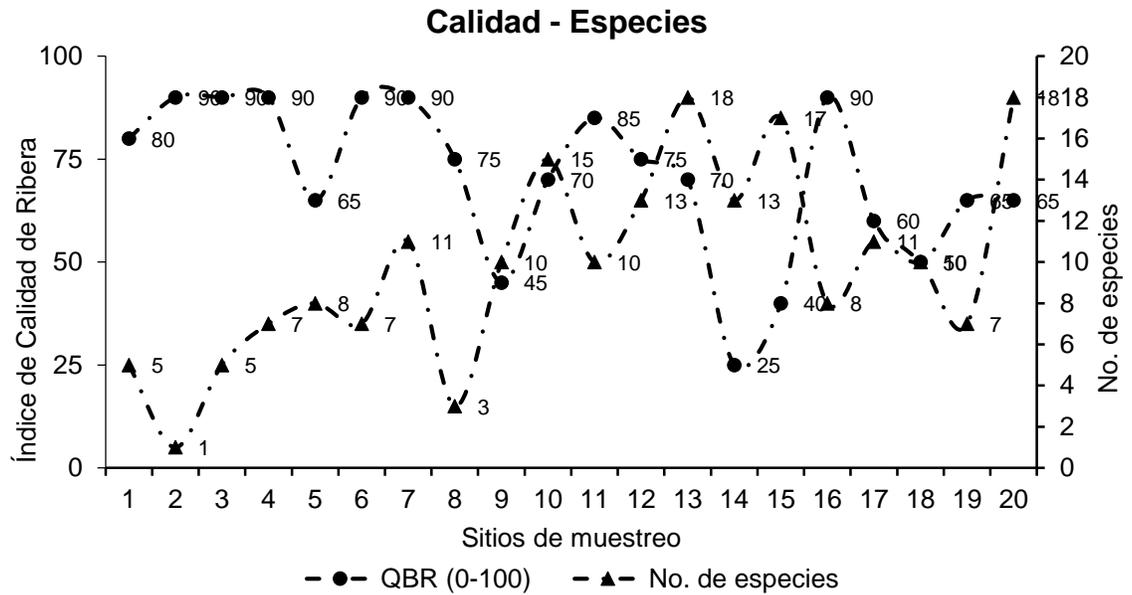


Figura 11. Relación calidad-especies en las áreas de estudio del bosque de galería.

Al comparar el QBR de los puntos de muestreo y el número de especies presentes en los puntos de muestreo, se encontró que existe una correlación inversa o negativa de -0.4893, con un coeficiente de determinación del 0.2394 lo cual indica una relación entre dichas variables con un cierto grado de dependencia, donde a mejor QBR el número de especies es menor (Tabla 10).

Tabla 10. Coeficiente de Pearson para Índice de Calidad de Ribera y el número de especies presentes en los sitios de muestreo.

Área de estudio	QBR-Especies
Coef. Pearson r	-0.4893
Determinación (r^2)	0.2394

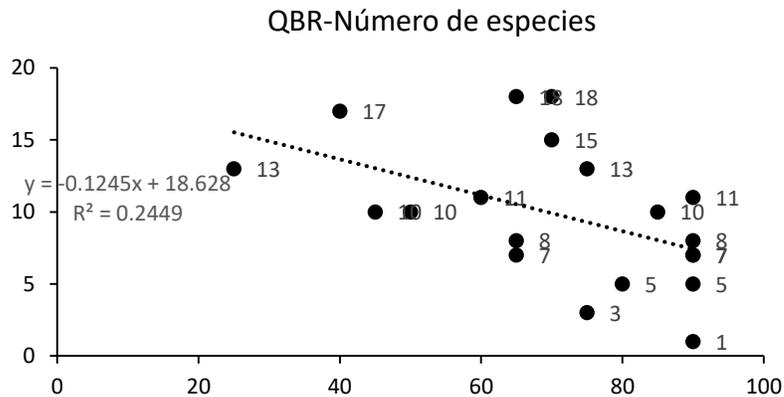


Figura 12. Correlación entre el Índice de Calidad de Ribera (QBR) y el número de especies en el área de estudio.

4 Calidad del bosque de ribera de cada uno de los sitios (QBR) y su índice de diversidad y riqueza de especies.

De forma general los resultados muestran que tanto la diversidad de especies presentes en cada uno de los sitios, así como su riqueza es menor en los sitios que tiene una buena calidad de la vegetación de galería, donde los valores son de entre 1.13 y 2.14 para diversidad y de 1.48 y 2.48 en su riqueza de especies, con respecto a aquellos sitios que presentan una calidad intermedia, mala o pésima los valores de diversidad y riqueza de especies es mayor, cuyos valores son de entre 2.27 y 2.43 para su diversidad y de 2.66 y 4.02 para riqueza en su mayoría; tanto en el área protegida, así como en el área que presenta prácticas agrológicas. El sitio dos con calidad buena no se obtuvo un valor de diversidad y riqueza ya que solo presentaba un individuo arbóreo, más por las características del sitio y sus características de ubicación su condición es buena (Figura 13).

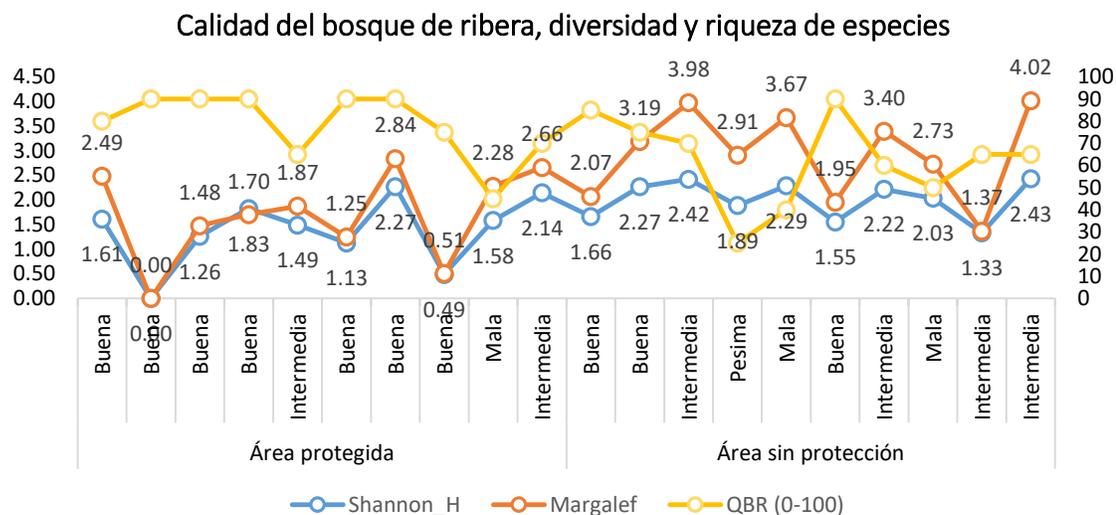


Figura 13. Relación calidad-diversidad y riqueza de especies en las áreas de estudios de vegetación de galería.

Al comparar el QBR de los puntos de muestreo y la diversidad de los mismos, se encontró que existe una correlación inversa o negativa de -0.3603, con un coeficiente de determinación del 0.1298 lo cual nos indica una relación entre dichas variables con un cierto grado de dependencia (Tabla 11 y Figura 14).

Tabla 11. Coeficiente de Pearson y su determinación.

Área de estudio	QBR-I Shannon	QBR-R Margalef
Coef. Pearson <i>r</i>	-0.3603	-0.4757
Determinación(<i>r</i> ²)	0.1298	0.2263

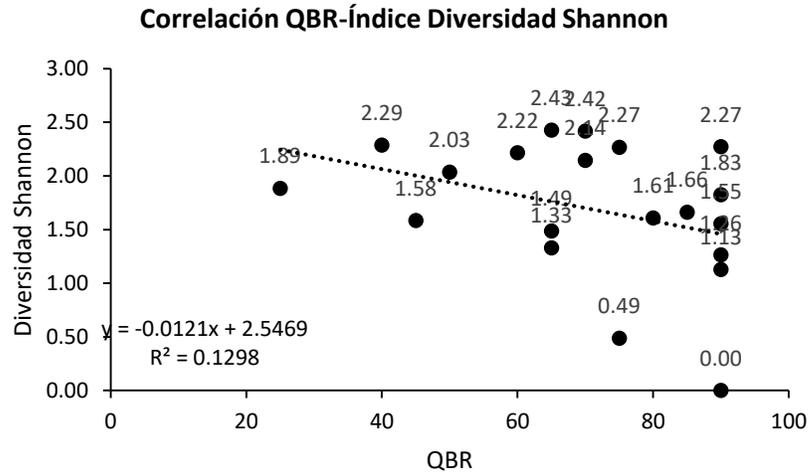


Figura 14. Correlación entre el QBR y el Índice de diversidad de Shannon en el área de estudio.

Por otra parte, al comparar el QBR con la riqueza de especies de Margalef esta dependencia es menor con un valor de -0.4757 , la cual también es una correlación inversa o negativa con un coeficiente de determinación del 0.2263 lo cual también nos indica una relación entre dichas variables con un cierto grado de dependencia (Tabla 11 y Figura 15).

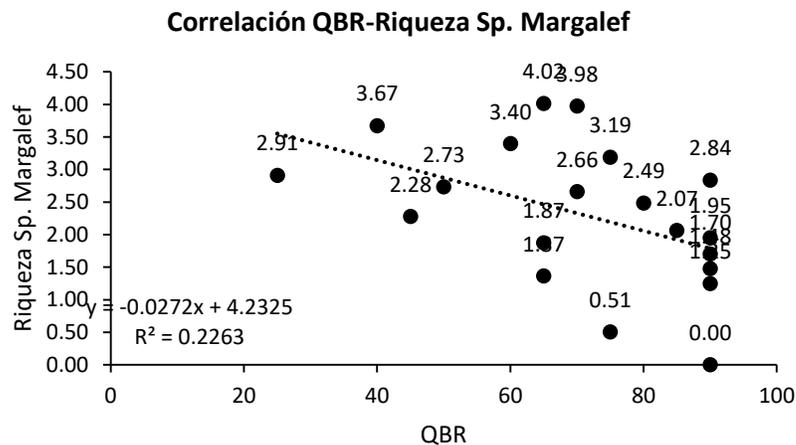


Figura 15. Correlación entre el QBR y el Índice de diversidad en el área de estudio.

Análisis estadístico

Al realizar la prueba de Kruskal Wallis para confirmar si existen diferencias entre los valores de los componentes de las áreas muestreadas comparadas en el presente estudio, los resultados de algunas variables mostraron una diferencia significativa en los componentes o variables ambientales de QBR ($X^2=4.140$, $Gl=1$, $P>0.042$), No. Sp. ($X^2=6.284$, $Gl=1$, $P>0.012$), y grado de naturalidad ($X^2=7.241$, $Gl=1$, $P>0.007$). Mientras que para las variables de ancho de la ribera ($X^2=0.516$, $Gl=1$, $p=0.472$), grado de cobertura ($X^2=3.025$, $Gl=1$, $P>0.082$), estructura de cobertura ($X^2=0.504$, $Gl=1$, $p=0.478$), calidad de cobertura ($X^2=1$, $Gl=1$, $p=0.317$), no se observó una diferencia significativa (Tabla 12).

Tabla 12. Prueba estadística de Kruskal Wallis.

Estadísticos de prueba ^{a,b}							
QBR		Ancho ribera (m)	No. Sp.	Grado de cobertura	Estructura de cobertura	Calidad de cobertura	Grado de naturalidad
Chi-cuadrado	4.140	.516	6.284	3.025	.504	1.000	7.241
gl	1	1	1	1	1	1	1
Sig. asintótica	.042	.472	.012	.082	.478	.317	.007

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Área de estudio

DISCUSIÓN

En el presente estudio para el área conservada se registró una cantidad de 14 familias y 14 géneros, similar a lo reportado por Guerra (2000), en su estudio se registraron 16 géneros, al igual que la cantidad de familias mencionando un total de 16; Mientras que para el área con disturbio se presentaron 31 especies ubicadas en 28 géneros y 19 familias defiriendo a lo anterior, pero siendo similar a lo reportado por López (2015).

De acuerdo a los resultados obtenidos, la familia Leguminosae es la que obtuvo una mayor presencia en ambas áreas de estudio, resultados similares a los observados por Lebrija-Trejos (2001) quién reportó una alta frecuencia de especies pertenecientes a la familia Leguminosae; valores similares a los reportados por Camacho (2006), quien en su estudio realizado en la vegetación ribereña de la Barranca del Rio Tembembe, reportó que la familia taxonómica Leguminosae como la más representativa en el bosque de galería. Esto, debido a que Leguminosae es de las familias más ampliamente distribuidas y diversas en el mundo.

Al comparar el área de copa de la vegetación de ambas áreas de estudio, se observó una diferencia de 2,070.27 m², siendo menor la cobertura de copa para el área conservada con 13,736.42 m² ha⁻¹ proyectando una superficie de más del 130% respecto a una hectárea; mientras que para el área con disturbio presentó una cobertura de superior al 150%.

En el área de estudio con disturbio, *Quercus rysophylla* y *Platanus occidentalis* mostraron una alta densidad de individuos, teniendo un comportamiento de tipo "colonización", principalmente *Platanus occidentalis* ya que la dispersión de sus semillas resulta ser facilitada por el viento, lo cual es similar a lo reportado por Treviño *et al.* (2001) quienes reportaron dicho comportamiento para esta especie; para la primera especie se registraron individuos de gran altura y diámetro basal como también grandes cantidades en regeneración. Shaw (1992) considera que

algunas especies proveen una dispersión de semillas aceptable para proveer una aceptable cantidad de renuevo, colonizando las áreas a pesar del pastoreo.

Con respecto a las especies sobresalientes en los bosques de galería, los resultados coinciden con lo mencionado por Rzedowski (1978) y por Alanís *et al.* (1996), quienes hacen mención que *Salix nigra* aunque con baja dominancia por cobertura, se observó un valor medio respecto a su abundancia y frecuencia en los muestreos; en tanto *Platanus occidentalis* siendo de las especies más importantes de acuerdo a su importancia relativa de especies, predominó en el área de estudio conservada aunque con una baja densidad, presentó la mayor dominancia, mientras que para el área con disturbio fue la especie más abundante y dominante. También se registraron las especies *Cephalanthus salicifolius* y *Taxodium mucronatum*, especies presentes típicas en vegetación de galería.

Con respecto del Índice QBR, es una herramienta de fácil aplicación que permite obtener una información confiable del estado de calidad en que se encuentra el bosque de galería, (Munné *et al.*, 2003; Suárez *et al.*, 2000).

Los resultados del QBR coinciden con el estudio de López (2015) mencionando que las áreas con puntajes bajos presentan cierto grado de disturbio causados por el ser humano. Como también mencionó que en las áreas de baja calidad es donde se tiene una mayor diversidad de especies, lo cual también coincide con lo reportado por Carrasco *et al.* (2014). La degradación de los bosques ribereños es mayor en las zonas bajas de los ríos, debido a una mayor actividad y presión antropogénica, (Ibero *et al.*, 1996; Palma *et al.*, 2009).

De acuerdo a los resultados publicados por Tuzun *et al.* (2005), Fernández *et al.* (2009), Palma *et al.* (2009) y Carrasco *et al.* (2014), indican que las zonas con un nivel de calidad bajo son las que están más próximas a los asentamientos humanos, una situación que coincide con la del presente estudio, en los cuales, la menor calidad según el QBR, son aquellos que están fuera de área de conservación. Sin embargo, cabe mencionar que una de las estaciones de muestreo dentro del área conservada, presentó un nivel de calidad malo,

precisamente debido a que en este sitio se encontraron asentamientos humanos y deforestación del bosque para habilitar el lugar como espacio recreativo y turismo.

En uno de los dos únicos estudios de aplicación del Índice QBR realizados en México, Rodríguez (2012) mencionó en su estudio llevado a cabo en el río El Tunal, Durango, que en el tramo evaluado se apreciaron distintos efectos por actividades humanas, tales como asentamientos humanos, deforestación, pastoreo y agricultura que provocan una fuerte degradación de los ecosistemas riparios, coincidiendo con los resultados obtenidos en nuestro estudio, donde se registraron distintos tipos de actividades humanas. Kutschker *et al.* (2009) encontró que en los sitios de calidad de intermedia a mala están sometidos a actividades de pastoreo. Mientras que Merritt *et al.* (1996) reportaron que el efecto de la ganadería se relacionaba con la pérdida de la vegetación ribereña, similar a lo registrado en nuestro estudio, donde evidentemente se realizan actividades principalmente de ganadería y agricultura en los sitios con calidades bajas, en cambio el sitio que presentó la menor calidad en nuestro estudio estuvo bajo el efecto de la mayoría de las actividades antropogénicas anteriormente mencionadas.

Munné *et al.* (2003) menciona que de manera natural en las cabeceras de los ríos se presentan zonas desprovistas de vegetación arbórea lo que podría entregar un valor de QBR subvalorado, siendo contradictorio a lo encontrado en el presente estudio, en los sitios de cabecera muestreados se presentaron áreas con poca vegetación, con algunos individuos adultos bien establecidos de gran altura, cobertura y diámetro basal.

Respecto a la correlación de las variables evaluadas, De los Reyes (2016), evaluó la correlación de las especies con respecto a el área dos tipos de condiciones de vegetación por otra parte en este trabajo se evaluaron diferentes parámetros como los son la altura en la cual se encuentran los sitios de muestreo y su correlación con el número de especies presentes, también se comparó la correlación del QBR con el número de especies y con la diversidad de especies

en los sitios de muestreo (Shannon y Margalef). Torres *et. al.* (2010) por otra parte evaluaron la correlación existente entre la diversidad alfa y beta con diferentes variables del suelo como macro y micronutrientes, así como características físicas de suelo, pH e intercambio catiónico, elevación y distancia geográfica.

De los Reyes (2016) reporta una correlación positiva respecto al número de especies y el área muestreada para los dos sitios de muestreo, en nuestro estudio se encontró una correlación inversa negativa, para el caso de QBR con los índices de diversidad se estimó que a mayor calidad menor diversidad, esto debido a que esta condición indica mayor estabilidad en estos sitios. Las características de los sitios sin disturbio, no permite el establecimiento de otras especies vegetales que no son propias de dicha área, aspecto que se puede observar al comparar la relación existente entre el QBR y el número de especies. Todos los aspectos mencionados, se relacionan con la relación que guarda la altura sobre el nivel del mar, ocurriendo que a mayor altura mejor calidad del QBR, ya que dicha variable fisiográfica, influye en las características propias del sitio, permitiendo el establecimiento o la utilización de prácticas culturales como ganadería y agricultura, actividades que impactan negativamente el QBR.

CONCLUSIONES

El disturbio observado en bosque de galería propicia a una mayor diversidad de especies, debido a que la superficie del suelo se encuentra más desprovista por cobertura del dosel de la vegetación promoviendo la germinación del banco de semillas. En las áreas con mejor calidad de ribera se encontró una menor diversidad de especies, pero teniendo una mayor altura, diámetro basal y de copa (mejor establecidas).

Del presente estudio se obtuvo información fitosociológica presentando resultados sobre la composición y estructura de la vegetación de galería en áreas conservadas y en áreas con disturbio. Las áreas que presentaron disturbio fue causado directa o indirectamente por las distintas actividades que mantenía el ser humano en este tipo de vegetación o en la aledaña; reportándose una mayor diversidad de especies con menores coberturas de copa y con menores alturas.

La calidad del bosque de ribera tiene una tendencia descendente respecto de la elevación teniendo menores fluctuaciones en lugares con restricciones de acceso para los seres humanos, dichas fluctuaciones fueron provocadas por actividades antropogénicas algunas con mayor o menor efecto; y fuera del lugar conservado a manera que decrece la elevación en el área la calidad baja, teniendo un aumento en las actividades antropogénicas y entre las más importantes se encuentran el pastoreo y deforestación.

Todo esto se ve corroborado al ver a relación que existe entre las diferentes variables y el QBR, lo cual no ayuda a comprender el por qué tanto las condiciones ambientales como los son la topografía el relieve y el gradiente altitudinal, son factores importantes que de forma directa permite una mejor calidad de ribera en las partes altas de la microcuenca y conforme este gradiente es menos abrupto permiten el llevar a cabo diferentes prácticas agrícolas, como lo son el establecimiento de pastas, áreas de agostadero, establecimiento de abrevaderos y el pastoreo libre en las riberas de río lo cual impacta de forma directa el índice de calidad de ribera de forma negativa.

Es importante tomar conciencia sobre el conocimiento de los recursos naturales, para protegerlos y conservarlos, en especial sobre los ecosistemas de ribera ya que estos albergan una gran biodiversidad, estos retienen los sedimentos y nutrientes erosionados a causada de las actividades aledañas a esta franja de vegetación.

Gracias a los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye que es de suma importancia conocer sobre la estructura y calidad del bosque de galería para tomar decisiones que conduzcan a un mejor manejo de estos ecosistemas.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R., B. Ríos, M. Rieradevall & N. Prat. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica* 28(1): 35-64.
- Alanís, F. Glafiro J., Cano y C. Gerónimo y Rovalo M. Magdalena, (1996). *Vegetación y flora de Nuevo León (una guía Botánico Ecológica)*, México: Pp. 251.
- Bonada, N., N. Prat, A. Munné, M. Plans, C. Solá, M. Álvarez, I. Pardo, G. Moyá, G. Ramon, M. Toro, S. Robles, J. Aviles, M.L. Suárez, M.R. Vidal-Abarca, A. Mellado, J.L. Moreno, C. Guerrero, S. Vivaz, M. Ortega, J. Casas, A. Sánchez-Ortega, P. Jáimez-Cuellar & J. Albatercedor (2002). Intercalibración de la metodología Guadalmed. Selección de un protocolo de muestreo para la determinación del estado ecológico de los ríos mediterráneos. *Limnetica* 21: 13-33.
- Camacho-Rico F., Trejo I., Bonfil C. (2006). Estructura y Composición de la Vegetación Ribereña de la Barranca Del Río Tembembe, Morelos, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 78: 17-31.
- Carrasco, Sebastián, Hauenstein, Enrique, Peña-Cortés, Fernando, Bertrán, Carlos, Tapia, Jaime, & Vargas-Chacoff, Luis. (2014). Evaluación de la calidad de vegetación ribereña en dos cuencas costeras del sur de Chile mediante la aplicación del índice QBR, como base para su planificación y gestión territorial. *Gayana Botánica*, 71(1), 1-9.
- Dasmann, R. F. (1981). *Wildlife Biology*. John Wiley & Sons. New York. 212 pp.
- Decamps, H. 1996. The renewal of floodplain forests along rivers: a landscape perspective. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung Für Theoretische and Angewandte Limnologie* 26: 35-59.

- De los Reyes-Lara Darío 2016. La capacidad de dispersión: factor importante de la riqueza y composición de plantas leñosas en vegetación fragmentada de la campiña sevillana (suroeste de España) *Anales de Biología* 38: 9-27, 2016 ARTICULO DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/analesbio.38.02>
- Farley, G. H., L. M. Ellis, J. N. Stuart y N. J. Scott, Jr. 1994. Avian species richness in different-aged stands of riparian forest along the middle Rio Grande, New Mexico. *Conservation Biology* 8: 1098-1 108
- Fernández, L., J. Rau & A. Arriagada. (2009). Calidad de la vegetación ribereña del río Maullín (41° 28'S; 72° 59' O) utilizando el índice QBR. *Gayana Botánica* 66(2): 269- 278.
- Geise, L. A.; Aust, W. M.; Kolka, R. K.; Trettin, C. (2003). Biomass and carbon pools of disturbed riparian forests. *Forest Ecology and Management* 180: 493-508.
- Guerra Pérez Sanjuana (2000). Evaluación de la vegetación riparia, Insectos acuáticos y peces, influenciados por las variaciones en la calidad y cantidad de los caudales de la cuenca del Río San Juan, Nuevo León, México. Linares, Nuevo León. Tesis Maestría, FCF-UANL.
- Ibero, C., C. Álvarez, J.C. Blanco, J. Criada, A. Sánchez & C. Viada. (1996). Ríos de vida. El estado de conservación de las riberas fluviales en España. Sociedad Española de Ornitología, SEO-Birdlife. 45 pp.
- Knopf, F. K., R. R. Johnson, T. Rich, F. B. Sampson y R. C. Szaro. (1988). Conservation of riparian ecosystems in the United States. *Wilson Bulletin* 100:272-284.
- Kreuper, D. J. (1993). Effects of land use practices on western riparian ecosystems. In: Status and management of neotropical migratory birds, D. M. Finch y P. W. Stangel (eds). U. S. Department of Agriculture, Fort Collins, CO, EU.

- Kutscher, A., C. Brand & M.L. Miserendino (2009). Evaluación de la calidad de los bosques de ribera en ríos del NO del Chubut sometidos a distintos usos de la tierra. *Ecología Austral* 19: 19-34.
- Lebrija-Trejos E. (2001). Análisis estructural de la vegetación ribereña de Nizanda, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura (Biología), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., 133p.
- Leopold, A. S. (1959). Fauna Silvestre de México. Instituto de Recursos Naturales Renovables. Ed. PAX-México. 429-433 pp.
- López-Delgado, E.; Vásquez-Ramos, F. Villa-Navarro, F. & Reinoso, G. (2015). Evaluación de la calidad del bosque de ribera, utilizando un método simple y rápido en dos ríos de bosque seco tropical (Tolima, Colombia). *Revista Tumbaga*, 1 (10), 6-29.
- Magurran A. E. (1985). *Ecological Diversity and its Measurement*. University Press, Cambridge.
- Magurran, A. E. (1989). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
- Matteucci S. y Colman A. (1982). Metodologías para el Estudio de la Vegetación. Monografía Científica 22. Secretaría General de la Organización de los Estados Unidos Americanos, Washington, Estados Unidos de América. P. 168.
- Merrit, R. W. & K. W. Cummins. (1996). *An introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall-Hunt. Dubuque. 862 pp.
- Miranda Faustino y Hernández X. Efraím (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Instituto de Biología de la U.N.A.M. de la Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo.
- Munné, A., C. Solá & N. Prat. (1998). QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del Agua* 175: 20-37.

- Munné, A., N. Prat, C. Solá, N. Bonada & M. Rieradevall. (2003). A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13: 147-163.
- Naiman, R. J.; Décamps, H. (1997). The ecology of interfaces: Riparian zones. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 28:621-658.
- Palma, A., R. Figueroa & V.H. Ruiz. (2009). Evaluación de ribera y hábitat fluvial a través de los índices QBR e IHF. *Gayana* 73(1): 57-63.
- Robert, J.; Naiman.; Robert, E.; Bilby.; Peter, A.; Bisson, P. (2000). Riparian Ecology and Management in the Pacific Coastal Rain Forest. *BioScience* 50 (11): 996-1010 p.
- Robins, J. D.; Cain J. R. (2002). The past and present condition of the Marsh Creek watershed. Berkeley, CA: Natural Heritage Institute. 71p.
- Rodríguez-Téllez, Efraín, Domínguez-Calleros, Pedro A, Pompa-García, Marín, Quiroz-Arratia, José A, & Pérez López, María Elena. (2012). Calidad del bosque de ribera del río El Tunal, Durango, México; mediante la aplicación del índice QBR. *Gayana. Botánica*, 69(1), 147-151.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. Limusa. México, D.F.
- Rzedowski, J. (1981). *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México. 432 pp.
- Shaw, N. (1992). Recruitment and growth of Pacific Willow and sandbar willow seedlings in response to season and intensity of cattle grazing. *Proceedings Symposium on Ecology and Management of riparian Shrub Communities*. USDA, Forest Service. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. General Technical Report Rm-GTR-226, Fort Collins, Co. EUA. 103-138.
- Suárez, M. L. & M. R. Vidal-Abarca. (2000). Aplicación del índice de calidad del bosque de ribera, QBR a los cauces fluviales de la cuenca del río Segura. *Tecnología del Agua* 201: 33-45.

- Suárez, M. L., M. R. Vidal-Abarca, M. M. Sánchez-Montoya, J. Alba-Tercedor, M. Álvarez, J. Avilés, N. Bonada, J. Casas, P. Jáimez-Cuellar, A. Munné, I. Pardo, N. Prat, M. Rieradevall, M. J. Salinas, M. Toro & S. Vivas. (2002). Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: el uso del índice QBR. *Limnetica* 21: 135-148.
- Torres V. P. M. Jorgensen y M. J: Macía 2010. La diversidad alfa y beta en relación a variables abióticas en un bosque seco. *Biodiversidad y Ecología en Bolivia* 2017-234
- Treviño, E.; Cavazos, C.; Aguirre, O. (2001). Distribución y estructura de los bosques de galería en dos ríos del centro Sur de Nuevo León. *Madera y Bosques* 7(1): 13-25.
- Tüzún, I. & I. Albaryrak. (2005). The effect of disturbances to habitat quality on Otter (*Lutra lutra*) activity in the river Kizilirmak (Turkey): a case study. *Turkish Journal of Zoology* 29: 327-335.
- Ward, J. V. (1998). Riverine landscapes: biodiversity patterns, disturbance regimes, and aquatic conservation. *Conservation Biology* 83: 269-278.