



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

COORDINACIÓN GENERAL ACADÉMICA

Coordinación de Bibliotecas

Biblioteca Digital

La presente tesis es publicada a texto completo en virtud de que el autor ha dado su autorización por escrito para la incorporación del documento a la Biblioteca Digital y al Repositorio Institucional de la Universidad de Guadalajara, esto sin sufrir menoscabo sobre sus derechos como autor de la obra y los usos que posteriormente quiera darle a la misma.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

**Ensamblajes de anfibios en sistemas
xeroriparios de Los Llanos de
Ojuelos, México**

**Tesis
que para obtener el grado de
Maestro en Ciencias en Biosistemática
y Manejo de Recursos Naturales y
Agrícolas**

**Presenta
Santiago Cortés Vázquez**

Zapopan, Jalisco

Diciembre de 2020



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

**Ensamblajes de anfibios en sistemas
xeroriparios de Los Llanos de Ojuelos, México**

Tesis

que para obtener el grado de

**Maestro en Ciencias en Biosistemática y Manejo de
Recursos Naturales y Agrícolas**

Presenta

Biól. Santiago Cortés Vázquez

Directora

Dra. Mónica Elizabeth Riojas López

Zapopan, Jalisco

Diciembre de 2020



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Ensamblajes de anfibios en sistemas xeroriparios de Los Llanos de Ojuelos, México

Por

Santiago Cortés Vázquez

Maestría en Ciencias en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas

Aprobado por:

Dra. Mónica Elizabeth Riojas López
Directora de Tesis e integrante del jurado

11/nov/2020
Fecha

Dr. Eric Mellink Bijtel
Asesor del Comité Particular e integrante del jurado

12/Nov/2020
Fecha

Dr. Daniel Cruz Sáenz
Asesor del Comité Particular e integrante del jurado

11/11/2020
Fecha

Dr. Miguel Ángel Muñoz Castro
Asesor del Comité Particular e integrante del jurado

10/11/2020
Fecha

Dra. Martha Isabel Torres Morán
Sinodal e integrante del jurado

12/11/2020
Fecha

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

A Quien Corresponda:

Por este conducto el (la) abajo firmante, autor(a) del Trabajo Recepcional (Tesis) titulada: **“Ensamblajes de anfibios en sistemas xeroriparios de Los Llanos de Ojuelos, México”**, declaro que el contenido del mismo constituye un documento inédito y original por lo que cumple con los términos de originalidad a los que se hace mención en el Artículo 73 del Reglamento General de Posgrado y el Artículo 147 Fracción I del Reglamento General de Titulación de la Universidad de Guadalajara.

ATENTAMENTE

Guadalajara, Jalisco, a 11 de noviembre de 2020



Biól. Santiago Cortés Vázquez
Código: 210510929

Dedicatoria

A mis padres Queta e Ismael
A mi compañera de vida Lizzie
A mis abuelos Lita y Cocón

Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias a una gran cantidad de personas con las que he convivido tanto en lo personal como en lo profesional. No será posible nombrarlas a todas, pero eso no les resta importancia en la realización de este trabajo.

En primer lugar, agradezco a mi directora de tesis la Dra. Mónica Elizabeth Riojas López, por creer en mí y brindarme su amistad y conocimiento. Sin su apoyo no hubiera podido emprender tan increíbles experiencias llenas de enseñanzas y en lugares tan mágicos.

Agradezco a mis padres Ismael Cortés y M. Enriqueta Vázquez, por su comprensión y curiosidad en esta increíble aventura que decidí emprender.

A mis hermanos Sofía e Ismael por sus palabras alentadoras en diferentes situaciones.

A mi compañera de vida Lizett Núñez, por brindarme su cariño y apoyo incondicional en todo momento a lo largo de este proceso.

A mis amigos del Laboratorio de Ecología de Fauna Silvestre, los Llaneros de Ojuelos: David Almanzor, Moisés Montes, Toño Arias, Marco Carrasco, Isis Díaz, Julia Sanchez y Daniel Langarica por su amistad y compañerismo.

A mi amigo y colega David Almanzor, por sus ánimos y ayuda logística durante ocho meses de trabajo de campo, en los que me acompañó durante las pesadas, pero increíbles caminatas nocturnas en busca de anfibios.

Al Dr. Eric Mellink, por su hospitalidad y por recibirme durante mi estancia académica en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE).

A mi comité particular, la Dra. Mónica Elizabeth Riojas López, directora de este proyecto y a mis asesores el Dr. Eric Mellink, el Dr. Daniel Cruz Sáenz y el Dr. Miguel Ángel Muñiz Castro, por sus comentarios atinados y apoyo, que fueron críticos en diferentes etapas del desarrollo de este proyecto.

A mis amigos, de manera especial a Luis Castillo, Francisco Oliva, Sol Pérez, José de Jesús García (Chino), Julio Arias y Alberto Medina, por su camaradería perpetua.

A los propietarios los impresionantes sistemas xeroriparios estudiados: Don Paco Santoyo, Don Enrique Campos, Don Melquiades y a sus familias, por permitirme trabajar en sus tierras brindándome siempre su amistad y confianza.

A la Universidad de Guadalajara y a la Maestría en Ciencias en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas (BIMARENA), por su contribución en mi formación académica.

A la Dra. Patricia Zarazúa y a Juri Mercado por su apoyo logístico y administrativo durante este proceso.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico otorgado para mi manutención durante el transcurso de la maestría.

El financiamiento de este trabajo fue posible gracias a los recursos otorgados por la Universidad de Guadalajara, el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada y fondos personales de la Dra. Mónica Elizabeth Riojas López.

Tabla de contenido

Índice de cuadros	I
Índice de figuras.....	III
Resumen.....	VI
Abstract.....	VII
1 Introducción	8
2 Antecedentes	10
2.1 Amenazas a la biodiversidad.....	10
2.2 Vulnerabilidad e importancia de los anfibios.....	10
2.3 Importancia de los ambientes xeroriparios.....	11
2.4 Morfología de los ambientes xeroriparios.....	12
2.5 Amenazas de los ambientes xeroriparios.....	13
2.6 Anfibios en Los Llanos de Ojuelos	13
3 Hipótesis.....	15
4 Objetivos	16
5 Método	17
5.1 Área de estudio.....	17
5.2 Sitios de estudio	19
5.3 Caracterización geomorfológica de los sistemas xeroriparios.....	21
5.1 Descripción de los sistemas Xeroriparios.....	23
5.2 Muestreo de anfibios	27
5.3 Estructura de la vegetación en los sistemas xeroriparios.....	31
5.4 Cuantificación de parámetros físico-químicos del agua.....	32
5.5 Temperatura y humedad ambiental	33
5.6 Análisis de datos	33
6 Resultados	36
6.1 Condiciones ambientales durante los periodos de muestreo.....	37
6.2 Influencia del sitio en la riqueza de especies y abundancia total de anfibios en los sistemas xeroriparios	38
6.3 Influencia del sitio en las especies que componen el ensamblaje de anfibios	41
6.4 Efecto de la sección en el ensamblaje de anfibios de los sistemas xeroriparios.....	41
6.4.1 Laborcilla	41
6.4.2 Pocito	42
6.4.3 Colorada	45
6.4.4 Acueducto	46
6.5 Atributos estructurales bióticos y abióticos de los sistemas xeroriparios	49

6.6 Influencia de los atributos geomorfológicos en el ensamblaje de anfibios de los distintos sistemas xeroriparios.....	51
6.7 La vegetación y su relación con el ensamblaje de anfibios en los sistemas xeroriparios	53
6.7.1 Laborcilla	53
6.7.2 Pocito	55
6.7.3 Colorada	57
6.7.4 Acueducto	60
6.8 Variables ambientales abióticas: condiciones durante los muestreos	62
6.8.1 Laborcilla	62
6.8.2 Pocito	62
6.8.3 Colorada	63
6.8.4 Acueducto	65
6.9 Efecto de las variables físico-químicas del agua en los atributos de la comunidad de anfibios	66
7 Discusión.....	67
8 Conclusiones	74
9 Literatura citada	75

Índice de cuadros

Cuadro 1. Características geomorfológicas de los sistemas Xeroriparios estudiados en los Llanos de Ojuelos, México.	19
Cuadro 2. Categorías para clasificar la cobertura en los transectos fijos en los sistemas xeroriparios estudiados en Los Llanos de Ojuelos, México.	31
Cuadro 3. Grupos de modelos y las diferentes variables explicativas que lo componen y el proceso usado para conocer su relación con las variables de respuesta.	35
Cuadro 4. Abundancia total (número de individuos) por especie de anfibios registrada en los sistemas xeroriparios estudiados en los Llanos de Ojuelos, México.	36
Cuadro 5. Riqueza y abundancia (número de individuos) de anfibios en los sistemas xeroriparios estudiados en Los Llanos de Ojuelos, México.	38
Cuadro 6. Composición del ensamblaje de anfibios en los sistemas xeroriparios estudiados en los Llanos de Ojuelos.	41
Cuadro 7. Atributos estructurales de las tres secciones del cauce (alta, media y baja) en los cuatro sistemas xeroriparios estudiados en Los Llanos de Ojuelos, México.	49
Cuadro 8. Relación entre los atributos de la comunidad de anfibios y las características geomorfológicas de los sistemas xeroriparios estudiados en los Llanos de Ojuelos, México.	52
Cuadro 9. Efecto del lecho del arroyo en los atributos de la comunidad de anfibios y las especies en particular.	52
Cuadro 10. Relación entre la cobertura de las diferentes formas de crecimiento y el sustrato con la abundancia de las especies más comunes de anfibios, en el sistema xeroripario Laborcilla.	53
Cuadro 11. Relación entre la cobertura de las diferentes formas de crecimiento y el sustrato con la abundancia de las especies más comunes de anfibios, en el sistema xeroripario Pocito.	55
Cuadro 12. Relación entre la cobertura de las diferentes formas de crecimiento y el sustrato con la abundancia de las especies más comunes de anfibios, en el sistema xeroripario Colorada.	58
Cuadro 13. Relación entre la cobertura de las diferentes formas de crecimiento y el sustrato con la abundancia de las especies más comunes de anfibios, en el sistema xeroripario Acueducto.	60

Cuadro 14. Relación entre los atributos de la comunidad de anfibios y las variables ambientales registradas en el sistema xeroripario Laborcilla en los Llanos de Ojuelos, México.	62
Cuadro 15. Relación entre los atributos de la comunidad de anfibios y las variables ambientales registradas en el sistema xeroripario Pocito en los Llanos de Ojuelos, México.	63
Cuadro 16. Riqueza de especies y abundancia total y de las especies registradas en transectos con agua y sin agua superficial en el sistema xeroripario Pocito.	63
Cuadro 17. Relación entre los atributos de la comunidad de anfibios y las variables ambientales registradas en el sistema xeroripario Colorada en los Llanos de Ojuelos, México.	64
Cuadro 18. Riqueza de especies y abundancia total y de las especies registradas en transectos con agua y sin agua superficial en el sistema xeroripario Colorada.	64
Cuadro 19. Relación entre los atributos de la comunidad de anfibios y las variables ambientales registradas en el sistema xeroripario Acueducto en los Llanos de Ojuelos, México.	65
Cuadro 20. Riqueza de especies y abundancia de la comunidad y de las especies registradas en función de la presencia de agua superficial en el sistema xeroripario Acueducto.	66
Cuadro 21. Relación entre los atributos de la comunidad de anfibios y las variables físico-químicas del agua registradas en los sistemas xeroriparios estudiados en los Llanos de Ojuelos, México.	66

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de Los Llanos de Ojuelos (gris) y los sistemas xeroriparios estudiados (puntos).	18
Figura 2. Sistema xeroripario en el municipio Ojuelos de Jalisco, México	18
Figura 3. Diagrama del sistema xeroripario con los ambientes que lo componen y su ubicación respecto al cauce.....	21
Figura 4. Variables a medir para caracterizar la morfología de los sistemas xeroriparios (de acuerdo a Rosgen, 1994) estudiados en Llanos de Ojuelos, México.....	22
Figura 5. Categorías para la clasificación del sustrato en el lecho de los arroyos de los sistemas xeroriparios estudiados en los Llanos de Ojuelos, México.	23
Figura 6. Ambientes en una sección del sistema xeroripario Laborcilla.....	24
Figura 7. Ambientes de una sección del sistema xeroripario Pocito;.....	25
Figura 8. Ambientes de una sección del sistema xeroripario Colorada	26
Figura 9. Ambientes de una sección del sistema xeroripario Acueducto.....	27
Figura 10. Esquema del arreglo espacial de los transectos para el muestreo de anfibios en los sistemas xeroriparios estudiados en los Llanos de Ojuelos, México.	28
Figura 11. Trampas de embudo con cerca de desvío para la captura de anfibios en el ambiente Transición del sistema xeroripario Pocito en los Llanos de Ojuelos, México. 29	
Figura 12. Macho adulto de <i>Dryophytes arenicolor</i> vocalizando en el ambiente Arroyo del sistema xeroripario Acueducto en el mes de julio.	30
Figura 13. Refugio artificial sobre un huizache (<i>Vachellia farnesiana</i>) (Izquierda). <i>Dryophytes eximius</i> haciendo uso de un refugio artificial (derecha) en el ambiente Adyacente en el sistema xeroripario Pocito durante el muestreo de octubre en los Llanos de Ojuelos, México.	31
Figura 14. Estación microclimática compuesta de un “data logger” (EI-USB-2-LCD) dentro de un contenedor de plástico, sujeto a una palma china (<i>Yucca decipiens</i>).	33
Figura 15. Variación de la temperatura ambiental (°C), humedad relativa (%) y precipitación (mm) mensual durante el periodo de muestreo en 2019.	37

Figura 16. Variación espacial de la riqueza de especies y abundancia (número de individuos; promedio \pm desviación estándar) de anfibios en los distintos ambientes por sitio.....	39
Figura 17. Variación temporal de la riqueza y abundancia total (número de individuos) de anfibios.....	40
Figura 18. Abundancia promedio (\pm desviación estándar) de <i>Dryophytes eximius</i> en las tres secciones del cauce del sistema Laborcilla.	42
Figura 19. Abundancia promedio (\pm desviación estándar) de anfibios en las secciones del cauce del sistema xeroripario Pocito.	43
Figura 20. Abundancia promedio (\pm desviación estándar) de <i>Dryophytes eximius</i> , <i>Lithobates montezumae</i> y <i>Spea multiplicata</i> en las tres secciones del sistema xeroripario Pocito.	44
Figura 21. Abundancia promedio del ensamblaje de anfibios (\pm desviación estándar) en las secciones del cauce del sistema Colorada.....	45
Figura 22. Variación espacial de la abundancia promedio (\pm desviación estándar) de dos especies de anfibios en las secciones del cauce del sistema Colorada.	46
Figura 23. Abundancia promedio (\pm desviación estándar) de anfibios en las secciones del cauce del sistema Acueducto.	47
Figura 24. Variación espacial de la abundancia promedio (\pm desviación estándar) de dos especies de anfibios en las secciones del cauce del sistema Acueducto.....	48
Figura 25. Perfiles geomorfológicos de las secciones alta, media y baja en los sistemas xeroriparios Laborcilla y Pocito en los Llanos de Ojuelos, México.....	50
Figura 26. Perfiles geomorfológicos de las secciones alta, media y baja en los sistemas xeroriparios Colorada y Acueducto en los Llanos de Ojuelos, México.	51
Figura 27. Variación temporal de la cobertura de las diferentes formas de crecimiento y sustrato el cauce (Arroyo y Transición) en las secciones alta, media y baja del sistema xeroripario Laborcilla.	54
Figura 28. Variación temporal de la cobertura de las diferentes formas de crecimiento y sustrato en el ambiente adyacente del sistema xeroripario Laborcilla.....	54
Figura 29. Variación temporal de la cobertura de las diferentes formas de crecimiento y sustrato en el cauce (Arroyo y Transición) en las secciones alta, media y baja del sistema xeroripario Pocito.	56

Figura 30. Variación temporal de la cobertura de las diferentes formas de crecimiento y sustrato a en el ambiente Adyacente del sistema xeroripario Pocito.	56
Figura 31. Variación temporal en la cobertura de las formas de crecimiento y sustrato expuesto en el cauce (Arroyo y Transición) de las secciones alta, media y baja del sistema xeroripario Colorada.	59
Figura 32. Variación temporal en la cobertura de las formas de crecimiento y sustrato expuesto en el ambiente Adyacente del sistema xeroripario Colorada.	59
Figura 33. Variación temporal y espacial de la cobertura de las diferentes formas de crecimiento de la vegetación y el sustrato expuesto en los ambientes del cauce (Arroyo y Transición) de las secciones alta, media y baja del sistema xeroripario Acueducto.	61
Figura 34. Variación temporal en la cobertura de las formas de crecimiento y sustrato expuesto en el ambiente Adyacente del sistema xeroripario Acueducto.	61

Índice de apéndices

Apéndice 1. Modelos lineales generalizados considerando el efecto del sitio sobre atributo del ensamblaje de anfibios en los sistemas xeroriparios.	85
Apéndice 2. Modelos lineales generalizados considerando el efecto del sitio sobre el ensamblaje de anfibios en los distintos ambientes de los sistemas xeroriparios.	85
Apéndice 3. Modelos lineales generalizados considerando el efecto del sitio sobre las especies que componen el ensamblaje de anfibios.	86
Apéndice 4. Modelos lineales generalizados considerando el efecto de la sección sobre el ensamblaje de anfibios dentro de cada sistema xeroripario.	86
Apéndice 5. Modelos lineales generalizados considerando el efecto de las variables geomorfológicas de los sistemas xeroriparios sobre el ensamblaje de anfibios.	88
Apéndice 6. Modelos lineales generalizados considerando el efecto de la vegetación sobre el ensamblaje de anfibios en los sistemas xeroriparios.	90
Apéndice 7. Modelos lineales generalizados considerando el efecto de las variables abióticas sobre el ensamblaje de anfibios en los sistemas xeroriparios.	96
Apéndice 8. Modelos lineales generalizados considerando el efecto de las variables físico-químicas del agua sobre el ensamblaje de anfibios en los sistemas xeroriparios.	101

Resumen

Dentro de los vertebrados terrestres, los anfibios son considerados el grupo más amenazado a nivel mundial, debido en gran parte a las características peculiares de su historia de vida. Debido a su fuerte dependencia por cuerpos de agua para completar su ciclo de vida, en ambientes xéricos los sistemas xeroriparios son un hábitat clave para su conservación, pero, a pesar de ello, su estudio se ha enfocado en ambientes húmedos o húmedos más que en zonas áridas y semiáridas. Sin embargo, la presión antrópica sobre estos ambientes es alta y continúa incrementándose por la expansión agropecuaria y urbana. Tal es el caso de Los Llanos de Ojuelos, una región semiárida y fuertemente transformada en el sur del Altiplano Mexicano. Aun así, la región mantiene un conjunto considerable de vertebrados terrestres silvestres, dentro del cual los anfibios han sido el grupo menos estudiado y poco se sabe de su relación con la dinámica de los sistemas xeroriparios. El propósito de este trabajo fue documentar la diversidad de anfibios en cuatro sistemas xeroriparios y entender como varía su composición en función de la estacionalidad y las características físicas y bióticas propias de cada sistema. Para ello realicé muestreos de abril a noviembre de 2019 en el cauce y ambientes adyacentes en cuatro sistemas xeroriparios, en los cuales documenté la presencia de anfibios y describí la geomorfología, la cobertura vegetal y cuantifiqué variables climáticas del sitio y físico-químicas del agua. Registré 330 individuos pertenecientes a siete especies y cinco familias de Anuros. El 91 % de la abundancia estuvo repartida entre tres especies: *Dryophytes arenicolor*, *D. eximius* y *Lithobates montezumae*. La composición de los ensamblajes varió notablemente entre sistemas. La estación tuvo un efecto importante en la presencia y abundancia de las especies principalmente en los ambientes adyacentes, lo que además se reflejó en un desplazamiento del ensamblaje entre los distintos ambientes. La relación de las variables tanto bióticas como abióticas varió de manera considerable entre especies y entre los distintos sistemas xeroriparios estudiados. Los resultados mostraron que la heterogeneidad en la estructura de los sistemas y a lo largo de cada uno de ellos jugó un papel crítico para la conservación de la comunidad de anfibios ya que estuvo relacionada con la presencia de distintas especies con distintos hábitos. En conjunto los cuatro sistemas xeroriparios albergaron al 78 % de las especies potenciales de anfibios de la región.

Abstract

Among terrestrial vertebrates, amphibians are considered the most threatened group, mostly due to peculiar characteristics of their life history. Due to their strong dependence on waterbodies to complete their life cycle, xeroriparian systems are a key habitat for their conservation but, despite this, most studies about this group tend to have focused on mesic or humid environments rather than on arid and semiarid regions. This is troublesome as anthropic pressure on these environments is high and continues to rise with agriculture and urban expansion. Los Llanos de Ojuelos, is a semiarid region in the southern part of the Mexican Plateau, highly transformed where cattle ranching and agriculture are the main economic activities. Even so, this region still retains a considerable ensemble of wild terrestrial vertebrates, of which amphibians have been the less studied group and little is known about their relationship with the dynamics of the xeroriparian systems. The purpose of this work was to document the diversity of amphibians in four xeroriparian systems and to untangle how their composition changed as a function of season and the abiotic and biotic characteristics of each system. To accomplish this, I surveyed from April to November 2019 in the stream channel of four xeroriparian systems and their adjacent environments, in which I documented the presence of amphibians and described the geomorphology, vegetal cover, and quantified environmental variables of the sites and physical/chemical properties of the water. I recorded 330 individuals of seven species and five families of Anurans. Ninety-one percent of the abundance was represented by three species: *Dryophytes arenicolor*, *D. eximius* and *L. montezumae*. The composition of the assemblages varied notably between systems. The season had an important effect in the presence and abundance of the species mainly in the adjacent environments, which also was reflected in the movement of amphibians between the different environments. The relationship of biotic and abiotic variables varied considerably between species and between systems. Results proved that structural heterogeneity of the system and along each one of them plays a critical role for the conservation of the amphibian community as it influences the presence of different amphibian species with different habits. Together, the systems studied supported 78 % of the potential amphibian species for this region.

1 Introducción

Las regiones xéricas se caracterizan por tener una tasa de evaporación mayor que de precipitación, lo que resulta en una disponibilidad de agua inconstante que usualmente se encuentra restringida a la temporada de lluvias (Jolly et al., 2006). Por tal razón, los sistemas riparios en estas regiones (xeroriparios), con frecuencia se encuentran asociados con un arroyo efímero o intermitente (Zaimes et al., 2010; Datry et al., 2017), lo que los vuelve particularmente complejos en cuanto a su estructura y dinámicas hídricas. Sin embargo, la intermitencia en la disponibilidad de agua en estas regiones implica también que la presión antrópica sobre estos sistemas sea mayor que en ambientes méxicos o húmedos (Sponseller y Fisher, 2006).

La fauna que habita estas regiones se ha adaptado para soportar los largos periodos de sequía haciendo uso de diferentes estrategias y los anfibios no son la excepción (McClanahan et al., 1994). Su condición ectotérmica, piel altamente permeable y movilidad reducida son aspectos críticos de su historia de vida, que los vuelve fuertemente dependientes de cuerpos de agua y vulnerables a la modificación de su hábitat, lo que los ubica como el grupo de vertebrados más amenazado a nivel mundial (IUCN, 2018).

Debido a las distintas funciones ecológicas que aportan los sistemas xeroriparios, como la disponibilidad de refugio y el recurso hídrico, estos hábitats podrían ser una pieza clave para la conservación de los ensamblajes de anfibios. Sin embargo, los estudios ecológicos de estos sistemas y de los anfibios suele enfocarse en regiones ambientes méxicos y húmedos (Myers et al., 2000; Sánchez-Montoya et al., 2017; Roth-Monzón et al., 2018), por lo que las decisiones orientadas a la conservación con un enfoque biológico se obstaculizan debido a un importante hueco de información.

En la subprovincia fisiográfica de Los Llanos de Ojuelos, una región semiárida ubicada en el sur del Altiplano Mexicano, el paisaje ha sido fuertemente modificado debido en gran parte al desarrollo agropecuario (Riojas-López y Mellink, 2005). Entre el paisaje conformado principalmente por huertas, pastizales para pastoreo y matorrales xerófilos, destacan los sistemas xeroriparios, que se aprecian como franjas de vegetación más densa y vigorosa a manera de corredores que se han formado por la presencia de arroyos, aunque sean intermitentes.

Pese a la fuerte transformación del paisaje, la región aún mantiene un importante conjunto de vertebrados terrestres (Riojas-López y Mellink, 2006; Mellink et al., 2017; Riojas-López et al., 2018; Riojas-López et al., 2019), dentro del cual los anfibios representan uno de los grupos menos estudiados. Ante las condiciones ambientales altamente cambiantes y la transformación antrópica de la región, los sistemas xeroriparios podrían ser críticos para el mantenimiento de sus poblaciones.

En este trabajo, me enfoqué en conocer el papel que tienen los sistemas xeroriparios en condicionar la composición y dinámicas del ensamblaje de anfibios en el sur del Altiplano Mexicano, para lo cual planteé las siguientes preguntas a responder: ¿Cuáles especies de anfibios habitan los sistemas xeroriparios y sus ambientes adyacentes en la región? ¿De qué manera cambia el ensamblaje de anfibios estacionalmente dentro de estos sistemas? ¿Y qué factores influyen la composición y abundancia de los anfibios en los sistemas xeroriparios? Al responder estas preguntas se generó información básica que es crítica para entender las dinámicas estacionales y espaciales de los anfibios y que, además, podrá servir como base para realizar monitoreos futuros de las poblaciones de anfibios y para la toma de decisiones donde se involucre el manejo de los sistemas xeroriparios con un enfoque ecológico y de conservación.

2 Antecedentes

2.1 Amenazas a la biodiversidad

En los últimos 50 años, el humano ha alterado los ecosistemas de manera más rápida y extensa que en toda la historia de la humanidad debido a un modelo de desarrollo económico donde el uso de los servicios ecosistémicos es excesivo (MEA, 2005). Asimismo, la introducción de especies exóticas, la contaminación, el cambio de uso de suelo y la pérdida de los ecosistemas actúan en sinergia con el cambio climático amenazando la conservación de la biodiversidad a nivel mundial (MEA, 2005, Ellis et al., 2010; Dornelas et al., 2014). Tal ha sido la influencia antrópica en la cobertura del suelo, el ciclo biogeoquímico, la calidad del agua y en la diversidad biológica que se ha denominado la época actual como Antropoceno (Lewis y Maslin, 2015). A nivel mundial se considera que el 19 % de las especies de vertebrados se encuentran en riesgo de supervivencia (Baillie et al., 2010)

2.2 Vulnerabilidad e importancia de los anfibios

Los anfibios son el grupo de vertebrados más amenazado a nivel global y se estima que aproximadamente dos tercios de las especies se encuentran bajo alguna categoría de riesgo (IUCN, 2018). Su condición ectotérmica, ciclo de vida difásico y su movilidad reducida son aspectos de su historia de vida críticos pues los vuelve particularmente vulnerables a los cambios ambientales y a la alteración de su hábitat (Wells, 2007; Wilson et al., 2013). Durante los últimos 30 años sus poblaciones han sufrido disminuciones considerables (Becker et al., 2010; Lips et al., 2008; Mendelson, 2011; Arntzen et al., 2017), incluso en áreas protegidas o con poca actividad humana. Diversos estudios sugieren que estas disminuciones están relacionadas con intervenciones directas del humano como la introducción de especies y la destrucción de los hábitats (Blaustein y Wake, 1995), e indirectas como el calentamiento regional, los aumentos de la radiación UV y enfermedades como la quitridiomycosis (Blaustein y Wake 1995; Lips et al., 2001, 2008; Araújo et al., 2006).

Los anfibios participan activamente en diferentes funciones de los ecosistemas, tales como regulación de la abundancia de invertebrados y algas a través de la

depredación/consumo durante sus diferentes estadios de vida, funcionando como un puente en el flujo de energía entre ambientes acuáticos y terrestres (Stebbins y Cohen, 1997; Wells, 2007; Fritz y Whiles 2018). También son indicadores de calidad ambiental (Pollet y Bendell-Young, 2000; Díaz-García et al., 2017). A pesar de que los anfibios se distribuyen ampliamente en diferentes ecosistemas, los estudios sobre ellos han privilegiado los ambientes tropicales y templados húmedos (Myers et al., 2000; Roth-Monzón et al., 2018), dejando de lado los ambientes áridos y semiáridos.

A nivel mundial las regiones áridas y semiáridas albergan al 25 % de especies de vertebrados (MEA, 2005) y en México ocupan alrededor del 60 % del territorio nacional (Rzedowski, 2006). En la actualidad, estas regiones experimentan incrementos en la temperatura y déficits de precipitación más agudos que otras regiones no polares. Lamentablemente, estos cambios ocurren más rápido que la respuesta evolutiva y de adaptación a las tolerancias fisiológicas de los anfibios (Griffis-Kyle et al., 2018), por lo que se esperan efectos negativos en sus poblaciones en estos ambientes. Los investigadores que han estudiado anfibios en zonas áridas o semiáridas coinciden en la necesidad de obtener datos precisos sobre el estado actual de sus poblaciones, los hábitats que utilizan y los factores que influyen en su diversidad (Dayton y Fitzgerald, 2001; Battin, 2004; Dayton et al., 2004; Cruz-Elizalde et al., 2016; Roth-Monzón et al., 2018).

2.3 Importancia de los ambientes xeroriparios

Los ambientes riparios han tenido una gran cantidad de definiciones (Naiman et al., 2005). En este trabajo consideré como sistema ripario a la zona de vegetación a lo largo de un arroyo efímero, intermitente o permanente, con composición y densidad de la vegetación diferentes de las de los hábitats adyacentes (Levick et al., 2008), y que representa la interface entre los ecosistemas terrestre y acuático (Gergory et al., 1991; Rosgen, 1994; Naiman et al., 2005). En regiones áridas y semiáridas, donde la tasa de evaporación es mayor que la de precipitación (Jolly et al., 2008), los hábitats riparios se denominan xeroriparios (Datry et al., 2017). Los ambientes xeroriparios comprenden una pequeña proporción del área total de los ambientes semiáridos (Levi y Fehmi, 2014), pero son peculiarmente importantes para la fauna ya que proveen cobertura vegetal permanente (Sponseller y Fisher, 2006) y más densa que los hábitats adyacentes (Zaimes et al., 2010; Lytle et al., 2017), por lo que sirven como

reservorios de humedad (Belnap y Pihllis, 2001) y promueven la conectividad hidrológica y biológica (Costigan et al., 2017). Además, funcionan como un amortiguador de sedimentos incluyendo contaminantes (Naiman et al., 2005), participando así en mantener la calidad y cantidad de agua que llega y recorre el canal. Debido a que estos ambientes están perdiendo humedad constantemente y la presencia de agua superficial suele estar restringida a la temporada de lluvias, sus corrientes con frecuencia son efímeras o intermitentes (Levy y Fehmi., 2014).

Los anfibios que habitan regiones áridas y semiáridas se benefician de los hábitats xeroriparios ya que les proveen un hábitat de buena calidad (Rojas-Ahumada y Menin., 2010; Gómez et al., 2017), donde encuentran refugio, alimento y agua, elementos vitales para completar su ciclo de vida (Brode y Bury, 1984; Smelitsch y Bodie, 2003; Griffis-Kyle et al., 2018). Por ello, los ambientes xeroriparios podrían jugar un papel crítico para la conservación de este grupo biológico (Semlitsch y Bodie, 2003; Davis., 2013; Kiesow y Griffis-Kyle, 2017).

2.4 Morfología de los ambientes xeroriparios

Los ríos y arroyos se han clasificado utilizando diferentes atributos como su desarrollo (jóvenes, maduros y viejos) (Davis., 1899), sus patrones del cauce (rectos, serpenteantes y ramificados) (Leopold y Wolman, 1957), posteriormente se comenzaron a agregar atributos como la pendiente, vegetación, sinuosidad y profundidad del cauce entre otros. Sin embargo, los sistemas de clasificación usados a nivel mundial (e.g. Rosgen, 1994; Tooth y Nanson, 2001) están basados en arroyos permanentes por lo que deben usarse con cautela en arroyos efímeros o intermitentes.

Las características morfológicas de un ambiente xeroripario como la sinuosidad, tamaño de la planicie de inundación y del canal, el tipo de sustrato de conforma el lecho y su pendiente participan directamente en sus procesos hidrológicos y bióticos, entre los que se incluye la conectividad longitudinal, lateral y vertical (Costigan et al., 2017), la intermitencia o permanencia de agua y, por lo tanto, la humedad, el establecimiento de vegetación riparia y sus funciones como amortiguadores de sedimentos incluyendo contaminantes (Naiman et al., 2005). Debido a ello estos hábitats tienen implicaciones importantes para las comunidades de anfibios.

2.5 Amenazas de los ambientes xeroriparios

En la actualidad, el cambio climático y el crecimiento de la población humana significan un aumento en la presión antrópica sobre los cuerpos de agua, principalmente a través de la limpieza de bordes y modificaciones al cauce con fines agropecuarios y de urbanización (Faber et al 1989; Chiu et al., 2017). Estas actividades alteran la cobertura vegetal y la calidad y cantidad de agua disponible, lo que vuelve a los anfibios y a la fauna en general más vulnerables a enfermedades, a la deshidratación y a los depredadores tanto nativos como introducidos (Solis et al., 2010; Costigan et al., 2017; Kiesow y Griffis-Kyle, 2017).

El valor ecológico de los ambientes xeroriparios, principalmente los asociados con arroyos efímeros (Datry et al., 2017; 2017b), ha sido pasado por alto en los programas de conservación y manejo del ambiente, principalmente debido a que su estudio es complicado ya que se encuentran en un “hueco o limbo” entre la ecología terrestre y acuática. Ello tiene como consecuencia, que se han realizados pocos trabajos enfocados a anfibios en estos ambientes (Sánchez-Montoya et al., 2017). En contraste, la teoría ecológica que circunda a estos ambientes está basada principalmente en sus contrapartes de ambientes húmedos (Rodríguez-Lozano et al., 2019), por lo que no podría reflejar adecuadamente los procesos en las zonas áridas y semiáridas. Este vacío de conocimiento sobre la ecología de los anfibios y sus amenazas potenciales en ambientes xeroriparios limita las decisiones para implementar estrategias de conservación ante el actual escenario de cambio global (Datry et al., 2017b).

2.6 Anfibios en Los Llanos de Ojuelos

La subprovincia fisiográfica Los Llanos de Ojuelos es un ambiente semiárido donde existen pocos esfuerzos de conservación de las comunidades biológicas (Riojas-López y Mellink, 2006). Solo escasos trabajos existen sobre los anfibios de la región, de los que se han registrado nueve especies (Smith y Taylor 1945; Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005; Riojas-López y Mellink, 2006; Carbajal-Márquez y Quintero-Díaz, 2014; Cruz-Sáenz et al 2017). Sin embargo, ninguno de estos trabajos ha sido dirigido expresamente a los ambientes xeroriparios.

Algunas especies de la región, como es común en ambientes semiáridos, tienen hábitos fosoriales (*Ambystoma velascii*, *Spea multiplicata*, *Anaxyrus compactilis*, *Smilisca*

dentata) u otras estrategias para evitar la deshidratación como compartir refugio con otros individuos (*Dryophytes eximius* y *D. arenicolor*) (Roth-Monzon et al., 2018). Las especies de la región que no están restringidas a los remanentes de agua durante todo el año, como lo hace *Lithobates* spp., suelen minimizar su tiempo de actividad para evitar la deshidratación. Un buen ejemplo de este comportamiento es *Spea multiplicata*, que solo se encuentra activa durante o después de lluvias intensas (Dorcas et al., 2009).

En la región se encuentran especies bajo la categoría de “amenazada” por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*Smilisca dentata*) y otras bajo “protección especial” (*Lithobates montezumae* y *Ambystoma velasci*) (SEMARNAT, 2010). Para algunas de estas especies los sistemas xeroriparios podrían ser una pieza clave para el mantenimiento de sus poblaciones, sin embargo, antes de poder realizar trabajos enfocados a su monitoreo, es crítico conocer la diversidad actual de los anfibios en la región y conocer su relación con las características de los hábitats que utilizan (Roth-Monzón et al., 2018).

3 Hipótesis

1 En los sistemas xeroriparios de Los Llanos de Ojuelos hay un reparto espacial y temporal en el que las especies generalistas estarán presentes durante todo el año, pero restringidas al cauce durante la estación seca, mientras que las especies más crípticas o con hábitos fosoriales están activas solo durante la estación de lluvias y no estarán restringidas al cauce.

2 Hay una mayor riqueza y abundancia de anfibios en los sistemas xeroriparios que favorecen la acreción de sedimentos (e.g. con menor pendiente y planicie de inundación más amplia) que en aquellos sistemas que favorecen la erosión de los sedimentos del sustrato.

4 Objetivos

1 Describir el patrón espacial y temporal en la composición del ensamblaje de anfibios en cuatro sistemas xeroriparios y sus ambientes adyacentes en Los Llanos de Ojuelos.

2 Establecer la relación entre la morfología y variables ambientales de los sistemas xeroriparios y la composición de los ensamblajes de anfibios.

5 Método

5.1 Área de estudio

La subprovincia fisiográfica Los Llanos de Ojuelos se localiza en la parte sur del Altiplano Mexicano (Fig. 1); presenta un clima semiárido templado con una precipitación anual entre 400 y 700 mm, la mayor parte de la cual cae entre los meses de junio y septiembre. La temperatura media anual varía entre 16 y 18°C, con una mínima de -2°C en enero y una máxima de 32°C en mayo (INEGI, 2010). Para la región se han delimitado tres estaciones climáticas (Mellink et al., 2016): seca-fría (octubre-febrero), seca-cálida (marzo-abril) y lluvias (junio-septiembre). La vegetación silvestre del paisaje regional está dominada por pastizales, donde destacan especies de los géneros *Bouteloua*, *Aristida*, *Eragrostis* y *Muhlenbergia*, y matorrales xerófilos formados por especies de los géneros *Opuntia*, *Yucca*, *Vachellia* y *Mimosa* (Rzedowski, 2006). En menor proporción se encuentran manchones de encinos de porte bajo (*Quercus* spp.) y de *Juniperus deppeana* y los cuales se encuentran en laderas, cañadas y a las orillas de los arroyos efímeros o intermitentes. En esta región los sistemas xeroriparios son elementos que resaltan del paisaje, y en los que suelen encontrarse especies de los géneros *Salix*, *Baccharis*, *Schinus* y *Quercus* formando corredores de vegetación perenne y más exuberante que en los ambientes adyacentes (Fig. 2).

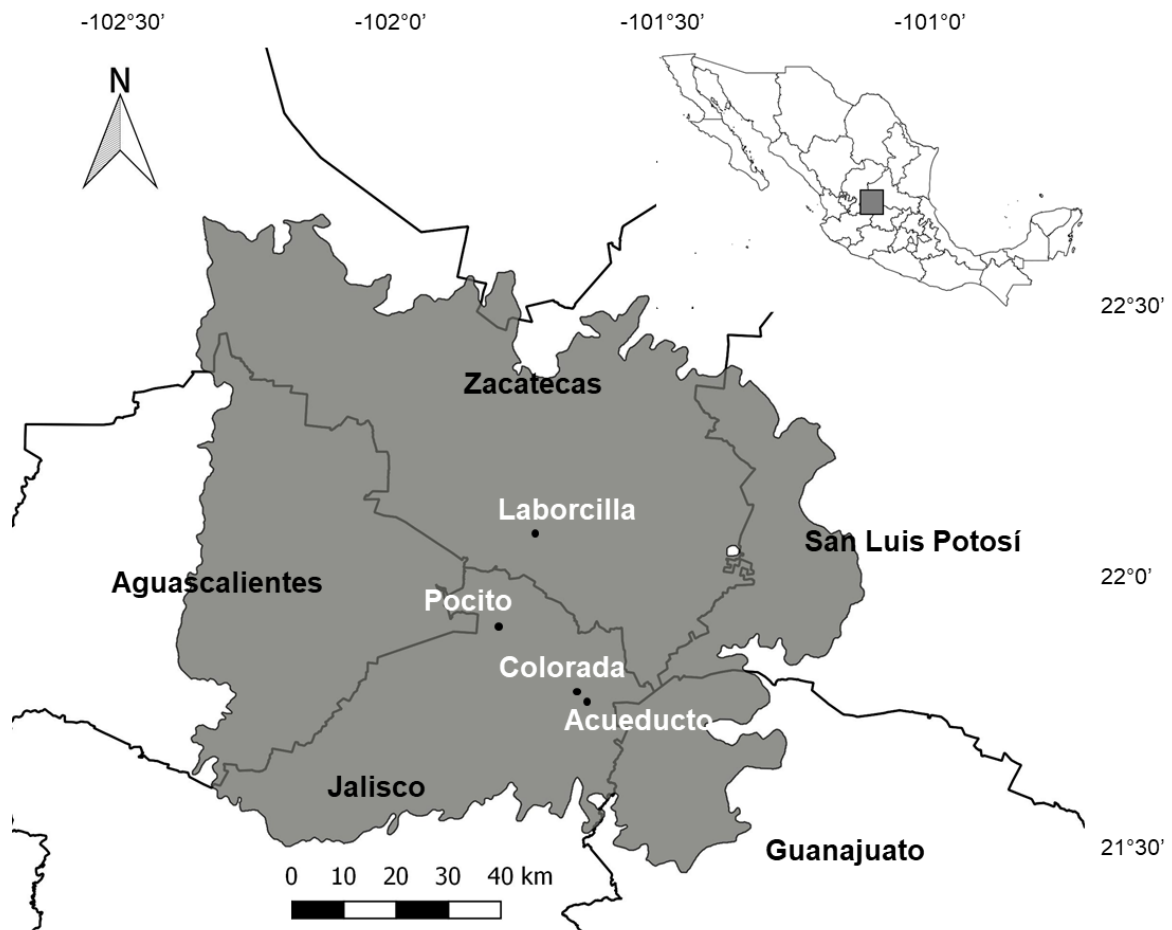


Figura 1. Ubicación de Los Llanos de Ojuelos (gris) y los sistemas xeroriparios estudiados (puntos).

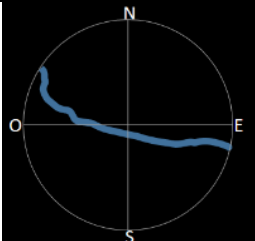
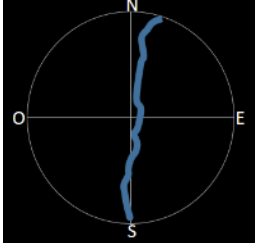
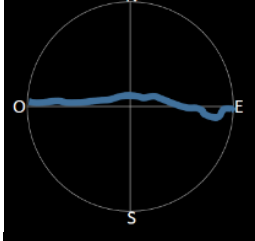
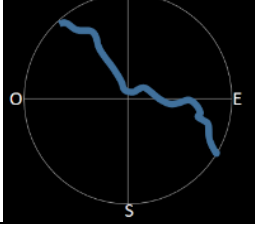


Figura 2. Sistema xeroripario en el municipio Ojuelos de Jalisco, México

5.2 Sitios de estudio

Seleccioné cuatro sitios de estudio durante una prospección exploratoria y me basé en dos criterios para tal fin: los sitios debían tener (1) un sistema xeroripario bien definido con vegetación perenne y morfología diferentes a las de los ambientes cercanos sin influencia del arroyo y, (2) accesibilidad durante todo el periodo de muestreo. Esta última característica es importante porque en la temporada de lluvia puede no ser posible acercarse a algunos arroyos. Tres de los cuatro sistemas seleccionados se encuentran en el estado de Jalisco y uno en Zacatecas (Cuadro 1, Fig. 1).

Cuadro 1. Características geomorfológicas de los sistemas Xeroriparios estudiados en los Llanos de Ojuelos, México.

Sitio	Municipio	Coordenadas (en la parte media del cauce)	Elevación (msnm)	Orientación del arroyo
Laborcilla	Pinos, Zacatecas	22° 05.531', -101°43.554'	2282	
Pocito	Pinos, Zacatecas	21°55.013', -101°47.539'	2216	
Colorada	Ojuelos de Jalisco, Jalisco	21°47.802', -101°38.302'	2274	
Acueducto	Ojuelos de Jalisco, Jalisco	21°47.520', -101°37.624'	2255	

Una vez que seleccioné los sitios, delimité tres secciones dentro de cada uno de ellos, a las cuales denominé: alta, media y baja en función de su ubicación en el sistema. Estas se encontraban separadas entre sí al menos por 50 metros. La descripción detallada de la morfología y características de la vegetación de cada sección de los sistemas xeroriparios se encuentra en el apartado de resultados. Dentro de cada una de estas secciones delimité tres ambientes a estudiar: Arroyo, Adyacente y Transición. Esta división obedeció a que los sistemas xeroriparios son muy dinámicos, como también lo son las especies de anfibios que los usan. Éstas podrían restringirse a usar solo el canal activo del arroyo durante la estación seca o a ampliar su área de actividad más allá del arroyo en la época de lluvia. De aquí en adelante usaré el término “sistema xeroripario” para referirme a la unidad de estudio, la que a su vez está compuesta de tres ambientes: Arroyo, Transición y Adyacente y el término “cauce” para referirme únicamente a los ambientes con influencia directa del agua del cauce: Arroyo y Transición.

Ambiente Arroyo (Ar), es el canal activo y la zona inmediata a este, cuya vegetación está determinada por el agua del arroyo (superficial y subterránea). Se caracteriza por la presencia de especies de porte arbóreo, vegetación con mayor densidad, vigor y con una composición diferente en comparación con el ambiente adyacente.

Ambiente Adyacente (Ad), aquí predominan zacates y otras herbáceas con arbustos dispersos o especies propias de los matorrales xerófilos de la región que no dependen del agua del arroyo para su desarrollo.

Ambiente Transición (Tr). El ambiente que se encuentra entre los dos anteriores que tiene influencia del arroyo, pero tiene elementos vegetales del Arroyo y el Adyacente, pero de diferente vigor. Se reconoce morfológicamente porque se encuentra entre el final de la planicie de inundación y el inicio del Adyacente (Fig. 3).

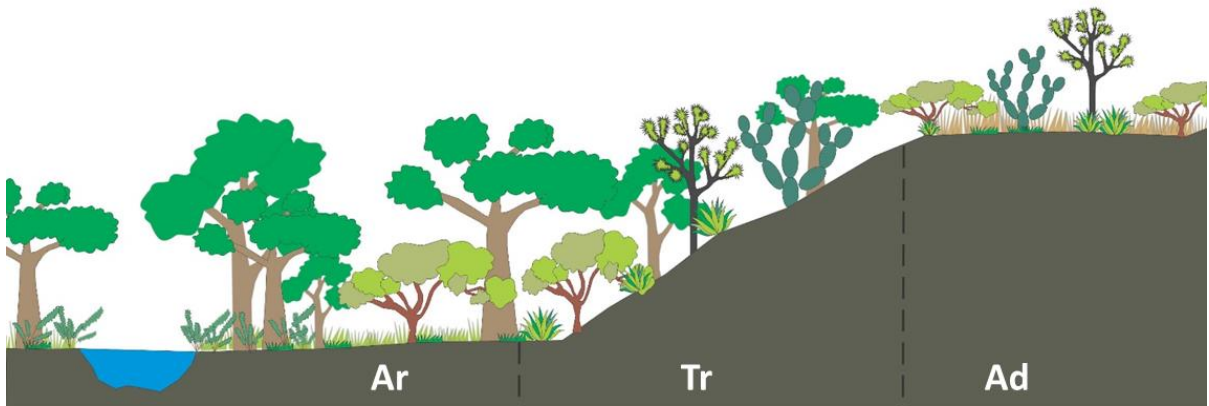


Figura 3. Diagrama del sistema xeroripario con los ambientes que lo componen y su ubicación respecto al cauce. Arroyo (Ar), Transición (Tr) y Adyacente (Ad).

5.3 Caracterización geomorfológica de los sistemas xeroriparios

Debido a las implicaciones que tienen las diferentes características geomorfológicas de los sistemas xeroriparios en las dinámicas de flujo y de sedimento y por tanto en la biota asociada, decidí complementar la descripción de los sistemas con las siguientes variables: profundidad del canal (PC); anchura del canal de desborde (ACD), ancho (ACI) y alto de la planicie de inundación (API; Fig. 4); grado de atrincheramiento que se obtiene de la relación entre el ancho del nivel de inundación y del nivel de desborde; relación entre el nivel de desborde con su profundidad, el sedimento del lecho, pendiente y sinuosidad (Rosgen 1994). Para registrar las medidas utilicé una cinta métrica de 50 m de largo y una vara graduada.

El nivel de desborde lo delimité por el depósito de sedimentos, la forma del canal y la vegetación perenne asociada, Después, duplicando el valor de PC obtuve el API. El grado de atrincheramiento lo calculé con base en ACI / ACD y la relación Ancho/profundo con base en ACI/ACD (Fig. 4).

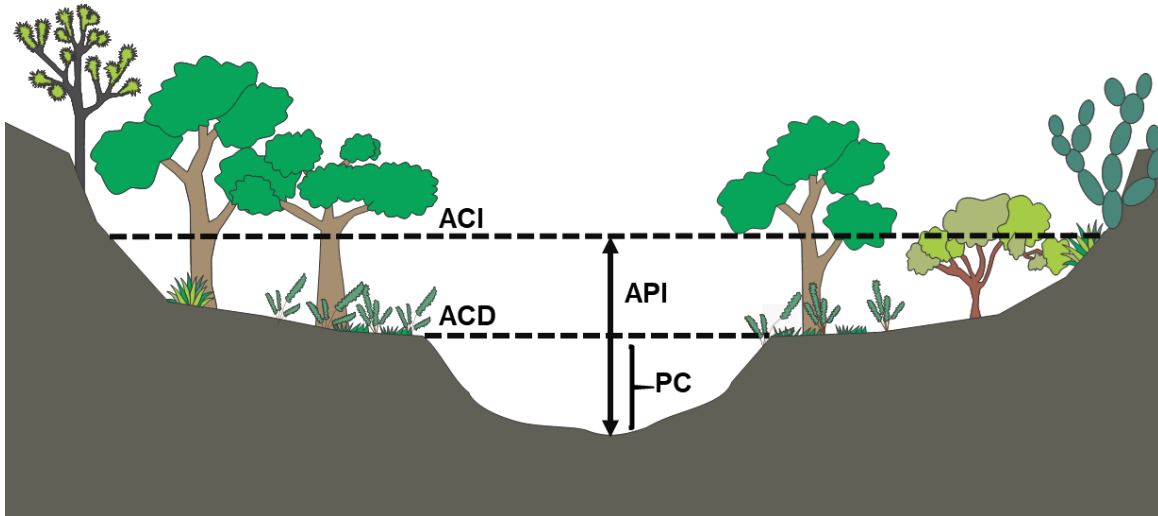


Figura 4. Variables a medir para caracterizar la morfología de los sistemas xeroriparios (de acuerdo a Rosgen, 1994) estudiados en Llanos de Ojuelos, México. PC: profundidad del canal activo; API: profundidad del canal de la planicie de inundación; ACD: ancho del canal a nivel de desborde (canal activo); ACI: Ancho del canal a nivel de planicie de inundación.

Para definir el tipo de sustrato del lecho del arroyo utilicé una las siguientes categorías: roca cuando el elemento rocoso media más de 25.4 cm de largo en alguna de sus dimensiones; canto rodado de 6.35 a 25.4 cm; grava de 0.2 a 6.35 cm; arena de 0.1 a 0.2 cm; y cuando el elemento fue menor de 0.1 cm lo consideré arcilla o limo (Rosgen, 1994). Para determinar el tamaño de las partículas utilicé una regla estándar de 30cm. En los casos que el elemento rocoso formaba una capa en el lecho del arroyo lo consideré como cama rocosa (Fig. 5).

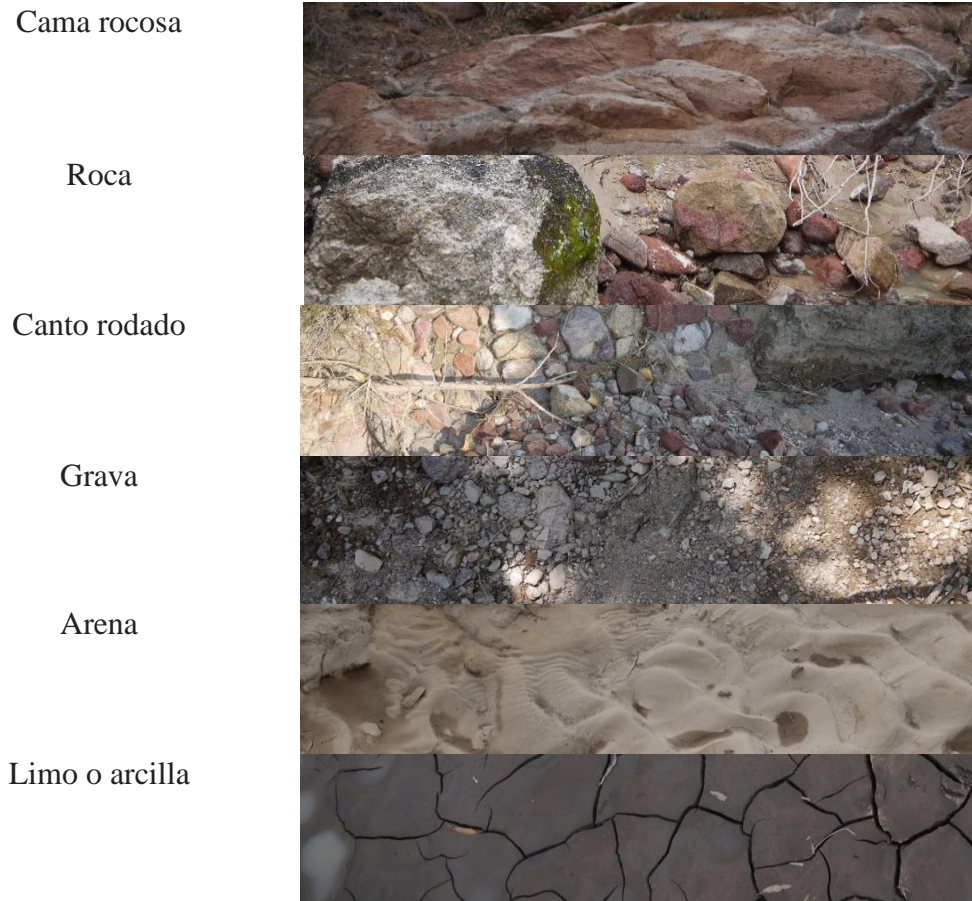


Figura 5. Categorías para la clasificación del sustrato en el lecho de los arroyos de los sistemas xeroriparos estudiados en los Llanos de Ojuelos, México.

5.1 Descripción de los sistemas Xeroriparios

A continuación describo de manera general la morfología del cauce y la vegetación de cada uno de los sistemas estudiados y sus ambientes. La descripción detallada de estos atributos dentro de cada sección (alta, media y baja) se encuentra en el apartado de resultados.

Laborcilla (Fig. 6): Este sistema es morfológicamente accidentado y se encuentra encañonado. Tiene una pendiente relativamente alta, en promedio de 6.1°, con variaciones desde 3.6° hasta 8.6°. Esto hace que el canal tenga una forma atrincherada y una planicie de inundación angosta. La profundidad promedio del canal activo es de 0.7 m y su anchura promedio, 2.6 m. El lecho dominante en este sistema es roca y canto rodado y en las partes más bajas arena, lo que propicia que no haya retención del agua superficial durante mucho

tiempo y los flujos avancen de forma escalonada hasta llegar al valle. Hay presencia esporádica de ganado en este sitio, principalmente caprino y en menor medida bovino.

La vegetación del ambiente Arroyo está dominada por elementos arborescentes como juniperus (*Juniperus deppeana*), y encinos de porte bajo (*Quercus* spp.), en el estrato arbustivo es común la vara dulce (*Eysenhardtia polystachya*), huizaches y gatuño. Los elementos herbáceos más comunes son zacates amacollados como *Muhlenbergia rigida* y *Melinis repens* (Fig. 6A). El ambiente Adyacente se encuentra dominado por elementos arborescentes y arbustivos como palma china, huizaches y nopales, en menor densidad hay juniperus y encinos de porte bajo, pero de menor vigor que en el Arroyo y la Transición. El estrato herbáceo se encuentra dominado por zacates amacollados de la misma especie que en el Arroyo (Fig. 6C). La Transición presenta elementos de ambos ambientes, pero a diferencia de los otros sitios se encuentra en laderas accidentadas con pendientes pronunciadas, las que fácilmente se deslavan (Fig. 6B).



Figura 6. Ambientes en una sección del sistema xeroripario Laborcilla; Ar: Arroyo, Tr: Transición y Ad: Adyacente.

Pocito (Fig. 7): El arroyo de este sistema tiene una pendiente moderada (3°) y una planicie de inundación relativamente ancha (16 m) en comparación con el ancho del canal (3.6 m). El canal activo tiene una profundidad promedio de 0.5 m. y a lo largo del sistema se encuentra un represo antiguo que a pesar de encontrarse azolvado casi por completo influye en la intermitencia del arroyo. El lecho del arroyo está compuesto por arcilla lo que le permite mantener agua superficial durante periodos prolongados. La vegetación del ambiente Arroyo está compuesta principalmente por árboles como sauces (*Salix* sp.) y pirules (*Schinus*

molle) y arbustos como jaras (*Baccharis* spp.) y huizaches (*Vachellia* spp.). El estrato herbáceo está dominado por zacates de hábitos cespitoso (Fig. 7A). La vegetación del ambiente Adyacente tiene elementos arborescentes y arbustivos entre los que dominan nopales (*Opuntia* spp.), huizaches, gatuños (*Mimosa* spp.) y palma china (*Yucca decipiens*); mientras que el estrato herbáceo está compuesto principalmente por zacates amacollados de los géneros *Muhlenbergia* y *Bouteloua* (Fig. 7C). El ambiente Transición tiene elementos de ambos ambientes (Fig. 7B). Hay presencia constante de ganado bovino de lidia en todo el sistema.



Figura 7. Ambientes de una sección del sistema xeroripario Pocito; Ar: Arroyo, Tr: Transición y Ad: Adyacente

Colorada (Fig. 8): El sistema xeroripario tiene una pendiente ligera (3.3°) contribuyendo a que sea ligeramente atrincherado (2.3), ya que el ancho de la planicie de inundación (11 m) y el canal activo son relativamente anchos (4.8 m). La profundidad promedio del canal es de 0.8 m y el lecho dominante es muy variable a lo largo del canal entre roca, cama rocosa, canto rodado y arcilla por lo que algunas secciones del sistema pierden agua por infiltración rápidamente mientras que otras, arroyo abajo, la almacenan más tiempo. La ubicación de este sistema le da una dinámica de rápidos/pozas al canal. En el sitio hay presencia constante de ganado equino, pero con carga baja.

La composición de especies leñosas también es muy variable a lo largo del cauce. En la parte más alta del sistema destaca la presencia de encinos de porte bajo y chamizo (*Dodonea viscosa*), mientras que en la más baja dominan pirules, huizaches y jaras. El estrato herbáceo está compuesto principalmente por herbáceas del género *Tagetes* y zacates

amacollados (*Muhlenbergia* spp.; Fig.8A). En el ambiente Adyacente dominan elementos leñosos arborescentes como nopales, palmas chinas, huizaches y gatuños. El estrato arbustivo está compuesto por zacates amacollados y cespitosos (*M. repens*; Fig.8C). En el ambiente Transición hay elementos del Arroyo, pero con una dominancia clara de huizaches y gatuños sobre los pirules y jaras. También se encuentran nopales, sotoles y palmas chinas (Fig. 8B).



Figura 8. Ambientes de una sección del sistema xeroripario Colorada; Ar: Arroyo, Tr: Transición y Ad: Adyacente.

Acueducto (Fig. 9): Este sistema tiene la característica de tener un acueducto construido a principios del Siglo XX para conducir demasías de agua en represas del poblado de Vaquerías hacia las tierras agrícolas del Salitrillo de Vaquerías. Este elemento modifica la dinámica del flujo del sistema xeroripario ya que de manera esporádica los habitantes desvían el curso del agua hacia el cauce del arroyo y debido a que también transporta aguas residuales posiblemente influya en la calidad del agua. La pendiente promedio es de 2.6° y el canal poco profundo (0.4 m) con una anchura promedio de 4.6 m. El lecho del arroyo de este sistema está dominado por una cama rocosa y arcilla lo que permite encharcamientos a lo largo del canal. En el sistema hay presencia constante de ganado bovino y equino, pero con poca carga.

La vegetación del Arroyo se conforma por elementos arborescentes donde destacan pirules, algunos huizaches y nopales arborescentes de porte alto. El estrato arbustivo está dominado por jaras, huizaches, nopales y gatuños. El estrato herbáceo está dominado por zacates cespitosos como *Setaria parviflora* (Fig. 9A). El ambiente Adyacente es un llano donde dominan los elementos arbustivos como huizaches y nopales, los elementos arbóreos son escasos y se restringe a algunos pirules y huizaches de tallas altas, pero de menor vigor

que en el Arroyo. El estrato herbáceo es abundante y dominan zacates de los géneros *Muhlenbergia*, *Aristida* y *Microchloa* (Fig. 9C). La Transición tiene elementos de los ambientes anteriores, pero con una mayor densidad de gatuños de porte bajo y pastos amacollados, además de cactáceas globosas como biznagas (*Ferocactus* spp.) y plantas rosetófilas como sotoles (*Dasyilirion* spp.) (Fig. 9B).



Figura 9. Ambientes de una sección del sistema xeroripario Acueducto; Ar: Arroyo, Tr: Transición y Ad: Adyacente.

5.2 Muestreo de anfibios

Para documentar la riqueza y abundancia de anfibios en los sistemas xeroriparios seleccionados realicé muestreos mensuales de abril a noviembre de 2019. En cada ambiente de los sistemas xeroriparios establecí tres parcelas fijas por sección (nueve en total) de 100 m de largo por 3 m de ancho y separadas entre sí por al menos 50 m (Fig. 10).

Antes de iniciar los muestreos elaboré un listado potencial de las especies de anfibios registradas en la región, que me permitió familiarizarme con ellas antes de comenzar el trabajo de campo. Para la identificación de anfibios utilicé la clave dicotómica de Smith y Taylor (1945). Para corroborar la identificación hice registros fotográficos de cuando menos un individuo de cada especie incluyendo tomas de dorso, vientre y costado. Adicionalmente, registré las medidas estándar de longitud hocico-cloaca (LHC) y ancho del hocico (AH) y su masa usando un vernier y báscula digital, respectivamente. Para nombrar a las especies seguí la taxonomía de “The Amphibian Species of the World” (Frost, 2019). Todos los muestreos

y toma de datos de las especies se hicieron bajo el permiso de colecta N° SGPA/DGVS/013220/18 otorgado a Santiago Cortés Vázquez.

Debido a las preferencias de hábitat y hábitos diferentes que pueden tener los anfibios (Heyer et al., 1994), utilicé cuatro técnicas de muestreo distintas.

(I) Búsqueda por encuentro visual. Esta búsqueda consistió en realizar recorridos nocturnos a lo largo de las parcelas fijas (Fig. 10) en un tiempo máximo de 20 minutos (Lips et al., 2001). Durante el recorrido busqué anfibios en todos los microhábitats posibles como hendiduras y grietas, entre la vegetación y debajo de troncos y rocas, regresando estos últimos siempre cuidadosamente a su posición original. Cada anfibio que encontré lo identifiqué a nivel de especie siempre que fue posible. En caso contrario, y para no consumir tiempo, los capturé temporalmente para al final del muestreo corroborar su identificación. Posteriormente, los liberé en el sitio de captura. Solo yo realicé la búsqueda por encuentro visual para minimizar el sesgo en la intensidad e imagen de búsqueda que se puede generar cuando participan diferentes observadores (Crump y Scott, 1994).

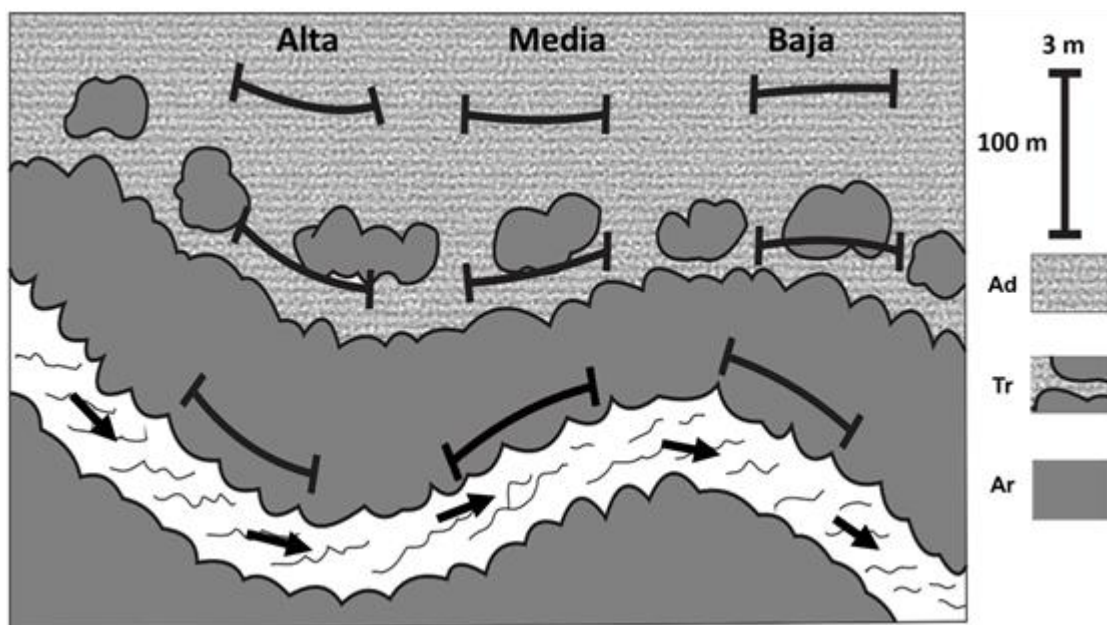


Figura 10. Esquema del arreglo espacial de los transectos para el muestreo de anfibios en los sistemas xeroriparios estudiados en los Llanos de Ojuelos, México. Dentro de las

secciones Alta, Media y Baja y los ambientes Arroyo (Ar), Adyacente (Ad) y Transición (Tr).

(II) Cercas de desvío con trampas de embudo. Esta técnica está dirigida a las especies difíciles de capturar y de identificar a simple vista como las de la familia Ranidae. Para ello, coloqué una barrera física que funciona como cerca de desvío con un par de trampas en cada extremo (Fig. 11). Los datos obtenidos a partir de esta técnica fueron complementarios para el inventario, ya que el esfuerzo de muestreo no fue uniforme entre los ambientes. Durante cada muestreo en cada sistema xeroripario coloqué tres cercas de desvío con sus respectivas trampas. La ubicación varió entre los ambientes en las distintas sesiones de muestreo en función de las condiciones ambientales.



Figura 11. Trampas de embudo con cerca de desvío para la captura de anfibios en el ambiente Transición del sistema xeroripario Pocito en los Llanos de Ojuelos, México.

(III) Búsqueda por encuentro auditivo. Durante la búsqueda por encuentro visual también registré todas las vocalizaciones de anfibios escuchadas (Fig. 12). Además, con ayuda de una grabadora, durante los muestreos registré las vocalizaciones para posteriormente corroborar su identificación. También utilicé una estación fija en la cual coloqué una grabadora en alguna sección del ambiente Arroyo que se mantuvo activa desde

una hora antes del inicio de los muestreos hasta la mañana siguiente (19:00 a 8:00 h). Después, utilizando el programa Adobe Audition CS6 que me permitió reconocer visualmente el momento en que hubo actividad, escuché e identifiqué las vocalizaciones a nivel de especie con ayuda de bancos de sonido (amphibiaweb.org) o con mi experiencia personal.



Figura 12. Macho adulto de *Dryophytes arenicolor* vocalizando en el ambiente Arroyo del sistema xeroripario Acueducto en el mes de julio.

(IV) Refugios artificiales. Esta técnica está dirigida a especies arborícolas. Se basa en el supuesto de que la mayoría de las ranas arborícolas usan refugios cuando estos se encuentran disponibles en su hábitat (McComb y Noble 1981). A manera de refugios coloqué tubos de PVC de 60 cm de largo y 3.8 cm de diámetro interno, con el extremo inferior cubierto, de tal manera que la única forma en que ingresarán o salieran los anfibios arborícolas fuera por la parte superior. Coloqué 10 refugios por ambiente sobre árboles o arbustos a 1 m de altura del suelo (Boughton et al., 2000; Talley y Henkel, 2007) (Fig. 13).



Figura 13. Refugio artificial sobre un huizache (*Vachellia farnesiana*) (Izquierda). *Dryophytes eximius* haciendo uso de un refugio artificial (derecha) en el ambiente Adyacente en el sistema xeroripario Pocito durante el muestreo de octubre en los Llanos de Ojuelos, México.

5.3 Estructura de la vegetación en los sistemas xeroriparios

Para describir la estructura de la vegetación en cada uno de los ambientes de los sistemas xeroriparios utilicé la técnica de puntos en transecto (Herrick et al., 2005). Dentro de cada una de parcelas usadas en la búsqueda de anfibios coloqué un transecto fijo de 100 m de largo, sobre el cual registré la cobertura cada metro (Fig. 6), en las categorías que muestra el cuadro 2. En total obtuve 300 puntos por ambiente y 900 puntos por sistema. Apliqué este muestreo una vez por estación climática: en abril tomé los datos correspondientes a seca-cálida, en agosto, los de lluvia y en noviembre, los de seca-fría.

Cuadro 2. Categorías para clasificar la cobertura en los transectos fijos en los sistemas xeroriparios estudiados en Los Llanos de Ojuelos, México. A los elementos no mostrados en este cuadro no les asigné un valor en función de su tamaño, por ejemplo: mantillo, roca.

Forma de crecimiento / tipo	Alto/Grande (m)	Mediano (m)	Pequeño (m)
Árbol	≥ 4.6	2 a 4.5	0 a 1.9
Arbusto	≥ 2	1.1 a 1.9	0 a 1
Herbáceo	≥ 0.40	0.15 a 0.39	0 a 0.15
Rosetófilo	≥ 1	0.5 a 0.9	0 a 0.49
Globoso	≥ 0.7	0.2 a 0.6	0 a 0.2
Zacates amacollados (diámetro)	≥ 0.25	0.15 a 0.25	0 a 0.14

5.4 Cuantificación de parámetros físico-químicos del agua

Debido a la estrecha relación que tienen los anfibios con cuerpos de agua superficial para completar su ciclo de vida decidí medir ciertos parámetros del agua que se ha reportado que pueden afectar a este grupo. Cuantifiqué variables físico-químicas del agua en tres secciones (inicio, mitad y final) de cada parcela de los ambientes Arroyo. Marqué estas secciones de tal manera que las mediciones fueran siempre en el mismo punto del canal. Las mediciones de estos parámetros estuvieron limitadas a la disponibilidad y permanencia del agua superficial.

La turbidez del agua puede ser favorable para la presencia de algunas especies de anfibios (Bordman et al., 2003). Para medirla utilicé un tubo de turbidez/transparencia, hecho con un tubo de acrílico transparente graduado en centímetros, de 6.4 cm de diámetro interno y 100 cm de altura, donde en uno de los extremos coloqué un disco Secchi. El tubo se va llenando con agua hasta que el disco se deja de ver. Para calcular el grado de turbidez se relaciona la altura del agua de la columna de agua dentro del tubo con un valor en unidades de turbidez nefelométricas (NTU; Myre y Shaw, 2006). Esta herramienta tiene un valor mínimo de turbidez de 5 NTU y la ventaja es que se puede aplicar en cuerpos de agua de poca profundidad.

Algunas especies de anfibios son sensibles a cambios en el pH, temperatura o salinidad del agua, mismas que afectan el desarrollo larvario (Wells, 2007; Henao-Muñoz y Bernal-Bautista, 2011). Para obtener el valor de pH utilicé tiras reactivas comerciales (pH-Fix Macherey-Nagel). Determiné la temperatura utilizando un termómetro de laboratorio con bulbo de mercurio, que mantuve en el agua hasta que la lectura se estabilizó. Para determinar la salinidad utilicé un refractómetro manual, que calibré con agua destilada antes de utilizar. Medí la profundidad del agua con ayuda de una vara graduada que sumergía de manera vertical en el canal del arroyo.

5.5 Temperatura y humedad ambiental

Para describir las condiciones ambientales a las que estaban expuestos los anfibios durante los muestreos utilicé tres estaciones microclimáticas, cada una de las cuales tenía un “data logger” (EL-USB-2-LCD), que coloqué dentro de un recipiente de plástico abierto por un lado y sujeto en la sombra de un elemento arborescente o arbustivo (Fig. 14). Las estaciones estuvieron activas durante los dos días de muestreo de cada sistema. Los datos registrados fueron temperatura, humedad relativa y punto de rocío. Utilicé una estación por ambiente, ubicada siempre en el mismo lugar y con la misma orientación en cada sistema xeroripario. Los datos obtenidos los trabajé considerando la temperatura, humedad y punto de rocío promedio durante los días que estuvieron activas las estaciones, durante las horas de muestreo, las máximas y mínimas durante los días de muestreo y máximas y mínimas durante las horas de muestreo.



Figura 14. Estación microclimática compuesta de un “data logger” (El-USB-2-LCD) dentro de un contenedor de plástico, sujeto a una palma china (*Yucca decipiens*).

5.6 Análisis de datos

Analicé los datos obtenidos utilizando el enfoque informático-teorético basándome en grupos de modelos lineales generalizados (Burnham y Anderson, 2002), considerando una distribución del error tipo “Poisson” porque las variables de respuesta son discretas. Para explorar el efecto del sitio en cada uno de los ambientes realicé la primera serie de análisis considerando únicamente la riqueza y abundancia total de anfibios en cada ambiente como

variables de respuesta y el sitio como variable explicativa. Para explorar el efecto del sitio en las especies consideré la abundancia de cada una de las especies como variable de respuesta y el sitio como variable explicativa. Para conocer el efecto de las variables ambientales sobre el ensamblaje de anfibios de cada uno de los sitios consideré como variables de respuesta la riqueza, abundancia total y abundancia de cada una de las especies en cada uno de los sistemas xeroriparios estudiados. Los análisis consistieron en dos fases:

Fase I. Dividí las variables explicativas en ocho grupos de modelos según el efecto que pudieran tener sobre los anfibios (Cuadro 3). Creé diferentes grupos de modelos lineales generalizados de forma que pudieran calcularse todas las combinaciones posibles, esto me permitió conocer las variables explicativas que mejor explicaron cada una de las diferentes variables. En todos los casos el mes de muestreo fue el factor aleatorio.

Para seleccionar el mejor modelo me basé en el valor del criterio de información Akaike (AIC), que mide calidad relativa del modelo estadístico para un grupo de datos (Burnham y Anderson, 2002). Debido a las dimensiones del estudio utilicé un ajuste de este criterio para muestras relativamente pequeñas (AICc) (Giradoux, 2015). Si dos modelos tenían valores cercanos del AICc, y la diferencia entre ellos era menor a 2.5, me quedé con aquel que incluyó el menor número de variables, por principio de parsimonia. De esta forma encontré la variable o conjunto de variables que mejor explicaron la variable de respuesta.

Fase II. Ubiqué las variables seleccionadas por los mejores modelos y las acomodé según el grupo de modelo al que pertenecen (Cuadro 3). Para conocer el valor y la dirección de la relación calculé el coeficiente de correlación en el caso de variables numéricas, en el caso de variables categóricas (e.g. sitio y sección) calculé la media y la desviación estándar de las variables de respuesta.

Para la creación de modelos lineales generalizados y calcular su valor AICc utilicé el programa estadístico R (R Core Team, 2018) con la interfaz Rstudio 3.6.2 (RStudio Team 2019) y los paquetes `pgirmess` y `lme4` (Giraudoux, 2015). Para calcular el coeficiente de correlación, la media y desviación estándar utilicé Excel 2016.

Cuadro 3. Grupos de modelos y las diferentes variables explicativas que lo componen y el proceso usado para conocer su relación con las variables de respuesta. Las variables explicativas son numéricas excepto cuando se indica lo contrario.

Grupo de modelo	Variables explicativas
Efecto del sitio	Sitio (categórica)
Efecto de la sección (dentro de cada sitio)	Sección (categórica)
Condiciones ambientales durante los días de muestreo	Temperatura Humedad relativa Punto de rocío
Condiciones ambientales durante las horas de muestreo	Temperatura Humedad Punto de rocío Velocidad del viento Lluvia Presencia/ausencia de agua (Categórica) Nubosidad (%)
Parámetros físico-químicos del agua	Temperatura Salinidad pH Turbidez Profundidad
Cobertura	Arborescente Arbustivo Herbáceo Liquen Mantillo Musgo Roca Suelo desnudo Tepetate
Variables geomorfológicas	Ancho del canal activo Profundidad del canal activo Ancho de planicie de inundación Relación ancho/profundo Grado de atrincheramiento Sinuosidad Pendiente Lecho del arroyo (categórica)

6 Resultados

En total realicé 576 recorridos nocturnos a lo largo de las parcelas fijas de 300 m², 72 recorridos por cada mes de muestreo de abril a noviembre, dando un total de 10,800 m² muestreados. Con las técnicas de muestreo complementarias no registré especies diferentes a las encontradas durante los recorridos nocturnos, por lo que no presento los resultados de estas técnicas.

Registré un total de 330 individuos de siete especies de anuros y cinco familias. Las familias con mayor riqueza fueron Hylidae y Bufonidae. El 91 % de la abundancia total estuvo repartida en tres especies: *Lithobates montezumae*, *Dryophytes arenicolor* y *D. eximius*. Debido a su abundancia relativamente baja, consideré especies raras a *Craugastor augusti* y *Anaxyrus compactilis*, razón por la cual no las incluí en los análisis de abundancia por especie, pero si en los de riqueza (Cuadro 4).

Cuadro 4. Abundancia total (número de individuos) por especie de anfibios registrada en los sistemas xeroriparios estudiados en los Llanos de Ojuelos, México.

Familia	Especie	Número de individuos
Bufonidae	<i>Anaxyrus compactilis</i>	2
	<i>Anaxyrus punctatus</i>	11
Craugastoridae	<i>Craugastor augusti</i>	2
Hylidae	<i>Dryophytes arenicolor</i>	78
	<i>Dryophytes eximius</i>	112
Ranidae	<i>Lithobates montezumae</i>	111
Scaphiopodidae	<i>Spea multiplicata</i>	14

6.1 Condiciones ambientales durante los periodos de muestreo

En el año de este muestreo, las lluvias iniciaron en junio, lo que trajo una disminución en la temperatura y un aumento en la humedad ambiental. Esta última, permaneció relativamente constante hasta el mes de octubre. Después la temperatura continuó disminuyendo y la humedad aumentando, aunque la precipitación disminuyó 70.5 % con respecto a septiembre (Fig. 15).

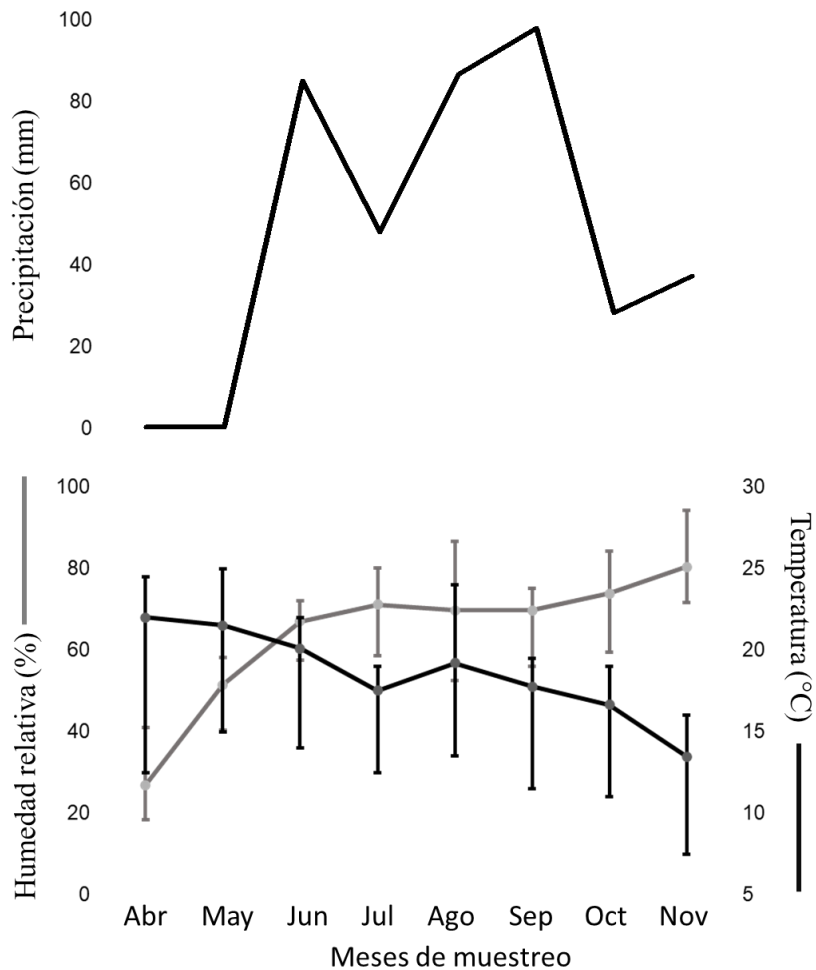


Figura 15. Variación de la temperatura ambiental (°C), humedad relativa (%) y precipitación (mm) mensual durante el periodo de muestreo en 2019. Los datos de temperatura y humedad corresponden al promedio y mínima y máxima, obtenidos con las estaciones microclimáticas durante las horas de muestreo (de las 20:00 a las 02:00) por mes. Los datos de precipitación provienen de la Comisión Nacional del Agua, 2019.

6.2 Influencia del sitio en la riqueza de especies y abundancia total de anfibios en los sistemas xeroriparios

El sitio fue incluido en el mejor modelo para explicar la riqueza de especies y abundancia total de anfibios. El sitio Colorada fue el que tuvo una mayor riqueza, mientras que Pocito fue el que tuvo mayor abundancia total; el sitio con valores más bajos en ambos casos fue Laborcilla (Cuadro 5).

Cuadro 5. Riqueza y abundancia (número de individuos) de anfibios en los sistemas xeroriparios estudiados en Los Llanos de Ojuelos, México. Los valores corresponden al promedio de los meses de muestreo \pm desviación estándar. Entre paréntesis aparece el total por sistema xeroripario.

Atributos del ensamblaje	Sistema xeroripario			
	Laborcilla	Pocito	Colorada	Acueducto
Abundancia total	2.12 \pm 2.03 (17)	19 \pm 15.24 (156)	10.5 \pm 8.22 (84)	9.12 \pm 8.45 (73)
Riqueza	1.25 \pm 0.88 (2)	2.75 \pm 1.28 (5)	3 \pm 1.19 (6)	2.37 \pm 1.18 (5)

6.2.1 Influencia del sitio en la riqueza de especies y abundancia total de anfibios en los distintos ambientes de los sistemas xeroriparios

En el ambiente Arroyo, la categoría sitio fue incluido en el modelo que mejor explica la riqueza de especies y abundancia total de anfibios (Fig. 16). El sitio con menor número de especies fue Laborcilla, mientras que Pocito fue el sitio con mayor abundancia. En el ambiente Transición la categoría sitio tuvo efecto solo sobre la abundancia total pero no sobre la riqueza. De nuevo, Pocito fue el sitio con mayor abundancia en la Transición (Fig. 16). El modelo nulo, conteniendo únicamente el mes de muestreo fue el modelo que explicó mejor la riqueza de especies, siendo de julio a septiembre cuando registré los valores más altos (Fig. 17). En el ambiente Adyacente, tanto la riqueza de especies como la abundancia total se explicaron mejor por el modelo nulo, conteniendo solo el mes de muestreo; en junio y octubre registré los valores más altos (Fig. 17).

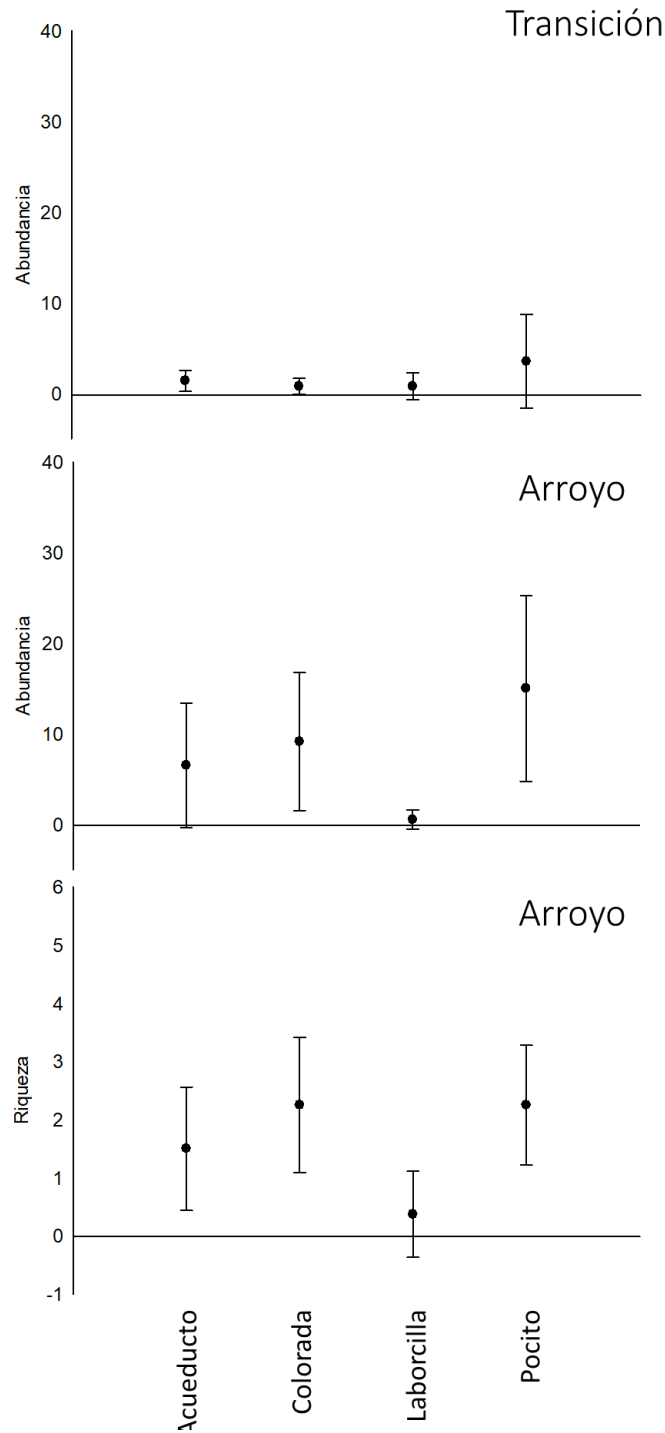


Figura 16. Variación espacial de la riqueza de especies y abundancia (número de individuos; promedio \pm desviación estándar) de anfibios en los distintos ambientes por sitio. Muestro solo los casos en los que el Sitio fue incluido en el modelo más parsimonioso.

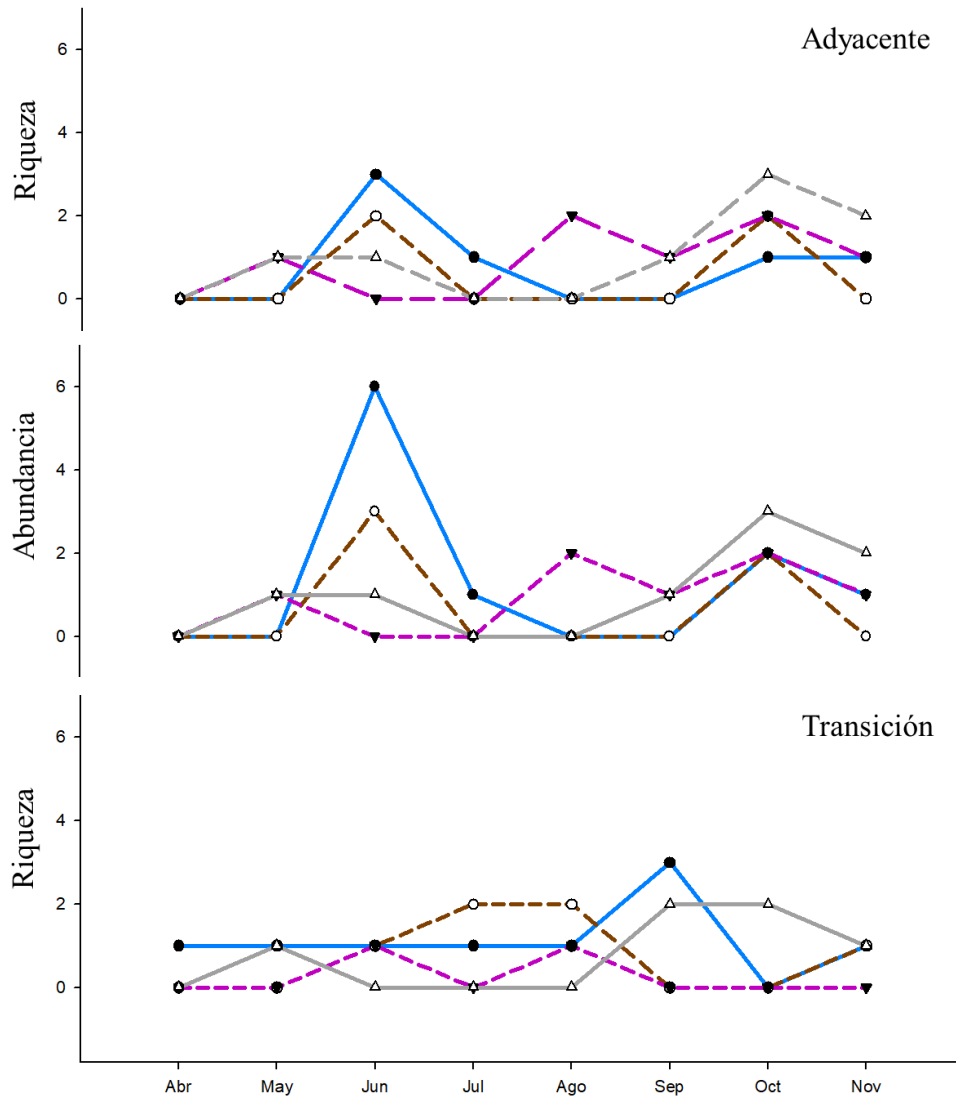


Figura 17. Variación temporal de la riqueza y abundancia total (número de individuos) de anfibios. Muestro solo los casos en los que el mes de muestreo fue incluido en el modelo más parsimonioso.

Laborcilla ▼, Pocito △, Colorada ○ y Acueducto —.

6.3 Influencia del sitio en las especies que componen el ensamblaje de anfibios

El sitio estuvo incluido en el mejor modelo para explicar la abundancia de cada una de las especies. *Dryophytes eximius* fue la única especie que registré en todos los sitios, pero su abundancia fue mayor en Pocito (Cuadro 6). El resto de las especies estuvieron presentes en al menos dos de los cuatros sistemas xeroriparios, a excepción del *C. augusti*, que solo la registré en uno.

En los sistemas Acueducto y Pocito se compartieron las mismas presencias y ausencias de especies. El ensamblaje de Colorada es el único que presento al menos a un individuo de cada familia. Por otro lado, el ensamblaje de Laborcilla fue el menos diverso (Cuadro 6).

Cuadro 6. Composición del ensamblaje de anfibios en los sistemas xeroriparios estudiados en los Llanos de Ojuelos. Los números indican número total de individuos registrados durante el estudio.

Especies	Sistemas xeroriparios			
	Laborcilla	Pocito	Colorada	Acueducto
<i>Anaxyrus compactilis</i>	-	1	-	1
<i>Anaxyrus punctatus</i>	9	-	2	-
<i>Craugastor augusti</i>	-	-	2	-
<i>Dryophytes arenicolor</i>	-	2	41	35
<i>Dryophytes eximius</i>	8	66	12	26
<i>Lithobates montezumae</i>	-	80	23	8
<i>Spea multiplicata</i>	-	7	4	3

6.4 Efecto de la sección en el ensamblaje de anfibios de los sistemas xeroriparios

6.4.1 Laborcilla

Tanto la abundancia total como la riqueza de especies se explicaron mejor por el modelo nulo. En el caso de la abundancia, agosto fue el mes con más individuos (8), mientras que la riqueza tuvo sus valores más altos en los meses de mayo y entre agosto y octubre (2).

En este sistema, el modelo que mejor explicó la abundancia de *D. eximius* fue el que incluyó la sección (Fig. 18). En la sección media registré más individuos. Mientras que para *A. punctatus*, su abundancia estuvo más relacionada con el mes de muestreo; en agosto registré el mayor número de individuos (5).

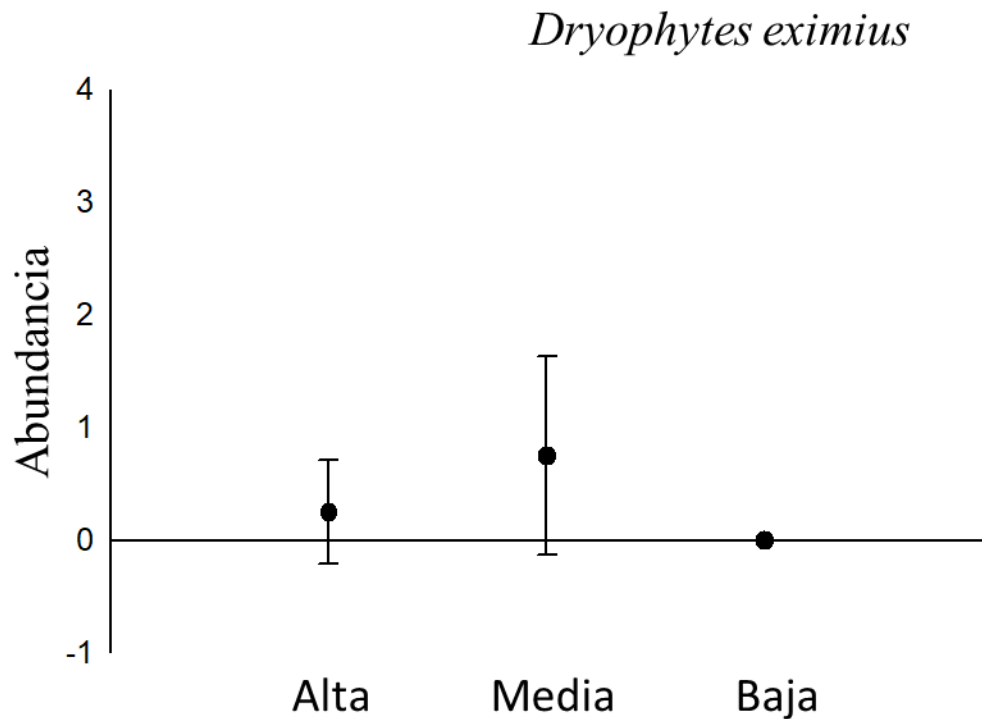


Figura 18. Abundancia promedio (\pm desviación estándar) de *Dryophytes eximius* en las tres secciones del cauce del sistema Laborcilla.

6.4.2 Pocito

En este sistema registré 156 individuos y la abundancia de anfibios se explicó mejor por efecto de la sección. La sección alta fue donde hubo mayor abundancia (Fig. 19). La riqueza de especies varió en relación con los meses de muestreo, siendo octubre el mes cuando registré mayor riqueza (5).

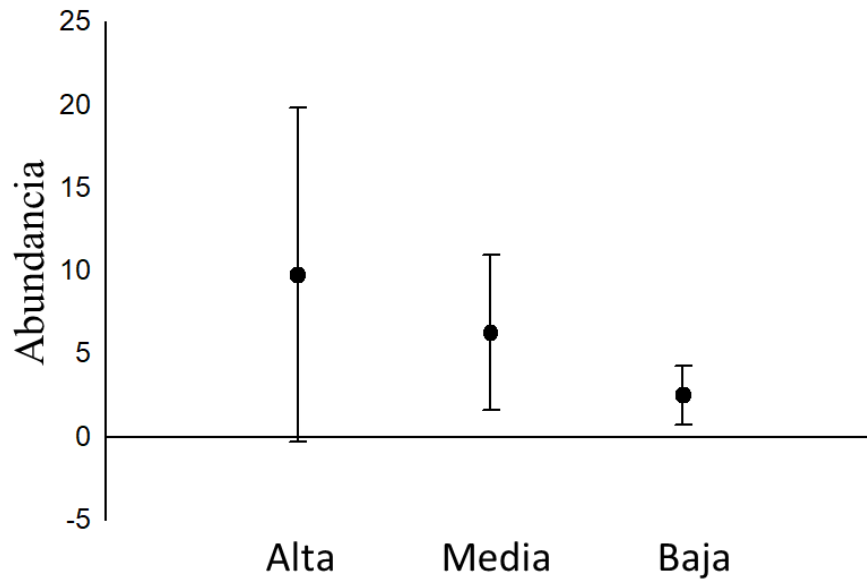


Figura 19. Abundancia promedio (\pm desviación estándar) de anfibios en las secciones del cauce del sistema xeroripario Pocito.

La sección también tuvo un efecto sobre la abundancia de *D. eximius*, *L. montezumae* y *S. multiplicata*. *Dryophytes eximius* fue más abundante en la sección alta; *L. montezumae* en la alta y media, mientras que *S. multiplicata* lo fue en la media (Fig. 20).

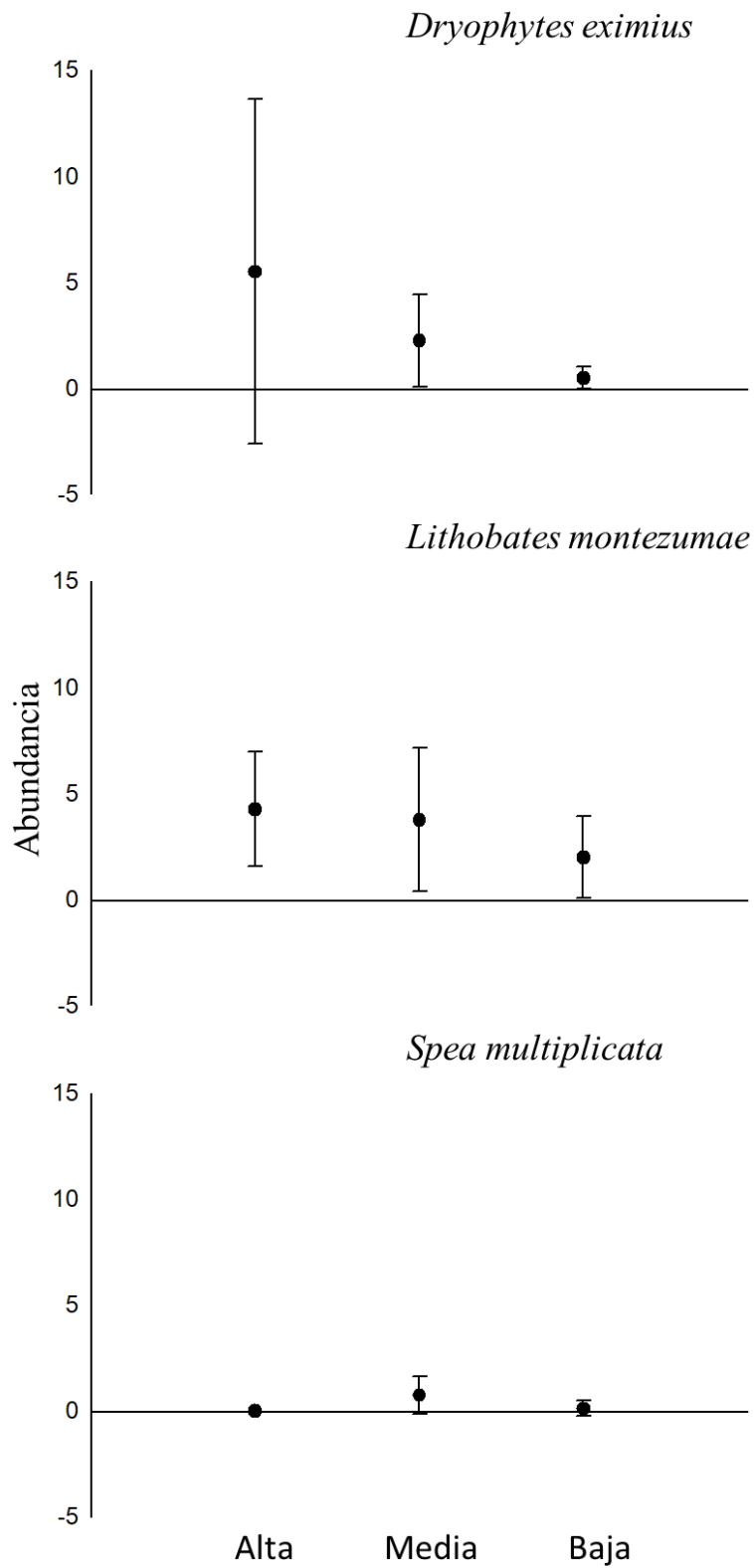


Figura 20. Abundancia promedio (\pm desviación estándar) de *Dryophytes eximius*, *Lithobates montezumae* y *Spea multiplicata* en las tres secciones del sistema xeroripario Pocito.

6.4.3 Colorada

Aquí, la sección fue incluida en el modelo que explicó mejor la abundancia total de anfibios. En este sistema registré 84 individuos, donde la sección media tuvo una mayor abundancia total (51 individuos; figura 21). La riqueza de especies se explicó mejor por el modelo nulo; junio fue el mes cuando registré la mayor riqueza, con cinco especies.

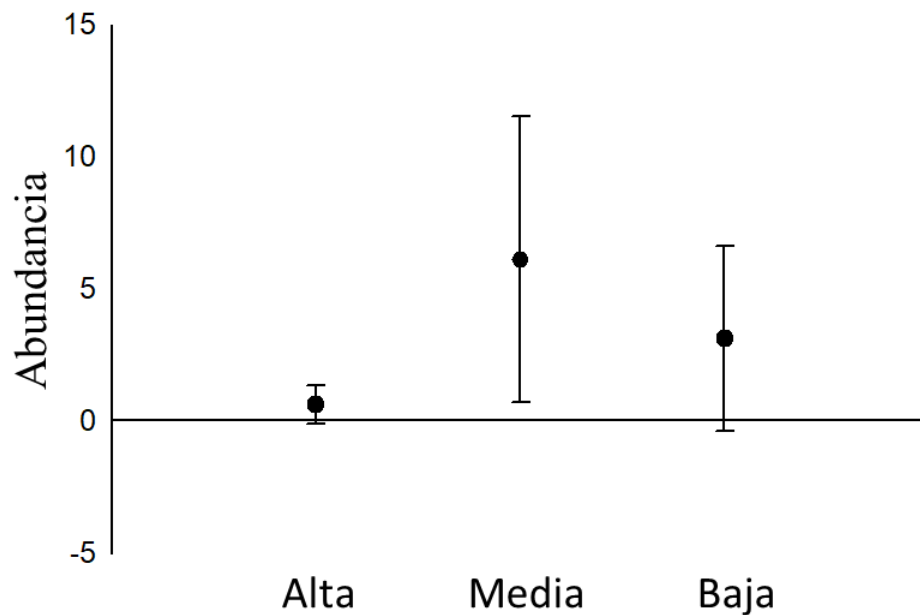


Figura 21. Abundancia promedio del ensamblaje de anfibios (\pm desviación estándar) en las secciones del cauce del sistema Colorada.

La sección fue incluida en el mejor modelo para explicar la abundancia de *D. arenicolor* y *L. montezumae*. En ambos casos, la sección con mayor abundancia promedio fue la media, aunque en el caso de *L. montezumae* su abundancia fue similar a la sección baja (Fig. 22). En este sistema, la abundancia de *D. eximius* se explicó mejor por el mes de muestreo, agosto fue el mes cuando registré más individuos (seis, en total).

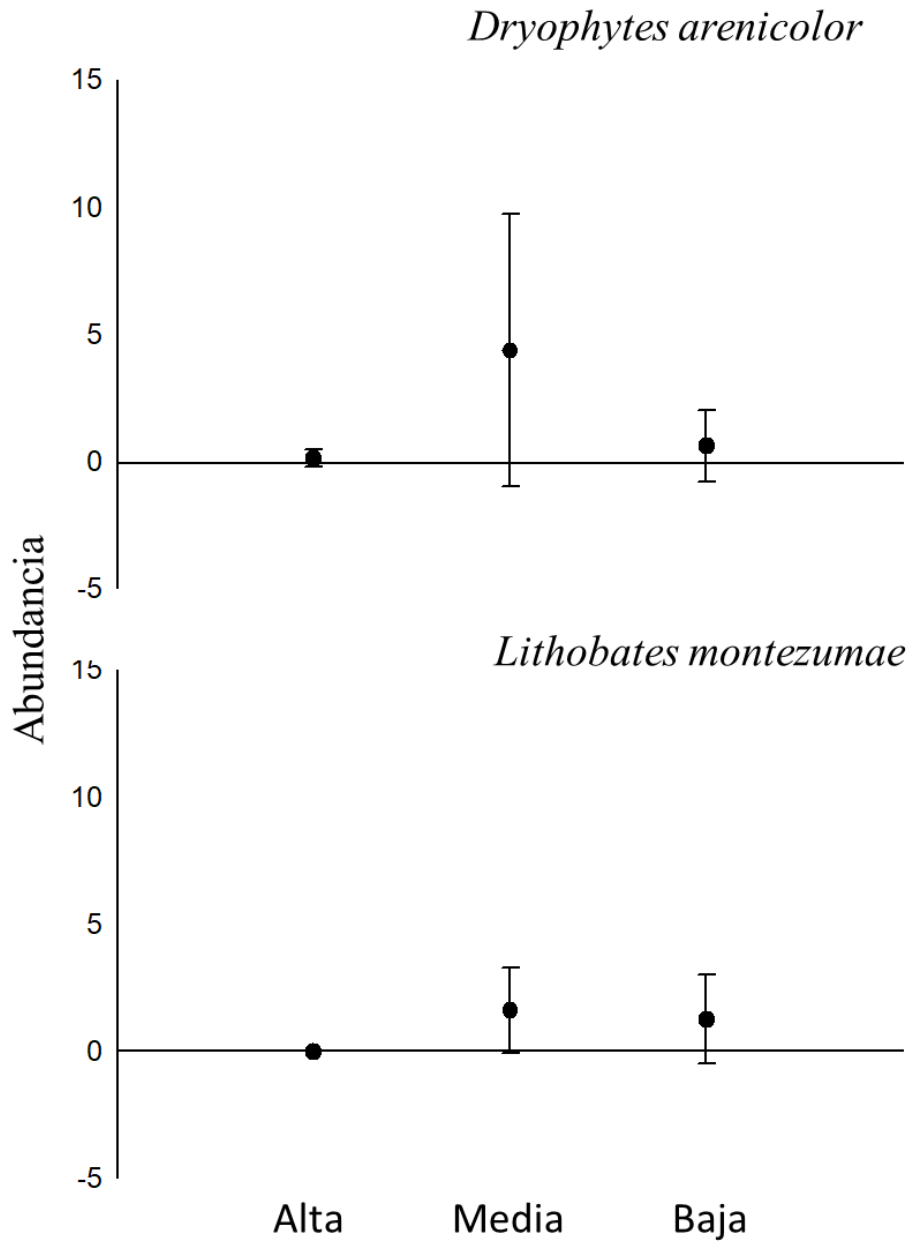


Figura 22. Variación espacial de la abundancia promedio (\pm desviación estándar) de dos especies de anfibios en las secciones del cauce del sistema Colorado.

6.4.4 Acueducto

En este sistema registre un total de 73 individuos y la variable que mejor explicó la abundancia total fue la sección. La sección con mayor abundancia promedio fue la “baja”

(Fig. 23). La riqueza de especies se explicó mejor por el modelo nulo. Junio y septiembre fueron los meses cuando registré los valores más altos, con cuatro especies cada uno.

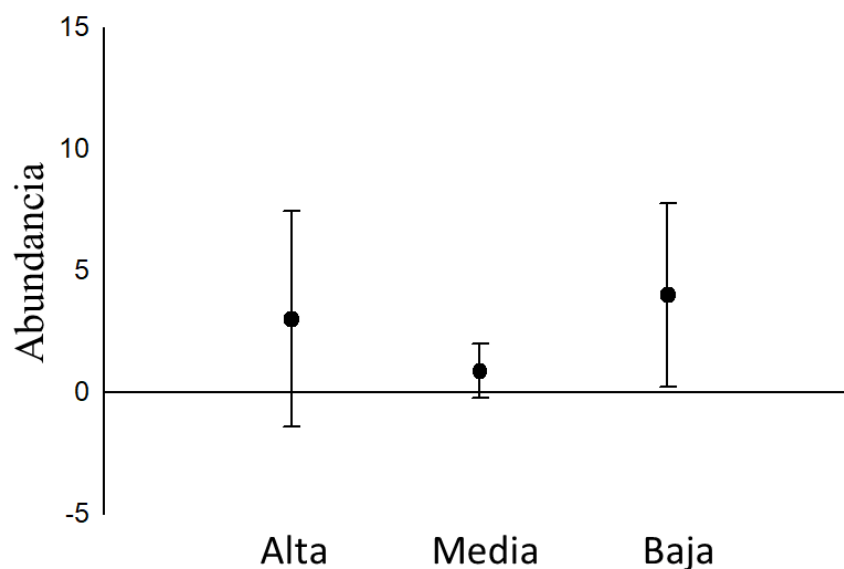


Figura 23. Abundancia promedio (\pm desviación estándar) de anfibios en las secciones del cauce del sistema Acueducto.

La sección también fue parte del modelo que explicó mejor la abundancia de *D. arenicolor* y *D. eximius*. La especie más abundante en este sistema fue *D. arenicolor* y la mayoría de los individuos los registré en la sección baja. El caso de *D. eximius* fue la especie dominante en la sección “alta” del xeroripario (Fig. 24). La abundancia *L. montezumae* se explicó mejor por el mes de muestreo, siendo septiembre cuando registré a siete de los ocho individuos reportados para este sitio.

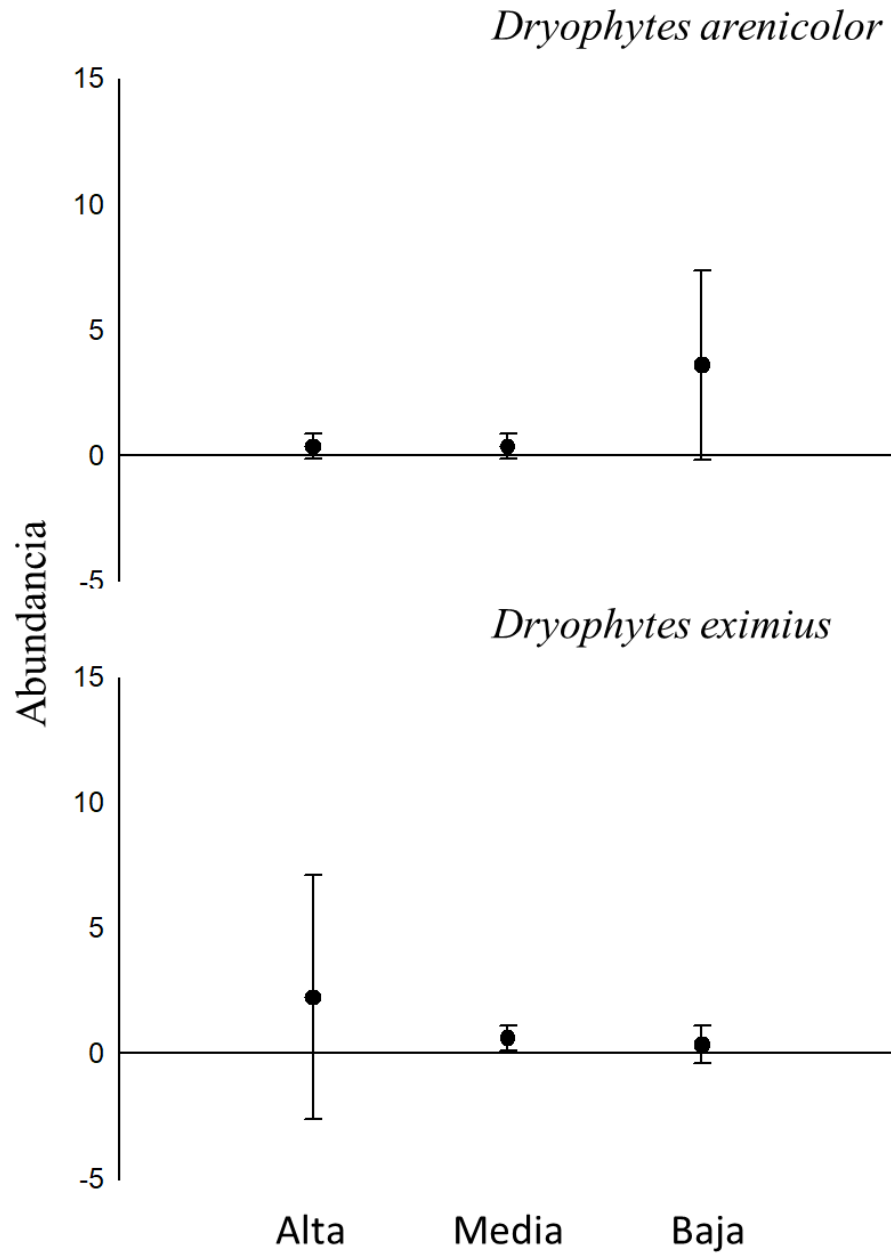


Figura 24. Variación espacial de la abundancia promedio (\pm desviación estándar) de dos especies de anfibios en las secciones del cauce del sistema Acueducto.

6.5 Atributos estructurales bióticos y abióticos de los sistemas xeroriparios

A lo largo del cauce, los sistemas xeroriparios presentaron alta heterogeneidad en sus atributos estructurales (geomorfología y cobertura de vegetación). En cuanto a la geomorfología, el cauce del sistema Colorada tuvo la sección con el canal activo más profundo y más ancho y con una de las planicies de inundación más amplia de los cuatro sistemas. El Pocito fue el sistema con la planicie de inundación más amplia y él menos atrincherado. Acueducto se caracterizó por un canal menos profundo que los de los otros sistemas. La Laborcilla tuvo las pendientes más pronunciadas en las secciones alta y media (Cuadro 7; Figs. 25 y 26).

Cuadro 7. Atributos estructurales de las tres secciones del cauce (alta, media y baja) en los cuatro sistemas xeroriparios estudiados en Los Llanos de Ojuelos, México. Todos los valores, a excepción de la tasa de sinuosidad, corresponden a la media \pm desviación estándar. La cantidad de cobertura de árboles y arbustos es cualitativa respecto a los valores máximos de cobertura en los sistemas xeroriparios. Árboles: 0 a 11 % baja; del 11 a 22 % media y del 22 a 33 % alta. Arbustos: 0 a 10 % baja, 10 a 20 % media y 20 a 30 % alta. Abreviaciones de elementos leñosos: Huiz = Huizache, Gat. = Gatuño y Encin = Encino.

Atributos estructurales	Laborcilla			Pocito			Colorada			Acueducto		
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
Profundidad canal (m)	0.96 \pm 0.29	0.69 \pm 0.29	0.56 \pm 0.14	0.45 \pm 0.15	0.59 \pm 0.16	0.58 \pm 0.26	0.65 \pm 0.29	1.12 \pm 0.12	0.73 \pm 0.6	0.43 \pm 0.07	0.32 \pm 0.18	0.39 \pm 0.03
Ancho canal nivel de desborde (m)	2.56 \pm 0.23	3.29 \pm 0.92	2.19 \pm 0.39	2.89 \pm 1.23	3.38 \pm 1.12	4.62 \pm 0.92	4.46 \pm 0.37	6.33 \pm 0.30	3.85 \pm 1.02	4.73 \pm 0.45	3.34 \pm 2.81	4.42 \pm 1.16
Ancho planicie inundación (m)	6.12 \pm 1.05	4.95 \pm 1.53	12.13 \pm 1.87	15.77 \pm 8.73	22.90 \pm 4.08	9.52 \pm 0.52	8.19 \pm 0.4	13.68 \pm 2.02	11.39 \pm 8.49	8.18 \pm 0.34	7.32 \pm 2.67	7.72 \pm 0.96
Atrincheramiento	2.39 \pm 0.29	1.50 \pm 0.02	5.53 \pm 0.95	5.46 \pm 3.53	6.77 \pm 1.46	2.06 \pm 0.92	1.84 \pm 0.25	2.16 \pm 0.3	2.96 \pm 1.57	1.73 \pm 0.34	2.19 \pm 2.78	1.75 \pm 0.27
Ancho/Profundo	2.67 \pm 0.51	4.74 \pm 2.1	3.89 \pm 0.54	6.42 \pm 4.6	5.70 \pm 0.69	7.93 \pm 0.26	6.85 \pm 1.92	5.64 \pm 0.44	5.26 \pm 1.93	10.92 \pm 3.17	10.43 \pm 7.29	11.23 \pm 2.82
Grado de la pendiente	8.67 \pm 3.05	6 \pm 1	3.67 \pm 1.52	3	4	2 \pm 1	5.67 \pm 0.57	3 \pm 1	1.33 \pm 0.57	2.33 \pm 0.57	3 \pm 1	2.67 \pm 0.57
Sinuosidad	1.02	1.05	1.01	1.01	1.03	1.18	1.09	1.09	1.01	1.16	1.08	1.08
Lecho dominante	Roca	Canto rodado	Arena	Arcilla	Arcilla	Arcilla	Roca	Cama rocosa	Canto rodado	Roca y arcilla	Cama rocosa	Cama rocosa
Árboles (cobertura)	Alta	Alta	Media	Alta	Alta	Baja	Alta	Baja	Media	Baja	Baja	Nula
Arbusto (cobertura)	Baja	Media	Baja	Alta	Alta	Alta	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	Media
Elementos leñosos dominantes	Cedro/ Encin.	Cedro/ Encin.	Cedro	Pirul/ Sauce	Pirul/ Jara	Huiz. / Jara	Encin. / Gat.	Gat./ Huiz.	Jara/ Pirul	Huiz. / Nopal	Gat. / Huiz.	Gat.

En cuanto a los atributos estructurales bióticos, a excepción de Laborcilla donde *Juniperus* siempre fue el elemento leñoso dominante, en los demás sistemas este atributo varió en al menos una de las secciones del cauce. En los cuatro sistemas la cobertura de árboles fue diferente en las diferentes secciones. Por otra parte, en el Pocito la cobertura del estrato arbustivo fue la más alta, en las tres secciones (Cuadro 7; Fig. 25 y 26).

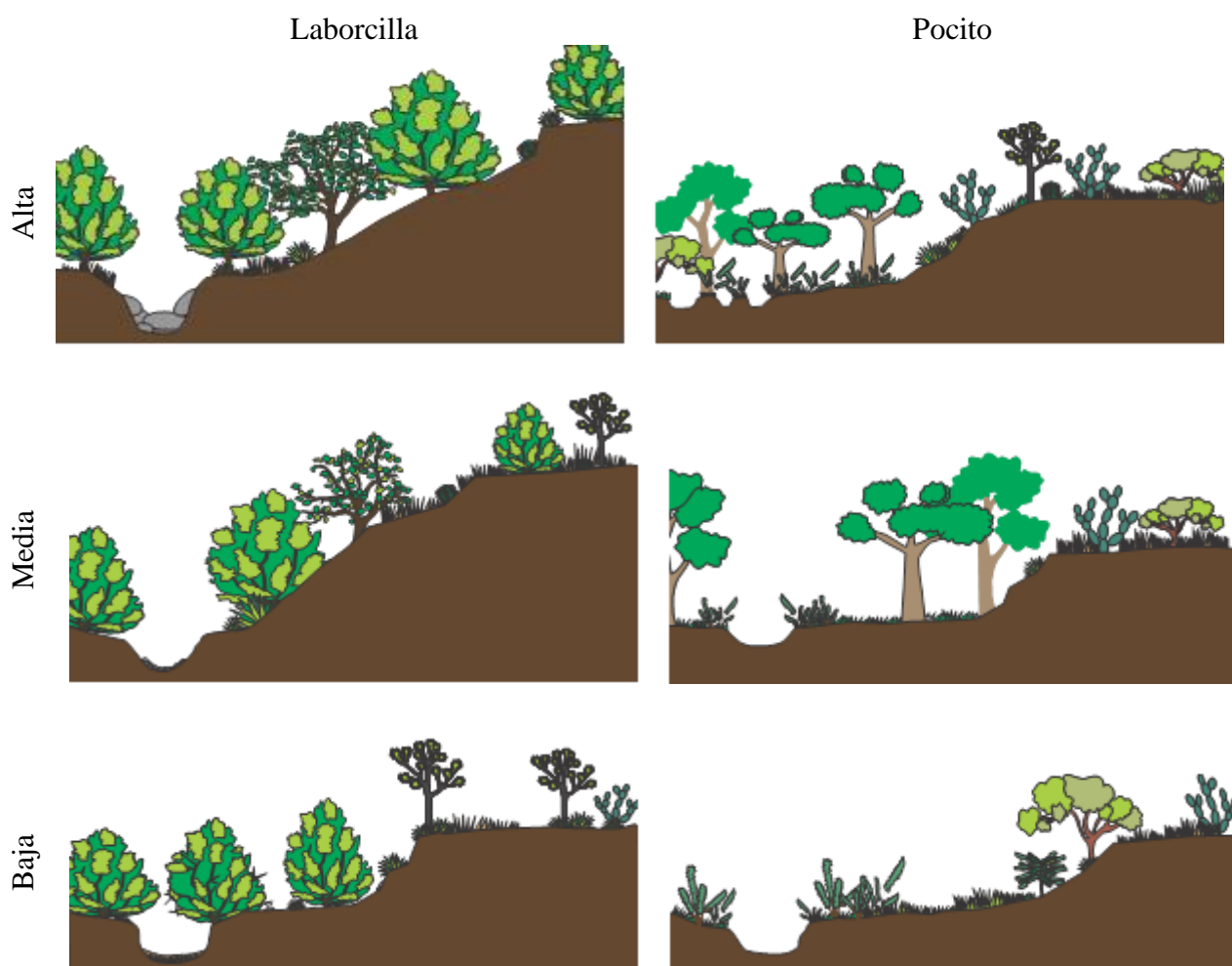


Figura 25. Perfiles geomorfológicos de las secciones alta, media y baja en los sistemas xeroriparios Laborcilla y Pocito en los Llanos de Ojuelos, México.

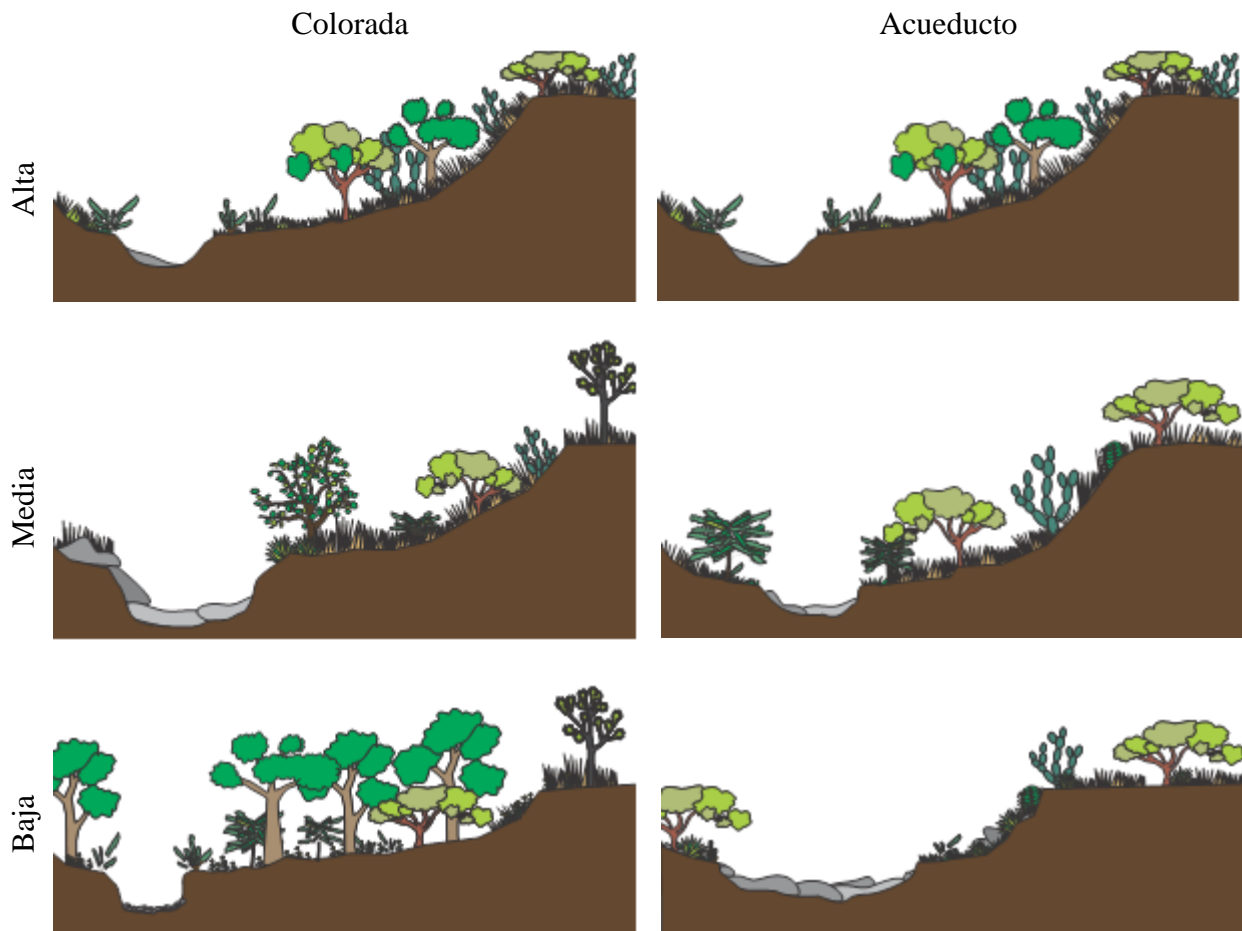


Figura 26. Perfiles geomorfológicos de las secciones alta, media y baja en los sistemas xeroriparios Colorada y Acueducto en los Llanos de Ojuelos, México.

6.6 Influencia de los atributos geomorfológicos en el ensamblaje de anfibios de los distintos sistemas xeroriparios

Al menos una de las variables geomorfológicas fue incluida en el modelo que explicó mejor los diferentes atributos del ensamblaje de anfibios, a excepción de la profundidad del canal a nivel de desborde, que no fue incluida en ninguno de los modelos mejores o más parsimoniosos. (Cuadro 8).

Cuadro 8. Relación entre los atributos de la comunidad de anfibios y las características geomorfológicas de los sistemas xeroriparios estudiados en los Llanos de Ojuelos, México. Las siglas CND hacen referencia al canal a nivel de desborde y CNI al canal a nivel de planicie de inundación. Los valores corresponden al coeficiente de correlación. Se muestran únicamente los casos en los que las variables fueron incluidas en el modelo más parsimonioso. Atrinch. Significa Antrincheramiento.

Atributo	Ancho CND	Ancho CNI	Relación ancho/profundo	Atrinch.	Sinuosidad	Pendiente
Riqueza	-	-	-	-	0.03	-0.25
Abundancia	-	0.3	0.05	0.22	-0.05	-
<i>Anaxyrus punctatus</i>	-	-	-0.1	-	-0.1	-
<i>Dryophytes arenicolor</i>	0.3	-	0.1	-	0.06	-
<i>Dryophytes eximius</i>	-	-	-	0.22	-0.09	-
<i>Lithobates montezumae</i>	-	-	-0.03	0.3	-	-0.16
<i>Spea multiplicata</i>	-	0.14	-	-	-	-

El tipo de sustrato que conforma el lecho del canal fue parte del modelo que mejor explicó la riqueza de especies, la abundancia total y la abundancia de *D. eximius* y *L. montezumae*. El lecho del arroyo compuesto por arcilla tuvo un efecto positivo en la riqueza de especies y en la abundancia total y por especies. En cuanto a la riqueza total, las secciones donde dominó el canto rodado, roca y en proporción similar roca y arcilla tuvieron los valores más altos (Cuadro 7 y 9).

Cuadro 9. Efecto del lecho del arroyo en los atributos de la comunidad de anfibios y las especies en particular. Los valores representan la media \pm la desviación estándar; entre paréntesis se muestra el total en los diferentes sustratos que componen el lecho del canal en los sistemas xeroriparios estudiados.

Atributos del ensamblaje	Tipo de lecho del arroyo					
	Arcilla	Arena	Cama rocosa	Canto rodado	Roca	Roca y arcilla
Riqueza	0.87 \pm 0.84 (4)	0.062 \pm 0.25 (1)	0.71 \pm 0.79 (3)	0.44 \pm 0.98 (5)	0.25 \pm 0.50 (5)	0.56 \pm 0.81 (5)
Abundancia	3.08 \pm 4.56 (148)	0.25 \pm 1 (4)	1.83 \pm 3.25 (88)	0.90 \pm 2.17 (29)	0.22 \pm 0.49 (7)	1.5 \pm 2.96 (24)
<i>D. eximius</i>	1.29 \pm 2.95 (62)	0	0.17 \pm 0.42 (8)	0.37 \pm 0.90 (12)	0.09 \pm 0.29 (3)	0.87 \pm 2.55 (14)
<i>L. montezumae</i>	1.67 \pm 2.52 (80)	0	0.31 \pm 0.90 (15)	0.31 \pm 0.99 (10)	0	0.37 \pm 1.25 (6)

6.7 La vegetación y su relación con el ensamblaje de anfibios en los sistemas xeroriparios

De manera general la riqueza, abundancia total y abundancia de cada una de las especies respondieron de manera diferente a la cobertura de los diferentes estratos de la vegetación en los sistemas xeroriparios estudiados.

6.7.1 Laborcilla

En este sistema los modelos que explicaron mejor los atributos de la comunidad de anfibios incluyeron pocas variables de la cobertura en comparación con los otros sistemas. Para la riqueza de especies el mejor modelo fue el nulo. El modelo que mejor explicó la abundancia total de anfibios incluyó la cobertura elementos arborescentes medianos; mientras que el mejor modelo para explicar la abundancia de *A. punctatus* incluyó la proporción de arbustos altos y musgo. La abundancia de *D. eximius* se explicó mejor por la proporción de suelo desnudo (Cuadro 10).

Cuadro 10. Relación entre la cobertura de las diferentes formas de crecimiento y el sustrato con la abundancia de las especies más comunes de anfibios, en el sistema xeroripario Laborcilla. Los valores corresponden al coeficiente de correlación. Se muestran únicamente los casos en los que las variables fueron incluidas en el modelo más parsimonioso.

Elementos de la cobertura (formas de vida y sustrato)	Atributos del ensamblaje de anfibios		
	Abundancia total	<i>Anaxyrus punctatus</i>	<i>Dryophytes eximius</i>
Arborescente mediano	-0.17	-	-
Arbusto alto	-	-0.12	-
Musgo	-	0.27	-
Suelo desnudo	-	-	-0.24

En este sistema, la proporción de suelo desnudo a lo largo del cauce fue relativamente alta comparada con los otros sistemas, particularmente en la sección baja. A diferencia de los otros sistemas xeroriparios, en la Laborcilla en todas las secciones el porcentaje de cobertura de árboles fue mayor al 23 % (Fig. 27) y la cobertura de arbusto fue menor. En todas las secciones registré rocas y mantillo expuesto, cuyo porcentaje no se afectó por el crecimiento de las herbáceas, como en los otros sistemas.

En el ambiente adyacente, el cambio en los porcentajes de cobertura en el tiempo no fue tan acentuada como en los otros sistemas y la cobertura de árboles fue menor que en el cauce. Las rocas fueron el elemento dominante, seguido de las herbáceas (Fig. 28).

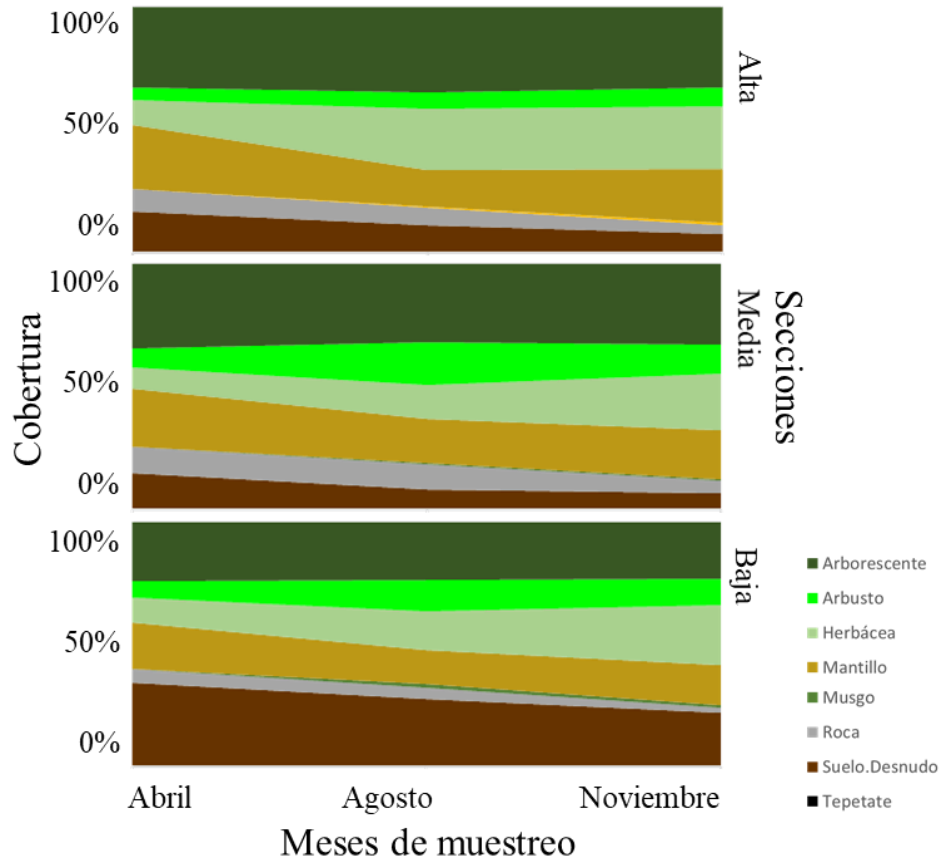


Figura 27. Variación temporal de la cobertura de las diferentes formas de crecimiento y sustrato el cauce (Arroyo y Transición) en las secciones alta, media y baja del sistema xeroripario Laborcilla.

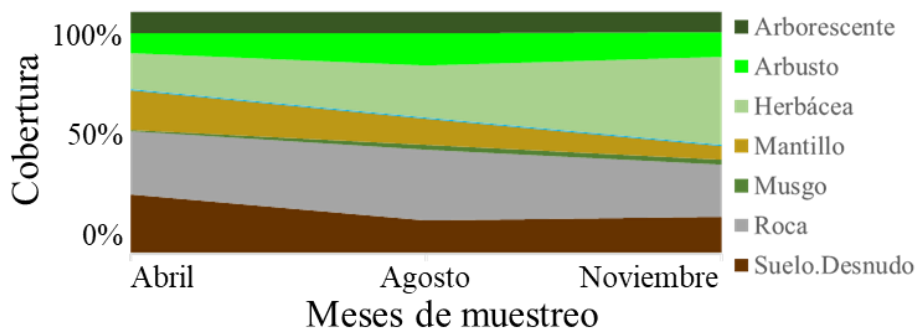


Figura 28. Variación temporal de la cobertura de las diferentes formas de crecimiento y sustrato en el ambiente adyacente del sistema xeroripario Laborcilla.

6.7.2 Pocito

En este sistema al menos una de las variables de cobertura fue seleccionada en el mejor modelo para explicar los atributos del ensamblaje de anfibios. Tanto la riqueza como la abundancia total de anfibios se vieron influenciadas de manera negativa por la presencia de arbustos pequeños. Para la abundancia de *D. eximius*, la cobertura de elementos arborescentes fue con la que mostró una relación más fuerte, mientras que para *L. montezumae* la proporción de suelo desnudo y musgo fueron las variables con mayor correlación. En el caso de *S. multiplicata* la presencia de arbustos alto influyó negativamente en la abundancia de la especie (Cuadro 11).

En este sistema en las secciones alta la cobertura los estratos arborescente y arbustivo fue la alta en comparación con la de herbáceas. En la sección baja las herbáceas fueron el elemento dominante (Figura 29).

Cuadro 11. Relación entre la cobertura de las diferentes formas de crecimiento y el sustrato con la abundancia de las especies más comunes de anfibios, en el sistema xeroripario Pocito. Los valores corresponden al coeficiente de correlación. Se muestran únicamente los casos en los que las variables fueron incluidas en el modelo más parsimonioso.

Elementos de la cobertura (formas de vida y sustrato)	Atributos del ensamblaje de anfibios				
	Riqueza	Abundancia total	<i>Dryophytes eximius</i>	<i>Lithobates montezumae</i>	<i>Spea multiplicata</i>
Arborescente alto	-	-	0.33	-	-
Arbusto alto	-	-	-	-	-0.27
Arbusto pequeño	-0.30	-0.30	-	-0.22	-
Herbácea macollo mediano	-	-	-0.11	-	-
Herbácea macollo pequeño	-	-	-	0.03	-
Herbácea poaceae cespitoso	-	-	-	-0.18	-
Herbácea rastrera	-	-	-	0.09	-
Musgo	-	-	-	0.36	-0.06
Roca	-	-	-0.002	-	-
Suelo desnudo	0.25	0.21	0.08	0.56	-

La cobertura en el ambiente Adyacente estuvo dominada por mantillo y arbustos. El patrón de cobertura de herbáceas varió en respuesta a las lluvias. Los elementos arborescentes fueron escasos (Fig. 30).

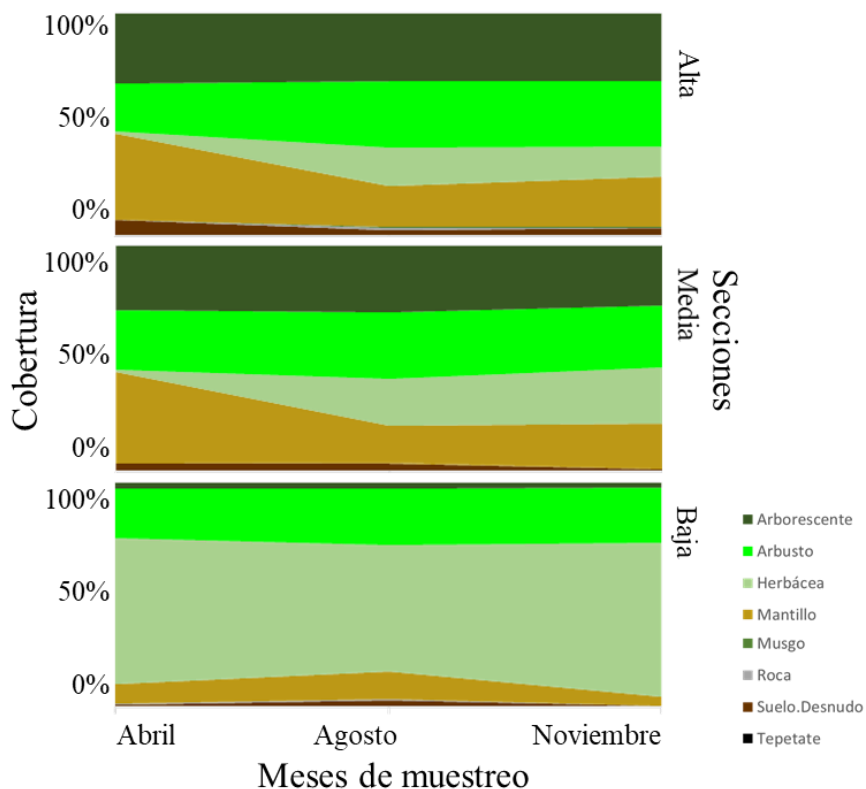


Figura 29. Variación temporal de la cobertura de las diferentes formas de crecimiento y sustrato en el cauce (Arroyo y Transición) en las secciones alta, media y baja del sistema xeroripario Pocito.

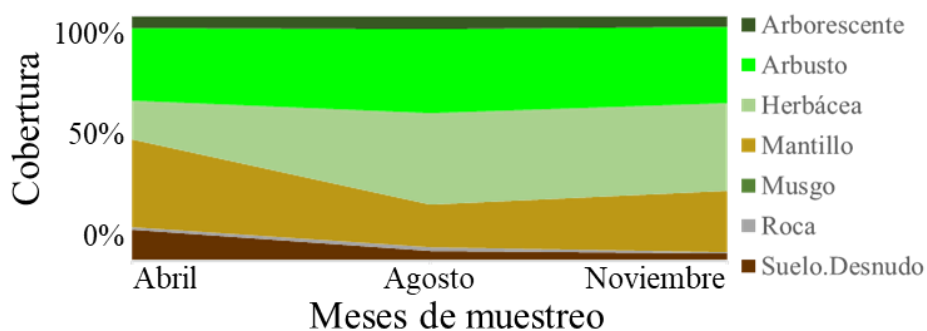


Figura 30. Variación temporal de la cobertura de las diferentes formas de crecimiento y sustrato a en el ambiente Adyacente del sistema xeroripario Pocito.

6.7.3 Colorada

En este sistema todos los atributos de la comunidad de anfibios fueron explicados por al menos dos variables de cobertura según el mejor modelo. Para la riqueza de especies los elementos con los que mostró una correlación más alta fueron los árboles pequeños y las herbáceas trepadoras en sentido negativo. La abundancia total de especies mostró una relación positiva con herbáceas. Las distintas especies de este ensamblaje respondieron de manera diferente a los atributos de la vegetación. La abundancia de *D. eximius* se explicó mejor por elementos leñosos, mientras que la de *D. arenicolor* y *L. montezumae* por herbáceas (Cuadro 12).

La relación entre la cobertura de mantillo y herbáceas sigue la misma dinámica temporal que en los otros sistemas. La sección alta tuvo la mayor cobertura de árboles y el estrato arbustivo fue más abundante en las secciones media y baja (Fig. 31), en comparación con las otras secciones.

En el ambiente adyacente no hubo árboles y el de este sitio fue el que tuvo el porcentaje mayor de tepetate expuesto de los cuatro Adyacentes. Los porcentajes de suelo desnudo y tepetate disminuyeron conforme aumentó la cobertura de herbáceas. El resto de los elementos permanecieron relativamente estables (Fig. 32).

Cuadro 12. Relación entre la cobertura de las diferentes formas de crecimiento y el sustrato con la abundancia de las especies más comunes de anfibios, en el sistema xeroripario Colorada. Los valores corresponden al coeficiente de correlación. Se muestran únicamente los casos en los que las variables fueron incluidas en el modelo más parsimonioso

Elementos de la cobertura (formas de vida y sustrato)	Atributos del ensamblaje de anfibios				
	Riqueza	Abundancia total	<i>Dryophytes arenicolor</i>	<i>Dryophytes eximius</i>	<i>Lithobates montezumae</i>
Arborescente alto	0.06	-	-	0.18	-
Arborescente mediano	-0.08	-	-	-0.21	-
Arborescente pequeño	-0.16	-	-	-	-
Arbusto alto	-	-	-	-	-0.01
Arbusto mediano	-	-	-	-0.1	-
Arbusto pequeño	-	-	0.27	-	-
Herbáceo macollo grande	-	-	0.15	-	0.06
Herbácea macollo mediano	-	-	-	-	-0.02
Herbácea macollo pequeño	-	-	-	-	-
Herbácea poaceae cespitoso	-	-	-0.07	-	-
Herbácea rastrera	-	0.45	0.54	-	-
Herbácea trepadora	-0.17	-	-	-	-
Herbácea vertical mediano	-	0.36	-	-	-
Herbácea vertical pequeño	-	-	-	-	-
Suelo desnudo	-	-	-0.25	-	-

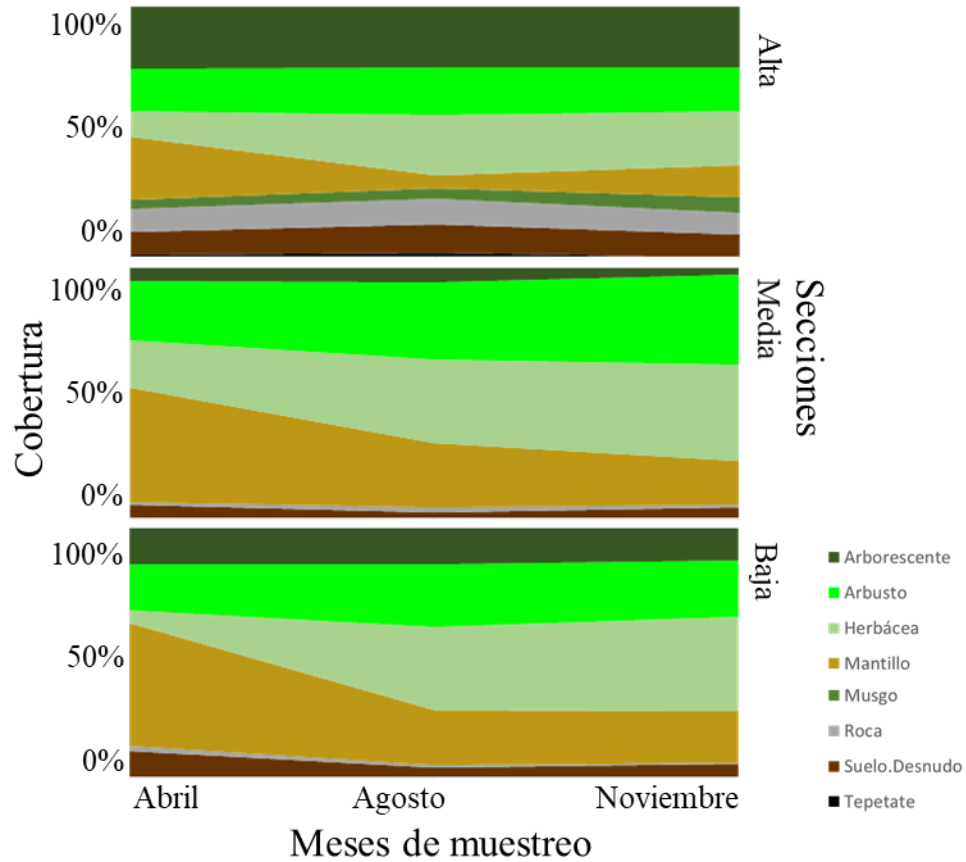


Figura 31. Variación temporal en la cobertura de las formas de crecimiento y sustrato expuesto en el cauce (Arroyo y Transición) de las secciones alta, media y baja del sistema xeroripario Colorada.

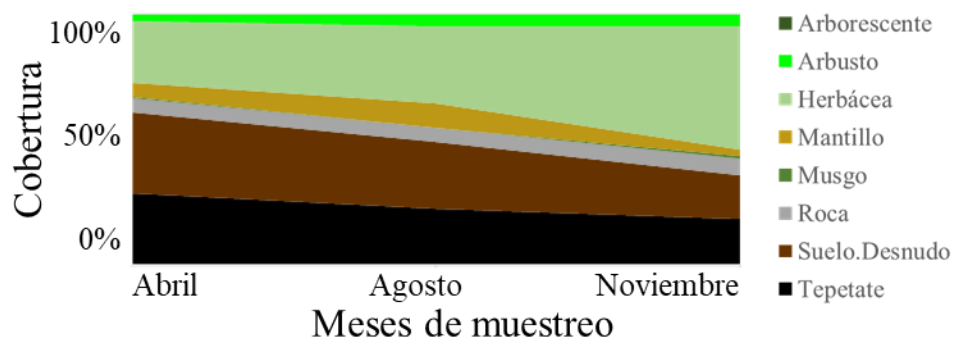


Figura 32. Variación temporal en la cobertura de las formas de crecimiento y sustrato expuesto en el ambiente Adyacente del sistema xeroripario Colorada.

6.7.4 Acueducto

Al menos una variable de cobertura fue parte del modelo que explicó mejor la abundancia total y las abundancias de *D. eximius*, *D. arenicolor* y *L. montezumae* (Cuadro 13). La abundancia total de anfibios y la abundancia de *D. arenicolor* fueron explicadas principalmente por la presencia de rocas, con la que tuvieron una relación positiva. La abundancia de *D. eximius* se explicó mejor por la presencia de algunos elementos del estrato herbáceo. Por otro lado, el mejor modelo para explicar la abundancia de *L. montezumae* incluyó únicamente un elemento herbáceo. En ambos casos la relación fue positiva. Para el caso de la riqueza de especies, ningún modelo fue mejor que el nulo.

Cuadro 13. Relación entre la cobertura de las diferentes formas de crecimiento y el sustrato con la abundancia de las especies más comunes de anfibios, en el sistema xeroripario Acueducto. Los valores corresponden al coeficiente de correlación. Se muestran únicamente los casos en los que las variables fueron incluidas en el modelo más parsimonioso.

Formas de crecimiento	Atributos de la comunidad de anfibios			
	Abundancia total	<i>Dryophytes arenicolor</i>	<i>Dryophytes eximius</i>	<i>Lithobates montezumae</i>
Arbusto mediano	0.14	-	-	-
Arbusto pequeño	-0.18	-	-	-
Herbácea macollo mediano	-	-	0.22	-
Herbácea macollo pequeño	0.14	-	-	0.4
Herbácea rastrera	-	-	0.27	-
Musgo	-	-	-0.15	-
Roca	0.39	0.61	-	-

En la figura 33 se muestra la variación temporal entre los diferentes estratos de la vegetación en este sistema. En todas las secciones del cauce el mantillo fue muy abundante en la estación seca (abril) pero al iniciar la estación de lluvias se incrementó la cobertura de herbáceas. La sección que presentó más rocas fue la baja, mientras que las media y baja tuvieron mayor cobertura de arbustos. En el ambiente adyacente no hubo árboles y en él, el patrón temporal siguió una dinámica similar a la del cauce del xeroripario (Fig. 34).

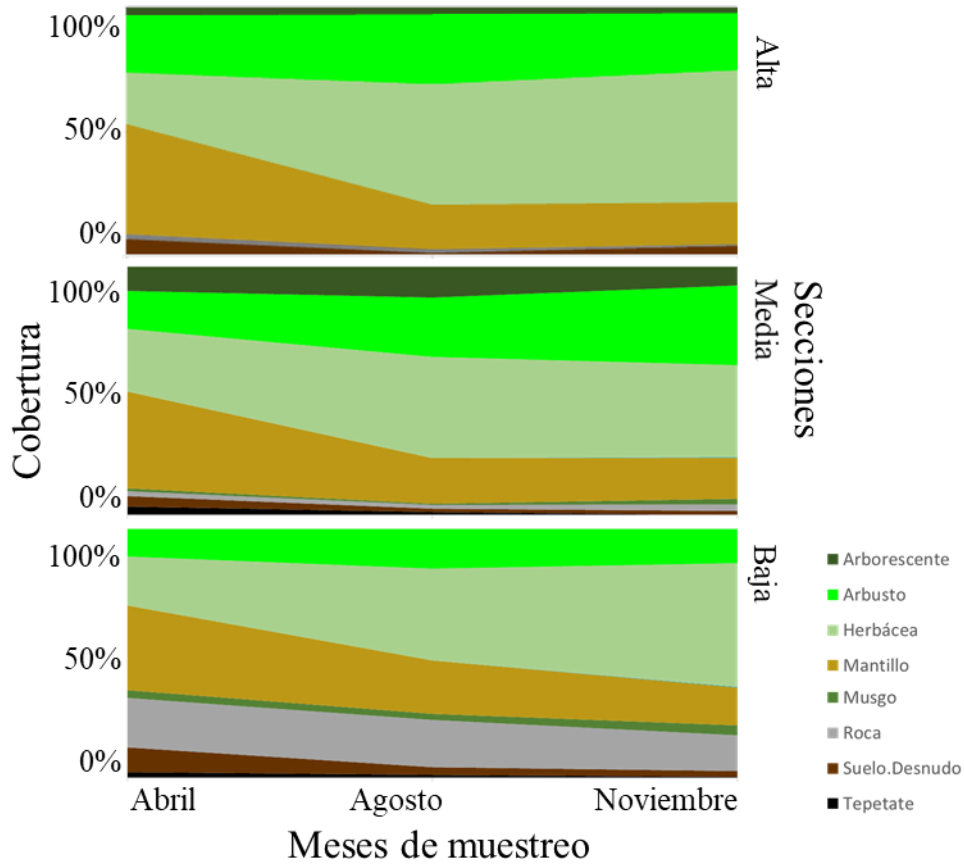


Figura 33. Variación temporal y espacial de la cobertura de las diferentes formas de crecimiento de la vegetación y el sustrato expuesto en los ambientes del cauce (Arroyo y Transición) de las secciones alta, media y baja del sistema xeroripario Acueducto.

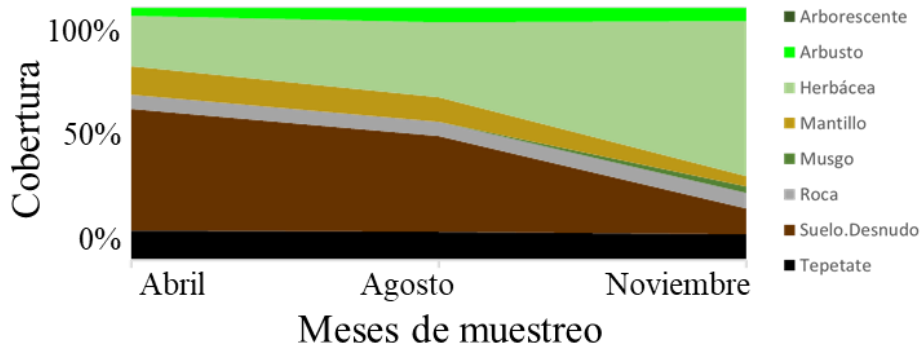


Figura 34. Variación temporal en la cobertura de las formas de crecimiento y sustrato expuesto en el ambiente Adyacente del sistema xeroripario Acueducto.

6.8 Variables ambientales abióticas: condiciones durante los muestreos

6.8.1 Laborcilla

En este sistema el mejor modelo incluyó la temperatura mínima durante el día y durante las horas de muestreo para explicar la riqueza de especies, la abundancia total y la de *A. punctatus*. En todos los casos, la temperatura mínima durante el día mostró una relación positiva mientras que durante las horas de muestreo fue negativa. Para explicar la abundancia de *D. eximius* ninguna de las combinaciones de variables ambientes fue mejor que el modelo nulo (Cuadro 14).

Cuadro 14. Relación entre los atributos de la comunidad de anfibios y las variables ambientales registradas en el sistema xeroripario Laborcilla en los Llanos de Ojuelos, México. Los valores corresponden al coeficiente de correlación. Se muestran únicamente los casos en los que las variables fueron incluidas en el modelo más parsimonioso. “Día” se refiere a los valores registrados durante 24 h, mientras que “muestreo” indica los valores registrados únicamente durante las horas de muestreo (4 h).

Variables ambientales	Atributos del ensamblaje de anfibios		
	Riqueza	Abundancia	<i>Anaxyrus punctatus</i>
Temperatura máx. día	-	-	0.03
Temperatura mín. día	0.08	0.11	0.10
Temperatura mín. muestreo	-0.16	-0.09	-0.11

6.8.2 Pocito

Dentro de las variables seleccionadas por el mejor modelo para explicar la abundancia de anfibios estuvieron la temperatura máxima durante el día y la velocidad promedio del viento durante los muestreos, que influyeron negativamente. La abundancia de *D. eximius* estuvo influenciada negativamente por el porcentaje de nubosidad y la abundancia de *L. montezumae* estuvo relacionada positivamente la temperatura mínima durante las horas del muestreo. Para explicar la abundancia de *S. multiplicata* ninguno de los modelos fue mejor que el nulo (Cuadro 15).

Cuadro 15. Relación entre los atributos de la comunidad de anfibios y las variables ambientales registradas en el sistema xeroripario Pocito en los Llanos de Ojuelos, México. Los valores corresponden al coeficiente de correlación. Se muestran únicamente los casos en los que las variables fueron incluidas en el modelo más parsimonioso. “Día” se refiere a los valores registrados durante 24 h, mientras que “muestreo” indica los valores registrados únicamente durante las horas de muestreo (4 h).

Variables ambientales	Atributos del ensamblaje de anfibios		
	Abundancia total	<i>Dryophytes eximius</i>	<i>Lithobates montezumae</i>
Velocidad del viento	-0.14	-	-
Nubosidad (%)	-	-0.22	-
Temperatura día	-	-0.06	-
Humedad día	0.07	-	-
Punto de rocío día	0.08	-	-
Temperatura máx. día	-0.17	-	-
Temperatura mín. día	0.08	-	-
Temperatura muestreo	-	0.02	-
Rocío muestreo	-	0.09	-
Temperatura máx. muestreo	-	-	-
Temperatura mín. muestreo	-	-0.01	0.23

Aquí también, la presencia de agua superficial fue incluida en el mejor modelo y tuvo un efecto positivo en la riqueza de especies, la abundancia total y las abundancias de *D. eximius* y *L. montezumae*. (Cuadro 16).

Cuadro 16. Riqueza de especies y abundancia total y de las especies registradas en transectos con agua y sin agua superficial en el sistema xeroripario Pocito. Los datos corresponden al promedio \pm desviación estándar; el valor entre paréntesis indica el número total para cada caso. Se muestran únicamente los casos en los que la presencia de agua fue seleccionada en el modelo más parsimonioso.

	Riqueza de especies	Abundancia total	<i>Dryophytes eximius</i>	<i>Lithobates montezumae</i>
Con agua superficial	2.25 \pm 1.03 (4)	14.87 \pm 10.35 (119)	4.62 \pm 5.28 (37)	9.75 \pm 5.01 (78)
Sin agua superficial	1.5 \pm 1.30(4)	4.62 \pm 5.73 (37)	3.62 \pm 4.86 (4)	0.25 \pm 0.46 (2)

6.8.3 Colorada

La riqueza de especies de este sistema respondió positivamente a la temperatura mínima durante el día, mientras que la abundancia total fue influenciada negativamente por el porcentaje de nubosidad (Cuadro 17). La abundancia de las especies en particular se

explicó mejor por la temperatura máxima durante los muestreos, donde cada especie respondió de forma diferente (Cuadro 17).

La presencia de agua influyó positivamente en la riqueza de especies, la abundancia total y las abundancias de *D. arenicolor* y *L. montezumae* (Cuadro 18).

Cuadro 17. Relación entre los atributos de la comunidad de anfibios y las variables ambientales registradas en el sistema xeroripario Colorada en los Llanos de Ojuelos, México. Los valores corresponden al coeficiente de correlación. Se muestran únicamente los casos en los que las variables fueron incluidas en el modelo más parsimonioso. “Día” se refiere a los valores registrados durante 24 h, mientras que “muestreo” indica los valores registrados únicamente durante las horas de muestreo (4 h).

Variables ambientales	Atributos del ensamblaje de anfibios				
	Riqueza de especies	Abundancia total	<i>Dryophytes eximius</i>	<i>Dryophytes arenicolor</i>	<i>Lithobates montezumae</i>
Nubosidad (%)	-	-0.24	-	-	-
Temperatura día	-	-	-	0.02	-
Temperatura máx. día	-	-	-	-0.002	-
Temperatura mín. día	0.12	-	-	0.08	-
Temperatura muestreo	0.01	-	0.09	-	-
Humedad muestreo (%)	-	-	-	0.07	-
Punto de rocío muestreo	-	-	-	0.09	-
Temperatura máx. muestreo	0.07	-	0.18	0.04	-0.03
Temperatura mín. muestreo	-	-	0.04	-	-

Cuadro 18. Riqueza de especies y abundancia total y de las especies registradas en transectos con agua y sin agua superficial en el sistema xeroripario Colorada. Los datos corresponden al promedio \pm desviación estándar; el valor entre paréntesis indica el número total para cada caso. Se muestran únicamente los casos en los que la presencia de agua fue seleccionada en el modelo más parsimonioso.

Presencia de agua superficial	Atributos del ensamblaje de anfibios			
	Riqueza de especies	Abundancia total	<i>Dryophytes arenicolor</i>	<i>Lithobates montezumae</i>
Si	2 \pm 1.41 (5)	8.62 \pm 7.81 (69)	4.62 \pm 6.36 (37)	2.87 \pm 1.53 (23)
No	1.3 \pm 0.91(4)	1.87 \pm 1.45 (15)	0.5 \pm 0.75 (4)	0

6.8.4 Acueducto

Según el mejor modelo, la riqueza de especies se vio influenciada de manera positiva por la presencia e intensidad de la lluvia y las temperaturas mínimas durante el día, mientras que la abundancia total de anfibios mostró una relación positiva con el porcentaje de nubosidad, punto de rocío durante el día y durante las horas de muestreo. El mejor modelo para explicar la abundancia de *D. arenicolor* incluyó cinco variables ambientales, pero con bajo coeficiente de correlación (Cuadro 19).

Cuadro 19. Relación entre los atributos de la comunidad de anfibios y las variables ambientales registradas en el sistema xeroripario Acueducto en los Llanos de Ojuelos, México. Los valores corresponden al coeficiente de correlación. Se muestran únicamente los casos en los que las variables fueron incluidas en el modelo más parsimonioso. “Día” se refiere a los valores registrados durante 24 h, mientras que “muestreo” indica los valores registrados únicamente durante las horas de muestreo (4 h).

Variables ambientales	Atributos del ensamblaje de anfibios		
	Riqueza	Abundancia	<i>Dryophytes arenicolor</i>
Lluvia (presencia e intensidad)	0.13	-	0.04
Nubosidad (%)	-	0.12	-
Humedad día (%)	-	-	-0.06
Punto de rocío día	-	0.17	-
Temperatura máx. día	-	-	0.02
Temperatura mín. día	0.48	-	-
Punto de rocío muestreo	-	0.20	0.06
Temperatura máx. muestreo	-	-	0.09

La presencia de agua fue parte del modelo que explicó mejor todos los atributos del ensamblaje de anfibios, menos la abundancia de *D. arenicolor*. En general, la presencia de agua favoreció la abundancia tanto total como por especie (Cuadro 20). La riqueza de especies fue mayor cuando no hubo agua superficial.

Cuadro 20. Riqueza de especies y abundancia de la comunidad y de las especies registradas en función de la presencia de agua superficial en el sistema xeroripario Acueducto. Los datos corresponden al promedio \pm desviación estándar; el valor entre paréntesis indica el número total para cada caso. Se muestran únicamente los casos en los que la presencia de agua fue seleccionada en el modelo más parsimonioso.

Presencia de agua superficial	Atributos del ensamblaje de anfibios			
	Riqueza	Abundancia	<i>Dryophytes eximius</i>	<i>Lithobates montezumae</i>
Si	1.37 \pm 1.18 (3)	6.25 \pm 7.10 (50)	2.25 \pm 3.77 (18)	1 \pm 2.44 (8)
No	1.75 \pm 0.88 (4)	2.87 \pm 1.88 (23)	1 \pm 1.41 (8)	0

6.9 Efecto de las variables físico-químicas del agua en los atributos de la comunidad de anfibios

A nivel de paisaje, la riqueza de especies, la abundancia total y la abundancia de *D. arenicolor*, *D. eximius* y *L. montezumae* también se explicaron mejor por la presencia de agua. Entre las variables físico-químicas del agua, la profundidad fue la única incluida en el mejor modelo para explicar todos los casos anteriores. Además, el mejor modelo para explicar la riqueza de especies incluyó la temperatura del agua con la que hubo una relación positiva y la turbidez con una relación negativa. Para la abundancia total de anfibios todas las variables fueron incluidas en el mejor modelo. Dentro del mejor modelo para explicar la abundancia de *D. arenicolor* la variable con la que hubo una correlación más alta fue la temperatura del agua; para *D. eximius*, la profundidad del agua y para *L. montezumae*, el pH promedio (Cuadro 21).

Cuadro 21. Relación entre los atributos de la comunidad de anfibios y las variables físico-químicas del agua registradas en los sistemas xeroriparios estudiados en los Llanos de Ojuelos, México. Los valores corresponden al coeficiente de correlación. Se muestran únicamente los casos en los que la “presencia de agua” fue incluida en el mejor modelo.

Variables ambientales	Atributos del ensamblaje de anfibios				
	Riqueza de especies	Abundancia total	<i>Dryophytes arenicolor</i>	<i>Dryophytes eximius</i>	<i>Lithobates montezumae</i>
Temperatura	0.25	0.22	0.26	-	0.09
Salinidad	-	0.11	0.09	0.13	-
pH promedio	-	-0.14	-	-0.09	-0.14
Turbidez	-0.27	0.21	-	-0.15	-
Profundidad	-0.22	-0.18	0.10	-0.3	-0.13

7 Discusión

Este estudio es el primero en documentar la composición de los ensamblajes de anfibios asociados con sistemas xeroriparios en Los Llanos de Ojuelos (sur del Altiplano Mexicano). De las nueve especies incluidas en el listado potencial para la región, no documenté dos de ellas: *Ambystoma velasci* y *Smilisca dentata* (Riojas-López y Mellink, 2006; Cruz-Elizalde 2016; Roth-Monzón et al., 2018; Torres-Cervantes, 2019). La primera es una salamandra que requiere cuerpos de agua prácticamente estancados y con sustrato blando que, en caso de secarse el cuerpo de agua, le permitan enterrarse para evitar la deshidratación (Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005; Riojas-López y Mellink, 2006). En el caso, *S. dentata*, prefiere pastizales inundables donde cava madrigueras o hace uso de las ya existentes (Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005). Ninguno de los sistemas xeroriparios estudiados ofrece estas condiciones. De las especies registradas, solo *L. montezumae* se encuentra bajo protección especial por la Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT, 2010).

Los resultados muestran que los sistemas xeroriparios son estructuralmente complejos, diferentes entre ellos y dentro de ellos, debido a sus atributos geomorfológicos y de vegetación. Como resultado, no hay un ensamblaje típico de anfibios de los sistemas xeroriparios regionales, sino que la composición del ensamble está en función de la complejidad y las características de los cauces particulares de cada sistema. Por tanto, la comunidad regional de anfibios en los sistemas xeroriparios está condicionada a escala local. Por otra parte, cinco de las siete especies que registré usaron distintos ambientes durante los distintos meses de muestreo. El hecho de que cinco especies hagan uso de los distintos ambientes que conforman el sistema xeroripario (Arroyo, Transición y Adyacente) sugiere que la interacción entre los ambientes da resultado a una unidad crítica para la presencia y la permanencia de esas especies a escala regional. Asimismo, los modelos no mostraron un efecto diferenciado sobre la composición de los ensamblajes de anfibios entre los ambientes Arroyo y Transición, por lo que a escala local estos podrían funcionar como una unidad de hábitat para este grupo biológico. Las otras dos especies las documenté solo en uno de los ambientes: *L. montezumae* exclusivamente en el cauce (Arroyo+Transición); *A. compactilis* solo en el ambiente Adyacente.

De forma general, y al margen de las particularidades entre y dentro de los sistemas, la mayoría de los individuos que registré se encontraban restringidos al cauce durante la estación seca-cálida y los incrementos en la abundancia y riqueza de especies de anfibios sucedieron al inicio de la estación de lluvia. Esto coincide con el patrón de actividad reportado para anfibios que habitan regiones xéricas (Cruz-Elizalde et al., 2016; Roth-Monzón et al., 2018). En estos sistemas, para evitar la deshidratación se refugian bajo tierra (e.g. *Spea multiplicata*) o debajo de otros elementos como rocas y troncos (e.g. *Anaxyrus punctatus*), lo que puede explicar la baja abundancia de anfibios antes de las lluvias. Por otro lado, en octubre, al inicio de la estación seca-fría, se presentó un segundo incremento en la riqueza y abundancia en el ambiente Adyacente en tres de los sistemas. Este incremento puede explicarse por la dispersión de los juveniles para evitar competencia con individuos adultos y buscar donde refugiarse durante la estación seca (Rittenhouse y Semlitsch, 2007; Becker, 2010). Tales explicaciones concuerdan con la propuesta de que estos eventos de dispersión fuera del cauce están relacionados con las adaptaciones de los anfibios a la dinámica hídrica de los arroyos efímeros en ambientes semiáridos (McClanahan et al., 1994; Dayton y Fitzgerald, 2001; Dorcas et al., 2009; Sánchez-Montoya et al., 2017). En la región de estudio, este aumento en la diversidad en el ambiente Adyacente coincidió con la disminución del flujo del arroyo y la reducción del nivel del agua de los remanentes, lo que refuerza la idea de que los ambientes adyacentes a los sistemas xeroriparios son críticos como hábitat, especialmente para las especies de anfibios que no dependen de agua superficial para su sobrevivencia durante la época más fría y seca.

La humedad ambiental es un factor crítico que influye sobre los anfibios debido a que son organismos ectotermos y con piel altamente permeable (Wells, 2007; Roth-Monzón et al., 2018). Aunque en todos los sistemas xeroriparios estudiados la abundancia total y la riqueza aumentaron una vez iniciada la época de lluvia, cada mes de muestreo se comportó de forma diferente, inclusive durante la estación de lluvia. Esto probablemente refleje una adaptación de los anfibios a los hábitats semiáridos, donde los anfibios buscan eficientizar al máximo su tiempo de actividad en respuesta al estrés hídrico constante que imponen las características (McClanahan et al., 1994; Roth-Monzón et al., 2018; Jolly et al., 2008).

La diferencia topográfica del cauce con el ambiente Adyacente es uno de los atributos que permite un desarrollo diferenciado de la vegetación, debido en gran parte a su influencia en la dinámica hídrica (Naiman et al., 2005). La vegetación del cauce al ser más densa y alcanzar mayores alturas propicia una humedad ambiental más alta en comparación con los hábitats adyacentes a los arroyos (Naiman et al., 2005; Rykken et al., 2007). Sin embargo, contrario a lo esperado, en los sistemas xeroriparios estudiados el mejor modelo no incluyó la humedad ambiental como variable que ayude a explicar la composición de los ensamblajes de anfibios de los ambientes del cauce y el Adyacente. Otros estudios han documentado que es la complejidad de la estructura vegetal lo que probablemente favorece la presencia y abundancia de anfibios en el cauce comparado con la de los ambientes adyacentes, más que la humedad ambiental como una variable aislada (Pero y Quiroga, 2019; Esparza-Orozco, 2020). Al ser más compleja la estructura vegetal en el cauce que en el Adyacente, los anfibios podrían encontrar mejores refugios y una mayor disponibilidad de alimento (Semlitsch y Bodie, 2003; Sponseller y Fisher, 2006). Además, la sombra que proveen las plantas leñosas de mayor tamaño, típicas de la vegetación riparia, probablemente disminuye el riesgo de deshidratación de los anfibios durante el forrajeo y movimiento para buscar pareja (Naiman et al., 2005; Wells, 2007; Zaimes et al., 2010).

Los periodos intermitentes en la actividad de los anfibios en el ambiente Adyacente explican porque el sitio fue incluido en el mejor modelo para la riqueza y abundancia de anfibios en los ambientes que conforman el cauce, mientras que para el ambiente Adyacente el mejor modelo fue el nulo. Si bien los ambientes Adyacentes se encuentran inmediatos a la vegetación riparia, estos se encuentran fuera de la influencia hídrica del cauce y resultaron ser ambientes estructuralmente más homogéneos en comparación al cauce, lo que coincide con lo documentado en otros estudios (Zaimes et a., 2010; Lytle et al., 2017). Además, pese al incremento de riqueza y abundancia de anfibios en el ambiente Adyacente en algunos muestreos, de manera general los valores fueron bajos en comparación al cauce. Esto explicaría porque la estación tuvo mayor influencia que los atributos propios de estos ambientes, como lo son la vegetación y la geomorfología.

En el cauce la estructura dada por la geomorfología y por la vegetación influye directamente en la capacidad de retención de agua y en su calidad (Naiman et al., 2005). La

presencia superficial de agua fue una de las variables que tuvo mayor efecto sobre la composición del ensamblaje de anfibios en los sistemas xeroriparios estudiados. Esto se debe a que la mayoría de las especies de anfibios requieren de agua líquida para su reproducción y desarrollo larvario. Para especies de la familia Ranidae, la disponibilidad de agua superficial a lo largo de todo el año es crítica (Wells, 2007). De ahí que la presencia de *L. montezumae* en todos los sistemas xeroriparios estuvo prácticamente restringida a las secciones del cauce donde hubo agua superficial durante todo el estudio. Por otro lado, en el caso particular de *A. punctatus* y *S. multiplicata*, la presencia de agua no fue parte del mejor modelo para explicar su abundancia. Estas especies están adaptadas a regiones áridas y semiáridas y son de hábitos oportunistas (McClanahan et al., 1994; Torres-Cervantes et al., 2019), por lo que tienen la capacidad de aprovechar condiciones efímeras como charcas temporales en los ambientes adyacentes (Dayton y Fitzgerald, 2006; Woodward, 1986). Especialmente en el caso *S. multiplicata* se ha documentado que el desarrollo larvario puede acelerarse cuando comienzan a secarse las charcas (Bagwill et al., 2016).

El flujo intermitente del agua en el cauce de los sistemas estudiados coincide con la dinámica hídrica a manera de “pulsos”, que se han descrito en riparios de ambientes xéricos (Naiman et al., 2005; Datry et al., 2017), la cual está estrechamente ligada con las lluvias esporádicas características de estas regiones (Zaimes et al., 2007). Sin embargo, poco se sabe sobre el efecto que tienen estas pulsaciones sobre la comunidad de anfibios (Ramalho et al., 2017). Por otro lado, los eventos de inundación propician la conectividad hídrica entre diferentes ambientes, lo que favorece la dispersión, desarrollo y recambio de la vegetación riparia a lo largo del cauce (Naiman et al., 2005; Costigan et al., 2017; Gómez et al., 2017), por lo que estas pulsaciones podrían influir en la calidad y cantidad de hábitats disponibles para los anfibios.

En los sistemas xeroriparios estudiados en los Llanos de Ojuelos, la estructura de la vegetación (formas de crecimiento y cobertura) fue una de las variables que mejor explicó las diferencias en la riqueza y abundancia entre los sistemas (Cuadros 10-13). Por ejemplo, en los sistemas Pocito y Colorada la riqueza de especies se explicó mejor por la presencia de arbustos bajos y elementos arborescentes, respectivamente, pero en Acueducto y Laborcilla no hubo una influencia de la estructura de la vegetación en la composición de los

ensamblajes de anfibios. Esto puede deberse a que en Pocito y Colorada hubo un efecto de la sección en la estructura de la vegetación a lo largo del cauce, de forma que ambos sistemas ofrecen un hábitat más heterogéneo que propicia la presencia de diferentes especies a lo largo del cauce.

En lo que respecta a la abundancia total, los atributos de la vegetación que influenciaron esa variable fueron diferentes para cada sistema. En Acueducto, las variables que mejor explicaron la abundancia total fueron la cobertura de rocas y las herbáceas amacolladas. Estas características favorecen la presencia de *D. arenicolor* y *D. eximius* (Stebbins, 2003), las cuales fueron las especies dominantes de este sistema, mientras que en Pocito las correlaciones más altas fueron con arbustos bajos, en sentido negativo, y la cobertura de suelo desnudo, en sentido positivo. Estas características corresponden a secciones abiertas del arroyo donde se encuentran remanentes de agua extensos con poca cobertura de árboles lo que a su vez favorece el desarrollo de vegetación acuática y la presencia de anfibios con hábitos acuáticos como *L. montezumae* (Wells, 2007; Ramalho et al., 2018), la especie dominante de este sistema. De manera similar que en Pocito, en el sistema Colorada, las variables que mejor explicaron la abundancia total fueron las herbáceas rastreras y herbáceas de tamaño mediano, ambas en sentido positivo. Estos elementos tuvieron una mayor cobertura en la sección media, la cual era la más abierta del sistema, donde dominó el lecho rocoso y donde permanencia del agua durante las temporadas secas, características que favorecen la presencia de *D. arenicolor* y *L. montezumae* (Stebbins, 2003; Wells, 2007), las especies dominantes de este sistema. Por otro lado, en Laborcilla, el estrato arborescente fue el único incluido en el mejor modelo, con el que hubo una correlación negativa. Esto podría explicarse ya que la sección baja, fue la que presentó menor cobertura de árboles y donde registré mayor abundancia de *A. punctatus*, la especie dominante de este sistema y cuya presencia se ve favorecida por el suelo desnudo (McClanahan et al., 1994; Dayton y Fitzgerald, 2006).

A nivel de sitio, registré una mayor riqueza y abundancia de anfibios en los sistemas xeroriparios con pendientes poco pronunciadas y cauces sinuosos que favorecen la acreción de sedimento (Rosgen, 1994; Naiman et al 2005). Tal fue el caso de Pocito y Colorada, donde estas características contribuyen a que los sistemas tengan una mayor estabilidad

estructural (Datry et al., 2017) y una planicie de inundación amplia, que es uno de los elementos considerado como prioritario para la conservación de los anfibios (Semlitsch y Bodie, 2003; Holgerson et al., 2019). La planicie de inundación está relacionada con la conectividad hídrica debido a los eventos de inundación, por lo que permite el desarrollo de vegetación perene (Ramalho et al., 2018), que a su vez interviene en la calidad del agua, retención de humedad y en disponibilidad de microhábitats; todos son factores críticos para la supervivencia de los anfibios (Semlitsch y Bodie, 2003; Wells, 2007). Sin embargo, en este estudio encontré que la planicie de inundación no necesariamente favorece la presencia de todas las especies del ensamblaje, sino que es la heterogeneidad del sistema lo que propicia la presencia de diferentes especies. Por ejemplo, el mejor modelo mostró que la abundancia de *D. arenicolor* se explicó mejor por canales grandes, sinuosos y más anchos que profundos, pero no incluyó la planicie de inundación. Por otro lado, en el sistema Laborcilla, cuyo cauce fue el más atrincherado, con mayor pendiente y con planicies de inundación más estrechas, fue donde documenté una mayor abundancia de *A. punctatus*. Esto demuestra la importancia de conservar diferentes atributos estructurales al pensar en un manejo para sistemas xeroriparios con enfoques hacia la conservación de la diversidad de vertebrados.

La heterogeneidad de estos sistemas a nivel de sitio y la consecuente heterogeneidad a escala de paisaje parecen jugar un papel crítico para albergar diferentes componentes del ensamblaje de anfibios en los Llanos de Ojuelos, donde, además, la estacionalidad, la capacidad de dispersión de las especies y la distancia entre los sitios puede influir de manera importante. A nivel de sitio, las diferentes secciones dentro de cada sistema xeroripario se comportaron como unidades distintas debido a la variación estructural entre ellas. Esta variación está influenciada por la estructura de la vegetación y la topografía, factores que pueden tener fuertes efectos en la composición del ensamblaje de anfibios (McCoy y Bell, 1991; Nali et al., 2020). Esto propició la presencia de diferentes especies a lo largo de cauce. En algunos sistemas las secciones tuvieron mayor efecto sobre las especies en particular. La abundancia de *D. eximius* se explicó mejor por el efecto de la sección en tres de los sistemas estudiados, excepto en la Colorada, donde el mejor modelo fue el nulo. De manera similar sucedió para *L. montezumae* en el sistema Acueducto, donde la sección no fue incluida en el mejor modelo. Esto sugiere que, no obstante la diferencia estructural entre las secciones, algunos sistemas mantienen condiciones favorables para ciertas especies a lo largo del cauce

y que una misma especie puede verse influenciada de manera diferente en función de las características del sistema. Esto puede deberse a que la respuesta de cada especie varía en función sus hábitos y esto a su vez impacta al ensamblaje.

Los resultados de este trabajo muestran que la composición de ensamblaje de anfibios dentro de cada sistema está regulada a diferentes escalas, tanto por las particularidades de cada sección a lo largo del cauce como por las diferencias estructurales entre los sistemas xeroriparios. No obstante estas diferencias, la estacionalidad también jugó un papel importante y afectó de igual forma a los ensamblajes de cada sistema al margen de su complejidad. El hecho de detectar o no ciertas especies durante las distintas estaciones a lo largo del cauce, no implica que no hicieran uso de las secciones contiguas. Esta inferencia se cimienta en que, a pesar de las técnicas complementarias, el muestreo tuvo un mayor enfoque en detectar individuos activos. Sin embargo, en ambientes xéricos los cambios en las condiciones ambientales son drásticos a diferentes escalas de tiempo (Jolly et al., 2008; Levi y Fehmi, 2014), por lo que las características fisiológicas de los anfibios los han llevado a hacer uso de distintas estrategias para sobrevivir en estas regiones, entre las que es común refugiarse debajo del suelo o de distintos elementos disponibles (Mc.Clanahan et al., 1994, Kiesow y Griffis-Kyle, 2017; Roth-Monzón et al., 2018). Lo anterior sugiere que los individuos que detecté activos durante la temporada de lluvias hacen uso de distintos elementos y secciones en las temporadas secas y su registro es complicado y requiera de otras técnicas de muestreo.

8 Conclusiones

- En los Llanos de Ojuelos los sistemas xeroriparios son particularmente críticos para la conservación de anfibios, ya que, a pesar de ocupar poca extensión de territorio en comparación con su entorno, albergaron al 78 % de la riqueza regional potencial.
- Dentro de los sistemas xeroriparios, los tres ambientes estudiados, cauce, transición y adyacente, interactúan y funcionan como una unidad, que es crítica para el mantenimiento del ensamblaje de anfibios. El reparto espacial y temporal de las especies en los diferentes ambientes de los sistemas xeroriparios indica que la modificación de alguno de ellos podría afectar al ensamblaje regional.
- En el ambiente Adyacente el efecto de la estación sobre los atributos del ensamblaje de anfibios fue mayor que en el Arroyo y Transición. En estos últimos, la heterogeneidad estructural tuvo mayor influencia que la estacionalidad para explicar la composición del ensamblaje de anfibios a escala de paisaje y local.
- La heterogeneidad estructural dentro de los sistemas xeroriparios favorece la diversidad de anfibios, por lo que la modificación de alguna de las secciones dentro los sistemas podría tener efectos negativos en la conservación de una o más de las especies de anfibios que componen el ensamblaje a escala local.
- Cada uno de los sistemas xeroriparios ofrece características que favorecen la composición del ensamblaje de anfibios único. Asimismo, las dinámicas espaciales y temporales de una misma especie pueden variar entre las localidades en función de las características estructurales de los sistemas xeroriparios.

9 Literatura citada

- AmphibiaWeb. 2020. <<https://amphibiaweb.org>> University of California, Berkeley, CA, USA. (accedido en junio, 2020)
- Araújo, M. B., Thuiller, W. y Pearson, R. G. (2006). Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. *Journal of biogeography*, 33(10), 1712-1728.
- Arntzen, J. W., Abrahams, C., Meilink, W. R., Iosif, R., y Zuiderwijk, A. (2017). Amphibian decline, pond loss and reduced population connectivity under agricultural intensification over a 38-year period. *Biodiversity and Conservation*, 26(6), 1411-1430.
- Bagwill, A. L., Lovern, M. B., Worthington, T. A., Smith, L. M., y McMurry, S. T. (2016). Effects of water loss on New Mexico spadefoot toad (*Spea multiplicata*) development, spleen cellularity, and corticosterone levels. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology*, 325(8), 548-561.
- Baillie, J.E.M., Griffiths, J., Turvey, S.T., Loh, J. y Collen, B. (2010) *Evolution Lost: Status and Trends of the World's Vertebrates*. Zoological Society of London. United Kingdom.
- Baird, S. F. (1854). Descriptions of new genera and species of North American frogs. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 7: 59–62.
- Battin, J. (2004). When good animals love bad habitats: ecological traps and the conservation of animal populations. *Conservation Biology*, 18(6), 1482-1491.
- Becker, C. G., Fonseca, C. R., Haddad, C. F., y Prado, P. I. (2010). Habitat split as a cause of local population declines of amphibians with aquatic larvae. *Conservation Biology*, 24(1), 287-294.
- Belnap, J., y Phillips, S. L. (2001). Soil biota in an ungrazed grassland: response to annual grass (*Bromus tectorum*) invasion. *Ecological applications*, 11(5), 1261-1275.
- Blaustein, A. R., y Wake, D. B. (1995). The puzzle of declining amphibian populations. *Scientific American*, 272(4), 52-57.

- Boorse, G. C., y Denver, R. J. (2003). Endocrine mechanisms underlying plasticity in metamorphic timing in spadefoot toads. *Integrative and Comparative Biology*, 43(5), 646-657.
- Boughton, R. G., Staiger, J., y Franz, R. (2000). Use of PVC pipe refugia as a sampling technique for hybrid treefrogs. *The American midland naturalist*, 144(1), 168-177.
- Brode, J. M., y Bury, R. B. (1984). The importance of riparian systems to amphibians and reptiles. *California riparian systems: ecology, conservation, and productive management*. University of California Press, Berkeley, 30-36.
- Brodman, R., Ogger, J., Bogard, T., Long, A. J., Pulver, R. A., Mancuso, K., y Falk, D. (2003). Multivariate analyses of the influences of water chemistry and habitat parameters on the abundances of pond-breeding amphibians. *Journal of Freshwater Ecology*, 18(3), 425-436.
- Burnham, K. P y Anderson, D. R. (2002). *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach*. New York: Springer
- Carbajal-Márquez R. A., Quintero-Díaz G. E., García-Balderas C. M., Pérez-Delgadillo A. G., y Reyes-Ardit R. (2014). *Craugastor augusti* (Barking frog). *Herpetological review* 45(3), 457.
- Chiu, M. C., Leigh, C., Mazor, R., Cid, N., y Resh, V. (2017). Anthropogenic threats to intermittent rivers and ephemeral streams En T. Datry, N. Bonada, y A. J. Boulton (Eds.), *Intermittent Rivers and Ephemeral Streams: Ecology and management* (pp. 433-454).
- Costigan, K. H., Kennard, M. J., Leigh, C., Sauquet, E., Datry, T., y Boulton, A. J. (2017). Flow regimes in intermittent rivers and ephemeral streams. En T. Datry, N. Bonada, y A. J. Boulton (Eds.), *Intermittent Rivers and Ephemeral Streams: Ecology and management* (pp. 51-78).
- Crump, M. L., y Scott Jr, N. J. (1994). Visual encounter surveys. In 'Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians'.(Eds WR Heyer, MA Donnelly, RW McDiarmid, LC Hayek and MS Foster.) pp. 84–92. Smithsonian Institution: Washington, DC.

- Cruz-Elizalde, R., Ramírez-Bautista, A., Hernández-Ibarra, X., y Wilson, L. D. (2016). Species Diversity of Amphibians from Arid and Semiarid Environments of the Real de Guadalcázar State Reserve, San Luis Potosí, Mexico. *Natural areas journal*, 36(3), 302-309.
- Cruz-Sáenz, D., Muñoz-Nolasco, F. J., Mata-Silva, V., Johnson, J. D., García-Padilla, E., y Wilson, L. D. (2017). The herpetofauna of Jalisco, Mexico: composition, distribution, and conservation. *Mesoamerican Herpetology*, 4, 23-118.
- Dahlström, N., Jönsson, K., & Nilsson, C. (2005). Long-term dynamics of large woody debris in a managed boreal forest stream. *Forest Ecology and Management*, 210(1-3), 363-373.
- Datry, T., Bonada, N., y Boulton, A. J. (2017). General introduction. En T. Datry, N. Bonada, y A. J. Boulton (Eds.), *Intermittent rivers and ephemeral streams: Ecology and management*. Waltham, MA: Elsevier.
- Datry, T., Bonada, N., y Boulton, A. J. (2017b). Conclusions: recent advances and future prospects in the ecology and management of intermittent rivers and ephemeral streams. En T. Datry, N. Bonada, y A. J. Boulton (Eds.), *Intermittent Rivers and Ephemeral Streams: Ecology and management*. Waltham, MA: Elsevier. (pp. 563-584)
- Davis, W. M. (1899). The geographical cycle. *The Geographical Journal*, 14(5), 481-504.
- Davis, J., Pavlova, A., Thompson, R., y Sunnucks, P. (2013). Evolutionary refugia and ecological refuges: key concepts for conserving Australian arid zone freshwater biodiversity under climate change. *Global change biology*, 19(7), 1970-1984.
- Dayton, G. H., y Fitzgerald, L. A. (2001). Competition, predation, and the distributions of four desert anurans. *Oecologia*, 129(3), 430-435.
- Dayton, G. H., Jung, R. E., y Droege, S. (2004). Large-scale habitat associations of four desert anurans in Big Bend National Park, Texas. *Journal of Herpetology*, 38(4), 619-627.

- Díaz-García, J. M., Pineda, E., López-Barrera, F., y Moreno, C. E. (2017). Amphibian species and functional diversity as indicators of restoration success in tropical montane forest. *Biodiversity and Conservation*, 26(11), 2569-2589.
- Dorcas, M. E., Price, S. J., Walls, S. C., y Barichivich, W. J. (2009). Auditory monitoring of anuran populations. *Amphibian ecology and conservation: a hand book of techniques*. Oxford University Press, Oxford, 281-298.
- Dornelas, M., Gotelli, N. J., McGill, B., Shimadzu, H., Moyes, F., Sievers, C., y Magurran, A. E. (2014). Assemblage time series reveal biodiversity change but not systematic loss. *Science*, 344(6181), 296-299.
- Ellis, E. C., Klein Goldewijk, K., Siebert, S., Lightman, D., y Ramankutty, N. (2010). Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Global ecology and biogeography*, 19(5), 589-606.
- Esparza-Orozco, A., Lira-Noriega, A., Martínez-Montoya, J. F., Pineda-Martínez, L. F., y de Jesús Méndez-Gallegos, S. (2020). Influences of environmental heterogeneity on amphibian composition at breeding sites in a semiarid region of Mexico. *Journal of Arid Environments*, 182, 104259.
- Faber, P.A., E. Keller, A. Sands, and B.M. Massey. 1989. The ecology of riparian habitats of the southern California coastal region: a community profile. U.S. Fish and Wildlife Service Biol. Rep. 85 (7.27), 152pp.
- Flores-Villela, O.A., Mendoza-Quijano, F. & González-Porter, G. 1995. Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México. *Publicaciones Especiales del Museo de Zoología*, 10: 1-285.
- Frost, D. R. (2018). *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 6.0 (Fecha de consulta: 06 de noviembre del 2018). Base de datos electrónica. <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.
- Giraudoux, P. (2015). Package ‘pgirmess’ data analysis in ecology. Version 1.5. 9.(R package).

- Gómez, R., Arce, M. I., Baldwin, D. S., y Dahm, C. N. (2017). Water Physicochemistry in Intermittent Rivers and Ephemeral Streams. En T. Datry, N. Bonada, y A. J. Boulton (Eds.), *Intermittent Rivers and Ephemeral Streams: Ecology and management* (pp. 109-134).
- Grant, E. H. C., Muths, E., Schmidt, B. R., y Petrovan, S. O. (2019). Amphibian conservation in the Anthropocene. *Biological conservation*, 236, 543-547.
- Gregory S. V., Swanson F. J., Mckee W. A. y Cummins K. W., (1991) An Ecosystem Perspective of Riparian Zones. *BioScience* 41(8), 540-551
- Griffis-Kyle, K. L., Mougey, K., Vanlandeghem, M., Swain, S., y Drake, J. C. (2018). Comparison of climate vulnerability among desert herpetofauna. *Biological conservation*, 225, 164-175.
- Henao-Muñoz, L. M., y Bernal-Bautista, M. H. (2011). Tolerancia al pH en embriones y renacuajos de cuatro especies de anuros colombianos. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(134), 105-110
- Herrick, J.E., Van Zee, J.W., Havstad, K.M., Burkett, L.M., y Whitford, W.G., (2005). *Monitoring Manual for Grassland, Shrubland and Savanna Ecosystems*. USDA-ARS Jornada Experimental Range, Las Cruces, NM, University of Arizona Press, Tucson, Arizona.
- Hillis, D. M. (1988). Systematics of the *Rana pipiens* complex: puzzle and paradigm. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 19(1), 39-63.
- Hillis, D. M., y Wilcox, T. P. (2005). Phylogeny of the New World true frogs (*Rana*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 34(2), 299–314.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Compendio de información geográfica municipal 2010, Ojuelos de Jalisco, Jalisco. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México D. F.
- IUCN 2018. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018-1. <http://www.iucnredlist.org>>. Visto el 05 de Julio de 2018

- Jolly, I. D., McEwan, K. L., y Holland, K. L. (2008). A review of groundwater–surface water interactions in arid/semi-arid wetlands and the consequences of salinity for wetland ecology. *Ecohydrology: Ecosystems, Land and Water Process Interactions, Ecohydrogeomorphology*, 1(1), 43-58
- Kiesow, A. B., y Griffis-Kyle, K. L. (2017). Desert amphibian selection of arid land breeding habitat undermines reproductive effort. *Oecologia*, 185(4), 619-627.
- Leopold, L. B., y Wolman, M. G. (1957). River channel patterns: braided, meandering, and straight. US Government Printing Office.
- Levick, L. R., Goodrich, D. C., Hernandez, M., Fonseca, J., Semmens, D. J., Stromberg, J. C., Leidy R. A., Phillip D. y Kepner, W. G. (2008). The ecological and hydrological significance of ephemeral and intermittent streams in the arid and semi-arid American Southwest. US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development.
- Levi, E. M., y Fehmi, J. S. (2014). Landscape variables as predictors of characteristics of native-grass communities in xeroriparian areas of the Sonoran Desert. *The Southwestern Naturalist*, 59(1), 103-109.
- Lewis, S. L., & Maslin, M. A. (2015). Defining the anthropocene. *Nature*, 519(7542), 171.
- Lips, K. R., Reaser, J. K., Young, B. E., y Ibañez, R. (2001). Amphibian monitoring in Latin America: a protocol manual/Monitoreo de anfibios en América Latina: manual de protocolos. *Herpetological Circular* 30:1-115
- Lips, K. R., Diffendorfer, J., Mendelson III, J. R., y Sears, M. W. (2008). Riding the wave: reconciling the roles of disease and climate change in amphibian declines. *PLoS biology*, 6(3).
- Lytle, D. A., Merritt, D. M., Tonkin, J. D., Olden, J. D., y Reynolds, L. V. (2017). Linking river flow regimes to riparian plant guilds: A community-wide modeling approach. *Ecological Applications*, 27(4), 1338-1350.
- McComb, W. C., y Noble, R. E. (1981). Herpetofaunal use of natural tree cavities and nest boxes. *Wildlife Society Bulletin*, 261-267. McCoy, E. D., y Bell, S. S. (1991).

- Habitat structure: the evolution and diversification of a complex topic. In *Habitat structure* (pp. 3-27).
- McCoy, E. D., & Bell, S. S. (1991). *Habitat structure: the evolution and diversification of a complex topic*. In *Habitat structure* (pp. 3-27). Springer, Dordrecht.
- Mellink, E., Riojas-López, M. E., y Giraudoux, P. (2016). A neglected opportunity for bird conservation: the value of a perennial, semiarid agroecosystem in the Llanos de Ojuelos, central Mexico. *Journal of Arid Environments*, 124, 1-9.
- Mendelson, J. R. (2011). Shifted baselines, forensic taxonomy, and Rabbs' fringe-limbed treefrog: the changing role of biologists in an era of amphibian declines and extinctions. *Herpetological Review*, 42(1), 21-25.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystem and human well-being: biodiversity synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC; <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., y Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853.
- Myre, E., y Shaw, R. (2006). *The turbidity tube: simple and accurate measurement of turbidity in the field*. Michigan Technological University.
- Naiman, R. J., Decamps, H., y McClain, M. E. (2005). *Riparia: ecology, conservation, and management of streamside communities*. Elsevier, E.U.A.
- Pero, E. J., y Quiroga, P. A. (2019). Riparian and adjacent forests differ both in the humid mountainous ecoregion and the semiarid lowland. *Plant Ecology*, 220(4-5), 481-498.
- Pollet, I., y Bendell-Young, L. I. (2000). Amphibians as indicators of wetland quality in wetlands formed from oil sands effluent. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 19(10), 2589-2597.
- Ramalho, W. P., Machado, I. F., y Vieira, L. J. S. (2018). Do flood pulses structure amphibian communities in floodplain environments?. *Biotropica*, 50(2), 338-345.

- Rodríguez-Lozano, P., Leidy, R. A., y Carlson, S. M. (2019). Brook lamprey survival in the dry riverbed of an intermittent stream. *Journal of arid environments*, 166, 83-85.
- Riojas-López, M. E., y Mellink, E. (2006). Herpetofauna del rancho Las Papas, Jalisco, Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes, México. *Acta zoológica mexicana*, 22(3), 85-94.
- Rittenhouse, T. A., y Semlitsch, R. D. (2007). Distribution of amphibians in terrestrial habitat surrounding wetlands. *Wetlands*, 27(1), 153-161.
- Rojas-Ahumada, D. P., y Menin, M. (2010). Composition and abundance of anurans in riparian and non-riparian areas in a forest in Central Amazonia, Brazil. *South American Journal of Herpetology*, 5(2), 157-167.
- Rosgen, D. L. (1994). A classification of natural rivers. *Catena*, 22(3), 169-199.
- Roth-Monzón, A. J., Mendoza-Hernández, A. A., y Flores-Villela, O. (2018). Amphibian and reptile biodiversity in the semi-arid region of the municipality of Nopala de Villagrán, Hidalgo, Mexico. *PeerJ*, 6, e4202.
- Rykken, J. J., Chan, S. S., y Moldenke, A. R. (2007). Headwater riparian microclimate patterns under alternative forest management treatments. *Forest Science*, 53(2), 270-280.
- Rzedowski, J., 2006. *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.
- Sánchez-Montoya, M. M., Moleón, M., Sánchez-Zapata, J. A., y Escoriza, D. (2017). The Biota of Intermittent and Ephemeral Rivers: Amphibians, Reptiles, Birds, and Mammals. En T. Datry, N. Bonada, y A. J. Boulton (Eds) *Intermittent Rivers and Ephemeral Streams* (pp. 299-322).
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación.
- Semlitsch, R. D., y Bodie, J. R. (2003). Biological criteria for buffer zones around wetlands and riparian habitats for amphibians and reptiles. *Conservation Biology*, 17(5), 1219-1228.

- Smith, H. M. y Taylor, E. H. (1945). An annotated checklist and key to the Amphibia of Mexico. Bull. U.S. Natl. Mus. 194: 1-118.
- Sponseller, R. A., y Fisher, S. G. (2006). Drainage size, stream intermittency, and ecosystem function in a Sonoran Desert landscape. *Ecosystems*, 9(3), 344-356.
- Stebbins, R. C., y Cohen, N. W. (1997). A natural history of amphibians. Princeton University Press.
- Talley, B. L., y Henkel, M. A. (2007). Are There Really Treefrogs Living in the Schoolyard?. *Science Scope*, 8(30), 18-21.
- Taylor, E. H. (1952). Third contribution to the herpetology of San Luis Potosi. *University of Kansas Science Bulletin* 35: 1587-1614
- Tews, J., Brose, U., Grimm, V., Tielbörger, K., Wichmann, M. C., Schwager, M., y Jeltsch, F. (2004). Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of biogeography*, 31(1), 79-92.
- Tooth, S., y Nanson, G. C. (2011). Distinctiveness and diversity of arid zone river systems. *Arid Zone Geomorphology: Process, Form and Change in Drylands*, 269-300.
- Uribe-Peña, Z., Ramírez-Bautista, A. y Casas-Andreu, G. (1999). Anfibios y reptiles de las Serranías del D.F., México. Instituto de Biología, UNAM. México, D.F.
- Vázquez, J. y Quintero G. E. (1997). Anfibios y Reptiles de Aguascalientes. Centro de Investigaciones y Estudios Multidisciplinarios de Aguascalientes. Gobierno del estado de Aguascalientes. Aguascalientes, Ags.
- Wells, K. D. (2007). The ecology and behavior of amphibians. University of Chicago Press.
- Wilson, L. D., Johnson, J. D., y Mata-Silva, V. (2013). A conservation reassessment of the amphibians of Mexico based on the EVS measure. *Amphibian and Reptile Conservation*, 7(1), 97-127.
- Woodward, B. D. (1986). Paternal effects on juvenile growth in *Scaphiopus multiplicatus* (the New Mexico spadefoot toad). *The American Naturalist*, 128(1), 58-65.

Zaimis, G. N., Iakovoglou, V., Emmanouloudis, D., y Gounaridis, D. (2010). Riparian areas of Greece: their definition and characteristics. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 3(1), 176-183.

Zaimis, G., Nichols, M., Green, D., y Crimmins, M. (2007). Understanding Arizona's riparian areas. College of Agriculture and Life Sciences, University of Arizona (Tucson, AZ).

Apéndice 1. Modelos lineales generalizados considerando el efecto del sitio sobre el ensamblaje de anfibios en los sistemas xeroriparios. El modelo marcado en negritas fue el que consideré como el mejor modelo.

Modelo	AICc
Riqueza~Sitio+(1 Muestreo)	
Sitio+(Muestreo)	506.1637
(Muestreo)	525.9297
Abundancia~Sitio+(1 Muestreo)	
Sitio+(Muestreo)	1106.074
(Muestreo)	1230.125

Apéndice 2. Modelos lineales generalizados considerando el efecto del sitio sobre el ensamblaje de anfibios en los distintos ambientes de los sistemas xeroriparios. El modelo marcado en negritas fue el que consideré como el mejor modelo.

Modelo	AICc
Arroyo	
Riqueza~Sitio+(1 Muestreo)	
Sitio+(Muestreo)	210.2071
(Muestreo)	234.6895
Arroyo Abundancia~Sitio+(1 Muestreo)	
Sitio+(Muestreo)	486.1397
(Muestreo)	619.7099
Transición Riqueza~Sitio+(1 Muestreo)	
Sitio+(Muestreo)	136.2199
(Muestreo)	137.1032
Transición Abundancia~Sitio+(1 Muestreo)	
Sitio+(Muestreo)	210.5686
(Muestreo)	226.7461
Adyacente Riqueza~Sitio+(1 Muestreo)	
Sitio+(Muestreo)	129.2319
(Muestreo)	123.4299
Adyacente Abundancia~Sitio+(1 Muestreo)	
Sitio+(Muestreo)	138.2331
(Muestreo)	133.4612

Apéndice 3. Modelos lineales generalizados considerando el efecto del sitio sobre las especies que componen el ensamblaje de anfibios. El modelo marcado en negritas fue el que consideré como el mejor modelo. Abreviaciones: ANPU = *Anaxyrus punctatus*, DRAR = *Dryophytes arenicolor*, DREX = *Dryophytes eximius*, LIMO = *Lithobates montezumae* y SPEMU = *Spea multiplicata*.

Modelo	AICc
Abundancia ANPU~Sitio+(1 Muestreo)	
Sitio+(Muestreo)	87.2986
(Muestreo)	101.1953
Abundancia DRAR~Sitio+(1 Muestreo)	
Sitio+(Muestreo)	397.3182
(Muestreo)	483.9228
Abundancia DREX~Sitio+(1 Muestreo)	
Sitio+(Muestreo)	543.0126
(Muestreo)	605.7924
Abundancia LIMO~Sitio+(1 Muestreo)	
Sitio+(Muestreo)	475.6407
(Muestreo)	610.3398
Abundancia SPEMU~Sitio+(1 Muestreo)	
Sitio+(Muestreo)	104.3760
(Muestreo)	108.0528

Apéndice 4. Modelos lineales generalizados considerando el efecto de la sección en el ensamblaje de anfibios dentro de cada sistema xeroripario. El modelo marcado en negritas fue el que consideré como el mejor modelo. Abreviaciones: ANPU = *Anaxyrus punctatus*, DRAR = *Dryophytes arenicolor*, DREX = *Dryophytes eximius*, LIMO = *Lithobates montezumae* y SPEMU = *Spea multiplicata*.

Modelo	AICc
Laborcilla	
Riqueza~Sección+(1 Muestreo)	
(Muestreo)	71.1761
Sección+(Muestreo)	74.1858
Abundancia~Sección+(1 Muestreo)	
(Muestreo)	95.0096
Sección + (Muestreo)	97.0453
Abundancia DREX~Sección+(1 Muestreo)	
Sección+(Muestreo)	53.9447
(Muestreo)	58.1021
Abundancia ANPU~Sitio+(1 Muestreo)	
Sección+(Muestreo)	63.5476
(Muestreo)	63.6231
Pocito	
Riqueza~Sección+(1 Muestreo)	
(Muestreo)	159.0282
Sección+ (Muestreo)	160.1154
Abundancia~Sección+(1 Muestreo)	
Sección+(Muestreo)	372.9083
(Muestreo)	405.4980

Abundancia DREX~Sección+(1 Muestreo)	
Sección+(Muestreo)	209.9852
(Muestreo)	245.6969
Abundancia LIMO~Sitio+(1 Muestreo)	
Sección+(Muestreo)	226.9854
(Muestreo)	229.5627
Abundancia SPEMU~Sitio+(1 Muestreo)	
Sección+(Muestreo)	46.9749
(Muestreo)	52.1907
Colorada	
Riqueza~Sección+(1 Muestreo)	
(Muestreo)	145.7520
Sección+ (Muestreo)	146.2265
Abundancia~Sección+(1 Muestreo)	
Sección+(Muestreo)	273.9941
(Muestreo)	310.2832
Abundancia DRAR~Sección+(1 Muestreo)	
Sección+(Muestreo)	115.8567
(Muestreo)	159.8586
Abundancia DREX~Sección+(1 Muestreo)	
Sección+(Muestreo)	65.8362
(Muestreo)	66.7178
Abundancia LIMO~Sitio+(1 Muestreo)	
Sección+(Muestreo)	94.4983
(Muestreo)	108.8786
Acueducto	
Riqueza~Sección+(1 Muestreo)	
(Muestreo)	135.6022
Sección+(Muestreo)	139.5376
Abundancia~Sección+(1 Muestreo)	
Sección+(Muestreo)	229.7205
(Muestreo)	240.4351
Abundancia DRAR~Sección+(1 Muestreo)	
Sección+(Muestreo)	142.5950
(Muestreo)	174.6869
Abundancia DREX~Sección+(1 Muestreo)	
Sección+(Muestreo)	119.2110
(Muestreo)	129.2342
Abundancia LIMO~Sitio+(1 Muestreo)	
Sección+(Muestreo)	41.9309
(Muestreo)	43.0752

Apéndice 5. Modelos lineales generalizados considerando el efecto de las variables geomorfológicas de los sistemas xeroriparios sobre el ensamblaje de anfibios. El modelo marcado en negritas fue el que consideré como el mejor modelo. Muestro únicamente los cinco modelos generalizados con menor valor AICc para cada variable dependiente. Abreviaciones: CND = canal a nivel de desborde, CNI = Canal a nivel de inundación, DRAR = *Dryophytes arenicolor*, DREX = *Dryophytes eximius*, LIMO = *Lithobates montezumae* y SPEMU = *Spea multiplicata*.

Modelo	AICc
Riqueza ~ Ancho CND + Ancho CNI + Profundidad CND + Atrincheramiento + Ancho-profundo + Pendiente + Sinuosidad + Lecho dominante + (1 Muestreo)	
Pendiente + Lecho.Dominante + Sinuosidad+(Muestreo)	363.5936
Ancho.CND + Pendiente + Lecho.Dominante + Sinuosidad+(Muestreo)	364.6113
Atrincheramiento + Pendiente + Lecho.Dominante+(Muestreo)	364.8060
Profundidad.CND + Pendiente + Lecho.Dominante + Sinuosidad + (Muestreo)	365.4168
Ancho.CNI + Pendiente + Lecho.Dominante + (Muestreo)	365.4256
Abundancia ~ Ancho CND + Ancho CNI + Profundidad CND + Atrincheramiento + Ancho-profundo + Pendiente + Sinuosidad + Lecho dominante + (1 Muestreo)	
Ancho.CNI + Atrincheramiento + Ancho.Profundo + Lecho.Dominante + Sinuosidad + (Muestreo)	761.4791
Ancho.CNI + Profundidad.CND + Atrincheramiento + Lecho.Dominante + Sinuosidad + (Muestreo)	762.0144
Ancho.CND + Atrincheramiento + Ancho.Profundo + Lecho.Dominante + Sinuosidad + (Muestreo)	762.4719
Ancho.CND + Ancho.CNI + Ancho.Profundo + Lecho.Dominante + Sinuosidad + (Muestreo)	762.6127
Profundidad.CND + Atrincheramiento + Ancho.Profundo + Lecho.Dominante + Sinuosidad + (Muestreo)	763.5463
Abundancia ANPU ~ Ancho CND + Ancho CNI + Profundidad CND + Atrincheramiento + Ancho-profundo + Pendiente + Sinuosidad + Lecho dominante + (1 Muestreo)	
Ancho.Profundo + Sinuosidad + (Muestreo)	41.05691
Ancho.Profundo + Pendiente + (Muestreo)	41.25986
Pendiente + Sinuosidad + (Muestreo)	41.34877
Ancho.CND + Profundidad.CND + Sinuosidad + (Muestreo)	43.50319
Atrincheramiento + Ancho.Profundo + Pendiente + (Muestreo)	43.50319
Abundancia DRAR ~ Ancho CND + Ancho CNI + Profundidad CND + Atrincheramiento + Ancho-profundo + Pendiente + Sinuosidad + Lecho dominante + (1 Muestreo)	
Ancho.CND + Ancho.Profundo + Sinuosidad + (Muestreo)	232.8849
Ancho.CND + Profundidad.CND + Sinuosidad + (Muestreo)	233.3997
Ancho.CND + Ancho.Profundo + Pendiente + Sinuosidad + (Muestreo)	234.5064
Ancho.CND + Profundidad.CND + Pendiente + Sinuosidad + (Muestreo)	234.5475
Ancho.CND + Profundidad.CND + Ancho.Profundo +	234.9027

Sinuosidad + (Muestreo)	
Abundancia DREX ~ Ancho CND + Ancho CNI + Profundidad CND + Atrincheramiento + Ancho-profundo + Pendiente + Sinuosidad + Lecho dominante + (1 Muestreo)	
Atrincheramiento + Lecho.Dominante + Sinuosidad + (Muestreo)	376.9058
Ancho.CNI + Lecho.Dominante + Sinuosidad + (Muestreo)	376.9849
Ancho.CND + Ancho.CNI + Atrincheramiento + Lecho.Dominante + (Muestreo)	377.0533
Profundidad.CND + Lecho.Dominante + Sinuosidad + (Muestreo)	377.4008
Lecho.Dominante + Sinuosidad + (Muestreo)	378.4092
Abundancia LIMO ~ Ancho CND + Ancho CNI + Profundidad CND + Atrincheramiento + Ancho-profundo + Pendiente + Sinuosidad + Lecho dominante + (1 Muestreo)	
Profundidad.CND + Atrincheramiento + Pendiente + Lecho.Dominante + (Muestreo)	369.3752
Atrincheramiento + Ancho.Profundo + Pendiente + Lecho.Dominante + (Muestreo)	369.5899
Ancho.Profundo + Pendiente + Lecho.Dominante + (Muestreo)	370.0998
Ancho.CNI + Pendiente + Lecho.Dominante + Sinuosidad + (Muestreo)	370.2487
Ancho.CND + Atrincheramiento + Pendiente + Lecho.Dominante + (Muestreo)	370.2799
Abundancia Spemu ~ Ancho CND + Ancho CNI + Profundidad CND + Atrincheramiento + Ancho-profundo + Pendiente + Sinuosidad + Lecho dominante + (1 Muestreo)	
Ancho.CNI + Sinuosidad + (Muestreo)	65.96710
Atrincheramiento + Sinuosidad + (Muestreo)	67.17374
Ancho.CNI + (Muestreo)	67.29116
Ancho.CNI + Ancho.Profundo + (Muestreo)	67.79930
Ancho.CNI + Profundidad.CND + Atrincheramiento + Ancho.Profundo + (Muestreo)	67.89330

Apéndice 6. Modelos lineales generalizados considerando el efecto de la vegetación sobre el ensamblaje de anfibios en los sistemas xeroriparios. El modelo marcado en negritas fue el que consideré como el mejor modelo. Abreviaciones: DRAR = *Dryophytes arenicolor*, DREX = *Dryophytes eximius*, LIMO = *Lithobates montezumae* y SPEMU = *Spea multiplicata*.

Modelo	AICc
Laborcilla	
Riqueza ~ Arborescente alto + Arborescente mediano + Arborescente pequeño + Arbusto alto + Arbusto mediano + Arbusto pequeño + Globosa alta + Globosa pequeña + Helecho alto + Helecho mediano + Helecho pequeño + Herbácea macollo grande + Herbácea macollo mediano + Herbácea macollo pequeño + Herbácea poaceae cespitoso + Herbácea rastrera + Herbácea trepadora + Herbácea vertical alto + Herbácea vertical mediano + Herbácea vertical pequeño + Liquen + Mantillo + Musgo + Roca + Rosetófilo alto + Rosetófilo mediano + Rosetófilo pequeño + Suelo desnudo + Tepetate +(1 Muestreo)	
Roca + (Muestreo)	69.8972
Arborescente mediano + (Muestreo)	70.6427
Arborescente alto + Roca + + (Muestreo)	71.1637
(Muestreo)	71.1761
Arborescente mediano + Roca + (Muestreo)	71.2234
Abundancia ~ Arborescente alto + Arborescente mediano + Arborescente pequeño + Arbusto alto + Arbusto mediano + Arbusto pequeño + Globosa alta + Globosa pequeña + Helecho alto + Helecho mediano + Helecho pequeño + Herbácea macollo grande + Herbácea macollo mediano + Herbácea macollo pequeño + Herbácea poaceae cespitoso + Herbácea rastrera + Herbácea trepadora + Herbácea vertical alto + Herbácea vertical mediano + Herbácea vertical pequeño + Liquen + Mantillo + Musgo + Roca + Rosetófilo alto + Rosetófilo mediano + Rosetófilo pequeño + Suelo desnudo + Tepetate +(1 Muestreo)	
Herbácea.macollo.mediano + Herbácea.rastrera + Tepetate + (Muestreo)	91.9911
Herbácea.macollo.mediano + Herbácea.rastrera + (Muestreo)	91.9911
Arborescente.mediano + Tepetate + (Muestreo)	93.5088
Arborescente.mediano + (Muestreo)	93.5088
Arborescente.mediano + Herbácea.macollo.mediano + Herbácea.rastrera + Tepetate + (Muestreo)	94.0096
Abundancia ANPU ~ Arborescente alto + Arborescente mediano + Arborescente pequeño + Arbusto alto + Arbusto mediano + Arbusto pequeño + Globosa alta + Globosa pequeña + Helecho alto + Helecho mediano + Helecho pequeño + Herbácea macollo grande + Herbácea macollo mediano + Herbácea macollo pequeño + Herbácea poaceae cespitoso + Herbácea rastrera + Herbácea trepadora + Herbácea vertical alto + Herbácea vertical mediano + Herbácea vertical pequeño + Liquen + Mantillo + Musgo + Roca + Rosetófilo alto + Rosetófilo mediano + Rosetófilo pequeño + Suelo desnudo + Tepetate +(1 Muestreo)	
Arbusto.alto + Musgo + Tepetate + (Muestreo)	51.2182
Arbusto alto + Musgo + (Muestreo)	51.2182
Herbácea vertical mediano + Arbusto alto + Musgo + Tepetate + (Muestreo)	52.2405
Herbácea vertical mediano + Arbusto alto + Musgo + (Muestreo)	52.2405
Arbusto alto + Musgo + Suelo desnudo + Tepetate + (Muestreo)	52.6212
Abundancia DREX ~ Arborescente alto + Arborescente mediano + Arborescente pequeño + Arbusto alto + Arbusto mediano + Arbusto pequeño + Globosa alta + Globosa pequeña + Helecho alto + Helecho mediano + Helecho pequeño + Herbácea macollo grande + Herbácea	

macollo mediano + Herbácea macollo pequeño + Herbácea poaceae cespitoso + Herbácea rastrera + Herbácea trepadora + Herbácea vertical alto + Herbácea vertical mediano + Herbácea vertical pequeño + Liquen + Mantillo + Musgo + Roca + Rosetófilo alto + Rosetófilo mediano + Rosetófilo pequeño + Suelo desnudo + Tepetate +(1 Muestreo)	
Suelo desnudo + Tepetate +(Muestreo)	53.0753
Suelo desnudo + (Muestreo)	53.0753
Herbácea vertical pequeño + Suelo desnudo + Tepetate + (Muestreo)	53.7453
Herbácea vertical pequeño + Suelo desnudo + (Muestreo)	53.7453
Herbácea vertical pequeño + Tepetate + (Muestreo)	56.4655

Pocito

Riqueza ~ Arborescente alto + Arborescente mediano + Arborescente pequeño + Arbusto alto + Arbusto mediano + Arbusto pequeño + Globosa alta + Globosa pequeña + Helecho alto +Helecho mediano+ Helecho pequeño + Herbácea macollo grande + Herbácea macollo mediano + Herbácea macollo pequeño + Herbácea poaceae cespitoso + Herbácea rastrera + Herbácea trepadora + Herbácea vertical alto + Herbácea vertical mediano + Herbácea vertical pequeño + Liquen + Mantillo + Musgo + Roca + Rosetófilo alto + Rosetófilo mediano + Rosetófilo pequeño + Suelo desnudo + Tepetate +(1 Muestreo)	
Arbusto alto + Arbusto pequeño + Suelo desnudo + (Muestreo)	144.6365
Arbusto alto + Musgo + Arbusto pequeño + (Muestreo)	145.6242
Arbusto pequeño + Suelo desnudo + (Muestreo)	145.8467
Arbusto alto + Musgo + Arbusto pequeño + Suelo desnudo + (Muestreo)	145.9673
Herbácea macollo mediano + Arbusto alto + Musgo + (Muestreo)	146.2834
Abundancia ~ Arborescente alto + Arborescente mediano + Arborescente pequeño + Arbusto alto + Arbusto mediano + Arbusto pequeño + Globosa alta + Globosa pequeña + Helecho alto +Helecho mediano+ Helecho pequeño + Herbácea macollo grande + Herbácea macollo mediano + Herbácea macollo pequeño + Herbácea poaceae cespitoso + Herbácea rastrera + Herbácea trepadora + Herbácea vertical alto + Herbácea vertical mediano + Herbácea vertical pequeño + Liquen + Mantillo + Musgo + Roca + Rosetófilo alto + Rosetófilo mediano + Rosetófilo pequeño + Suelo desnudo + Tepetate +(1 Muestreo)	
Arbusto pequeño + Suelo desnudo + (Muestreo)	201.3445
Arbusto.pequeño + Herbácea.macollo.mediano + Suelo.Desnudo + (Muestreo)	201.7036
Arbusto.pequeño + Herbácea.macollo.grande + Suelo.Desnudo + (Muestreo)	202.2278
Arbusto.mediano + Arbusto.pequeño + Suelo.Desnudo + (Muestreo)	202.4871
Arborescente.pequeño + Arbusto.pequeño + Herbácea.macollo.mediano + Suelo.Desnudo + (Muestreo)	203.6436
Abundancia DREX ~ Arborescente alto + Arborescente mediano + Arborescente pequeño + Arbusto alto + Arbusto mediano + Arbusto pequeño + Globosa alta + Globosa pequeña + Helecho alto +Helecho mediano+ Helecho pequeño + Herbácea macollo grande + Herbácea macollo mediano + Herbácea macollo pequeño + Herbácea poaceae cespitoso + Herbácea rastrera + Herbácea trepadora + Herbácea vertical alto + Herbácea vertical mediano + Herbácea vertical pequeño + Liquen + Mantillo + Musgo + Roca + Rosetófilo alto + Rosetófilo mediano + Rosetófilo pequeño + Suelo desnudo + Tepetate +(1 Muestreo)	
Arborescente.alto + Arbusto.pequeño + Herbácea.macollo.mediano + Herbácea.vertical.mediano + Herbácea.vertical.pequeño + Suelo.Desnudo + (Muestreo)	171.5744
Arbusto.pequeño + Herbácea.macollo.mediano + Herbácea.vertical.mediano + Roca + Suelo.Desnudo + (Muestreo)	172.8942
Arborescente.alto + Herbácea.macollo.mediano + Roca +	173.4050

Suelo.Desnudo + (Muestreo)	
Arbusto.pequeño + Herbácea.macollo.mediano +	173.4610
Herbácea.vertical.mediano + Roca + Suelo.Desnudo + (Muestreo)	
Arborescente.alto + Arbusto.pequeño + Herbácea.macollo.grande +	173.5753
Herbácea.macollo.mediano + Herbácea.vertical.mediano +	
Herbácea.vertical.pequeño + Suelo.Desnudo + (Muestreo)	
Abundancia LIMO ~ Arborescente alto + Arborescente mediano + Arborescente pequeño +	
Arbusto alto + Arbusto mediano + Arbusto pequeño + Globosa alta + Globosa pequeña +	
Helecho alto +Helecho mediano+ Helecho pequeño + Herbácea macollo grande + Herbácea	
macollo mediano + Herbácea macollo pequeño + Herbácea poaceae cespitoso + Herbácea	
rastrera + Herbácea trepadora + Herbácea vertical alto + Herbácea vertical mediano +	
Herbácea vertical pequeño + Liquen + Mantillo + Musgo + Roca + Rosetófilo alto +	
Rosetófilo mediano + Rosetófilo pequeño + Suelo desnudo + Tepetate +(1 Muestreo)	
Arbusto.pequeño + Herbácea.macollo.pequeño +	138.0661
Herbácea.poaceae.cespitoso + Herbácea.rastrera +	
Herbácea.vertical.mediano + Musgo + Suelo.Desnudo + (Muestreo)	
Arbusto.pequeño + Herbácea.macollo.pequeño +	139.2506
Herbácea.poaceae.cespitoso + Herbácea.rastrera + Herbácea.vertical.alto +	
Herbácea.vertical.mediano + Suelo.Desnudo + Musgo + (Muestreo)	
Herbácea.macollo.pequeño + Herbácea.poaceae.cespitoso +	141.8075
Herbácea.rastrera + Herbácea.vertical.mediano + Musgo + Suelo.Desnudo	
+ (Muestreo)	
Abundancia SPEMU ~ Arborescente alto + Arborescente mediano + Arborescente pequeño	
+ Arbusto alto + Arbusto mediano + Arbusto pequeño + Globosa alta + Globosa pequeña +	
Helecho alto +Helecho mediano+ Helecho pequeño + Herbácea macollo grande + Herbácea	
macollo mediano + Herbácea macollo pequeño + Herbácea poaceae cespitoso + Herbácea	
rastrera + Herbácea trepadora + Herbácea vertical alto + Herbácea vertical mediano +	
Herbácea vertical pequeño + Liquen + Mantillo + Musgo + Roca + Rosetófilo alto +	
Rosetófilo mediano + Rosetófilo pequeño + Suelo desnudo + Tepetate +(1 Muestreo)	
Arbusto.alto + Arbusto.mediano + Musgo + (Muestreo)	46.8387
Arbusto.alto + Arbusto.mediano + (Muestreo)	47.6734
Arbusto alto + (Muestreo)	48.0477
Arbusto alto + Arbusto mediano + Musgo + Mantillo + (Muestreo)	47.2910
Arbusto.alto + Arbusto.mediano + Musgo + Suelo.Desnudo + (Muestreo)	47.3268

Colorada

Riqueza ~ Arborescente alto + Arborescente mediano + Arborescente pequeño + Arbusto	
alto + Arbusto mediano + Arbusto pequeño + Globosa alta + Globosa pequeña + Helecho	
alto +Helecho mediano+ Helecho pequeño + Herbácea macollo grande + Herbácea macollo	
mediano + Herbácea macollo pequeño + Herbácea poaceae cespitoso + Herbácea rastrera +	
Herbácea trepadora + Herbácea vertical alto + Herbácea vertical mediano + Herbácea	
vertical pequeño + Liquen + Mantillo + Musgo + Roca + Rosetófilo alto + Rosetófilo	
mediano + Rosetófilo pequeño + Suelo desnudo + Tepetate +(1 Muestreo)	
Herbácea trepadora + Arborescente pequeño + Arborescente	123.3399
mediano + Arborescente alto + (Muestreo)	
Herbácea macollo grande + Herbácea trepadora + Arborescente pequeño +	125.0051
Arborescente mediano + Arborescente alto + (Muestreo)	
Herbácea vertical alto + Herbácea trepadora + Arborescente pequeño +	125.4742
Arborescente mediano + Arborescente alto + (Muestreo)	
Herbácea.trepadora + Arbusto.alto + Arborescente.pequeño +	125.7227
Arborescente.mediano + Arborescente.alto + (Muestreo)	

Herbácea.vertical.alto + Herbácea.macollo.grande + Herbácea.trepadora + Arborescente.pequeño + Arborescente.mediano + Arborescente.alto + (Muestreo)	127.1677
Abundancia ~ Arborescente alto + Arborescente mediano + Arborescente pequeño + Arbusto alto + Arbusto mediano + Arbusto pequeño + Globosa alta + Globosa pequeña + Helecho alto +Helecho mediano+ Helecho pequeño + Herbácea macollo grande + Herbácea macollo mediano + Herbácea macollo pequeño + Herbácea poaceae cespitoso + Herbácea rastrera + Herbácea trepadora + Herbácea vertical alto + Herbácea vertical mediano + Herbácea vertical pequeño + Liquen + Mantillo + Musgo + Roca + Rosetófilo alto + Rosetófilo mediano + Rosetófilo pequeño + Suelo desnudo + Tepetate +(1 Muestreo)	
Herbácea.rastrera + Herbácea.vertical.mediano + (Muestreo)	209.3631
Herbácea.rastrera + Herbácea.vertical.mediano + Roca + (Muestreo)	211.6619
Herbácea.macollo.mediano + Herbácea.rastrera +	211.6744
Herbácea.vertical.mediano + (Muestreo)	
Abundancia DRAR ~ Arborescente alto + Arborescente mediano + Arborescente pequeño + Arbusto alto + Arbusto mediano + Arbusto pequeño + Globosa alta + Globosa pequeña + Helecho alto +Helecho mediano+ Helecho pequeño + Herbácea macollo grande + Herbácea macollo mediano + Herbácea macollo pequeño + Herbácea poaceae cespitoso + Herbácea rastrera + Herbácea trepadora + Herbácea vertical alto + Herbácea vertical mediano + Herbácea vertical pequeño + Liquen + Mantillo + Musgo + Roca + Rosetófilo alto + Rosetófilo mediano + Rosetófilo pequeño + Suelo desnudo + Tepetate +(1 Muestreo)	
Arbusto.pequeño + Herbácea.macollo.grande +	83.5062
Herbácea.poaceae.cespitoso + Herbácea.rastrera + Suelo.Desnudo + (Muestreo)	
Arbusto.pequeño + Herbácea.macollo.grande +	85.0709
Herbácea.poaceae.cespitoso + Herbácea.rastrera + Herbácea.vertical.pequeño + Suelo.Desnudo + (Muestreo)	
Arbusto.alto + Arbusto.pequeño + Herbácea.macollo.grande +	85.3464
Herbácea.poaceae.cespitoso + Herbácea.rastrera + Suelo.Desnudo + (Muestreo)	
Arbusto.alto + Arbusto.pequeño + Herbácea.macollo.grande +	85.4419
Herbácea.poaceae.cespitoso + Herbácea.rastrera + Herbácea.vertical.pequeño + Suelo.Desnudo + (Muestreo)	
Arbusto.alto + Herbácea.macollo.grande + Herbácea.rastrera +	85.7204
Herbácea.vertical.pequeño + Suelo.Desnudo + (Muestreo)	
Abundancia DREX ~ Arborescente alto + Arborescente mediano + Arborescente pequeño + Arbusto alto + Arbusto mediano + Arbusto pequeño + Globosa alta + Globosa pequeña + Helecho alto +Helecho mediano+ Helecho pequeño + Herbácea macollo grande + Herbácea macollo mediano + Herbácea macollo pequeño + Herbácea poaceae cespitoso + Herbácea rastrera + Herbácea trepadora + Herbácea vertical alto + Herbácea vertical mediano + Herbácea vertical pequeño + Liquen + Mantillo + Musgo + Roca + Rosetófilo alto + Rosetófilo mediano + Rosetófilo pequeño + Suelo desnudo + Tepetate +(1 Muestreo)	
Arborescente.alto + Arborescente.mediano + Arbusto.mediano + (Muestreo)	52.4194
Arborescente.alto + Arborescente.mediano + Arbusto.mediano + Herbácea.vertical.pequeño + (Muestreo)	52.9915
Arborescente.alto + Arborescente.mediano + Arbusto.mediano + Roca + (Muestreo)	54.7896
Arborescente.mediano + Arbusto.mediano + (Muestreo)	54.9259
Abundancia LIMO ~ Arborescente alto + Arborescente mediano + Arborescente pequeño +	

Arbusto alto + Arbusto mediano + Arbusto pequeño + Globosa alta + Globosa pequeña + Helecho alto + Helecho mediano + Helecho pequeño + Herbácea macollo grande + Herbácea macollo mediano + Herbácea macollo pequeño + Herbácea poaceae cespitoso + Herbácea rastrera + Herbácea trepadora + Herbácea vertical alto + Herbácea vertical mediano + Herbácea vertical pequeño + Liquen + Mantillo + Musgo + Roca + Rosetófilo alto + Rosetófilo mediano + Rosetófilo pequeño + Suelo desnudo + Tepetate +(1 Muestreo)	
Arbusto.alto + Herbácea.macollo.grande + Herbácea.vertical.mediano + Roca + (Muestreo)	66.0276
Arbusto.alto + Herbácea.macollo.grande + Herbácea.vertical.mediano + Musgo + (Muestreo)	66.9311
Arbusto.alto + Herbácea.macollo.grande + Herbácea.vertical.mediano + (Muestreo)	67.2778
Arbusto.alto + Arbusto.pequeño + Herbácea.macollo.grande + Herbácea.vertical.mediano + (Muestreo)	67.7799
Arbusto.alto + Herbácea.macollo.grande + Herbácea.vertical.mediano + Suelo.Desnudo + (Muestreo)	68.2158

Acueducto

Riqueza ~ Arborescente alto + Arborescente mediano + Arborescente pequeño + Arbusto alto + Arbusto mediano + Arbusto pequeño + Globosa alta + Globosa pequeña + Helecho alto + Helecho mediano + Helecho pequeño + Herbácea macollo grande + Herbácea macollo mediano + Herbácea macollo pequeño + Herbácea poaceae cespitoso + Herbácea rastrera + Herbácea trepadora + Herbácea vertical alto + Herbácea vertical mediano + Herbácea vertical pequeño + Liquen + Mantillo + Musgo + Roca + Rosetófilo alto + Rosetófilo mediano + Rosetófilo pequeño + Suelo desnudo + Tepetate +(1 Muestreo)	
(Muestreo)	135.6022
Helecho pequeño + (Muestreo)	135.9631
Herbácea.macollo.mediano + Helecho.pequeño + (Muestreo)	136.0871
Herbácea.macollo.grande + (Muestreo)	136.3482
Herbácea.vertical.mediano + (Muestreo)	136.4982
Abundancia ~ Arborescente alto + Arborescente mediano + Arborescente pequeño + Arbusto alto + Arbusto mediano + Arbusto pequeño + Globosa alta + Globosa pequeña + Helecho alto + Helecho mediano + Helecho pequeño + Herbácea macollo grande + Herbácea macollo mediano + Herbácea macollo pequeño + Herbácea poaceae cespitoso + Herbácea rastrera + Herbácea trepadora + Herbácea vertical alto + Herbácea vertical mediano + Herbácea vertical pequeño + Liquen + Mantillo + Musgo + Roca + Rosetófilo alto + Rosetófilo mediano + Rosetófilo pequeño + Suelo desnudo + Tepetate +(1 Muestreo)	
Arbusto.mediano + Arbusto.pequeño + Herbácea.macollo.grande + Herbácea.macollo.pequeño + Roca + (Muestreo)	180.9290
Arbusto.mediano + Arbusto.pequeño + Herbácea.macollo.pequeño + Roca + (Muestreo)	181.2558
Arbusto.mediano + Herbácea.macollo.grande + Herbácea.macollo.pequeño + Roca + (Muestreo)	182.6163
Arborescente.alto + Arbusto.mediano + Herbácea.macollo.grande + Herbácea.macollo.pequeño + Roca + (Muestreo)	183.1079
Arbusto.mediano + Arbusto.pequeño + Herbácea.macollo.pequeño + Herbácea.vertical.pequeño + Roca + (Muestreo)	183.3812
Abundancia DRAR ~ Arborescente alto + Arborescente mediano + Arborescente pequeño + Arbusto alto + Arbusto mediano + Arbusto pequeño + Globosa alta + Globosa pequeña + Helecho alto + Helecho mediano + Helecho pequeño + Herbácea macollo grande + Herbácea macollo mediano + Herbácea macollo pequeño + Herbácea poaceae cespitoso + Herbácea	

rastrera + Herbácea trepadora + Herbácea vertical alto + Herbácea vertical mediano + Herbácea vertical pequeño + Liquen + Mantillo + Musgo + Roca + Rosetófilo alto + Rosetófilo mediano + Rosetófilo pequeño + Suelo desnudo + Tepetate +(1 Muestreo)	
Roca + (Muestreo)	96.9617
Liquen + Roca + (Muestreo)	97.1390
Musgo + Roca + (Muestreo)	97.2154
Arborescente.mediano + Roca + (Muestreo)	97.4657
Arborescente.mediano + Musgo + Roca + (Muestreo)	97.4667
Abundancia LIMO ~ Arborescente alto + Arborescente mediano + Arborescente pequeño + Arbusto alto + Arbusto mediano + Arbusto pequeño + Globosa alta + Globosa pequeña + Helecho alto +Helecho mediano+ Helecho pequeño + Herbácea macollo grande + Herbácea macollo mediano + Herbácea macollo pequeño + Herbácea poaceae cespitoso + Herbácea rastrera + Herbácea trepadora + Herbácea vertical alto + Herbácea vertical mediano + Herbácea vertical pequeño + Liquen + Mantillo + Musgo + Roca + Rosetófilo alto + Rosetófilo mediano + Rosetófilo pequeño + Suelo desnudo + Tepetate +(1 Muestreo)	
Herbácea.macollo.pequeño + (Muestreo)	30.7758
Herbácea.macollo.pequeño + Mantillo + (Muestreo)	32.4625
Mantillo + (Muestreo)	32.7665
Herbácea.macollo.pequeño + Tepetate + (Muestreo)	32.9645
Herbácea.macollo.pequeño + Mantillo + Tepetate + (Muestreo)	34.7071

Apéndice 7. Modelos lineales generalizados considerando el efecto de las variables abióticas sobre el ensamblaje de anfibios en los sistemas xeroriparios. El modelo marcado en negritas fue el que consideré como el mejor modelo. “Día” se refiere a los valores registrados durante 24 h, mientras que “muestreo” indica los valores registrados únicamente durante las horas de muestreo (4 h). Abreviaciones: DRAR = *Dryophytes arenicolor*, DREX = *Dryophytes eximius*, LIMO = *Lithobates montezumae* y SPEMU = *Spea multiplicata*.

Modelo	AICc
Laborcilla	
Riqueza ~ Presencia.Agua + Viento.Prom + Lluvia + Nublado + Temperatura.Día + Humedad.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (1 Muestreo)	
Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Mín.Muestreo + Lluvia + (Muestreo)	61.1816
Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Mín.Muestreo + (Muestreo)	61.4745
Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Mín.Muestreo + Temperatura.Día + (Muestreo)	61.4196
Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Mín.Muestreo + Lluvia + Temperatura.Día + (Muestreo)	61.2417
Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Mín.Muestreo + Temperatura.Muestreo + (Muestreo)	62.7212
Abundancia ~ Presencia.Agua + Viento.Prom + Lluvia + Nublado + Temperatura.Día + Humedad.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (1 Muestreo)	
Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Mín.Muestreo + (Muestreo)	79.1231
Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + (Muestreo)	79.6783
Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Máx.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (Muestreo)	80.3047
Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (Muestreo)	81.0547
Temperatura.Mín.Día + Humedad.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (Muestreo)	81.1864
Abundancia ANPU ~ Presencia.Agua + Viento.Prom + Lluvia + Nublado + Temperatura.Día + Humedad.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (1 Muestreo)	
Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Mín.Muestreo + (Muestreo)	34.6818
Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Mín.Muestreo + (Muestreo)	36.6126
Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Mín.Muestreo + Temperatura.Día + (Muestreo)	36.9193
Abundancia DREX ~ Presencia.Agua + Viento.Prom + Lluvia + Nublado + Temperatura.Día + Humedad.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo +	

Temperatura.Máx.Muestreo + Tempetura.Mín.Muestreo + (1 Muestreo)	
Lluvia + (Muestreo)	57.3639
(Muestreo)	58.1021
Temperatura.Mín.Día + Lluvia + (Muestreo)	58.9828
Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Mín.Muestreo + Lluvia + (Muestreo)	59.1931
Lluvia + Temperatura.Día + (Muestreo)	59.5546

Pocito

Riqueza ~ Presencia.Agua + Viento.Prom + Lluvia + Nublado + Temperatura.Día + Humedad.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + Tempetura.Mín.Muestreo + (1 Muestreo)	
Presencia.Agua + (Muestreo)	105.9855
Presencia.Agua + Temperatura.Máx.Día + (Muestreo)	107.3590
Presencia.Agua + Lluvia + (Muestreo)	107.4029
Presencia.Agua + Temperatura.Día + (Muestreo)	107.8388
Presencia.Agua + Temperatura.Muestreo + (Muestreo)	108.2932
Abundancia ~ Presencia.Agua + Viento.Prom + Lluvia + Nublado + Temperatura.Día + Humedad.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + Tempetura.Mín.Muestreo + (1 Muestreo)	
Presencia.Agua + Nublado + Humedad.Día + Rocío.Día + T.Máx.Día + T.Mín.Día +	252.2389
Presencia.Agua + Nublado + Humedad.Día + Rocío.Día + T.Máx.Día +	254.3506
Presencia.Agua + Nublado + Rocío.Día + T.Máx.Día +	254.3962
Presencia.Agua + Nublado + Temperatura.Día + Humedad.Día + Rocío.Día + T.Máx.Día + T.Mín.Día +	254.3962
Presencia.Agua + Nublado + Temperatura.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + (Muestreo)	254.8408
Abundancia DREX ~ Presencia.Agua + Viento.Prom + Lluvia + Nublado + Temperatura.Día + Humedad.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + Tempetura.Mín.Muestreo + (1 Muestreo)	
Presencia.Agua + Nublado + Temperatura.Día + Temperatura.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + Rocío.Muestreo + (Muestreo)	184.2879
Presencia.Agua + Nublado + Temperatura.Día + Temperatura.Mín.Día + Tempertura.Muestreo +	186.7583
Temperatura.Mín.Muestreo + Rocío.Muestreo + (Muestreo)	
Presencia.Agua + Nublado + Temperatura.Día + Tempertura.Máx.Día + Tempertura.Muestreo + Tempertura.Mín.Muestreo + Rocío.Muestreo + (Muestreo)	186.8217
Abundancia LIMO ~ Presencia.Agua + Viento.Prom + Lluvia + Nublado + Temperatura.Día + Humedad.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (1 Muestreo)	
Presencia.Agua + Viento.Prom + Temperatura.Mín.Muestreo + (Muestreo)	127.5317
Presencia.Agua + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Muestreo	128.2845

+ (Muestreo)	
Presencia.Agua + Tempertura.Mín.Muestreo + (Muestreo)	128.5871
Presencia.Agua + Viento.Prom + Tempertura.Máx.Día + Tempertura.Mín.Muestreo + (Muestreo)	129.5061
Abundancia SPEMU ~ Presencia.Agua + Viento.Prom + Lluvia + Nublado + Temperatura.Día + Humedad.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (1 Muestreo)	
Viento.Prom + (Muestreo)	32.2085
Temperatura.Mín.Día + Viento.Prom + (Muestreo)	32.7776
Tempertura.Mín.Día + (Muestreo)	33.2909
(Muestreo)	33.5322
Viento.Prom + Temperatura.Máx.Día + (Muestreo)	34.5272

Colorada

Riqueza ~ Presencia.Agua + Viento.Prom + Lluvia + Nublado + Temperatura.Día + Humedad.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (1 Muestreo)	
Presencia.Agua + Temperatura.Mín.Día + Tempertura.Muestreo	117.5314
+ Temperatura.Máx.Muestreo + (Muestreo)	
Presencia.Agua + Lluvia + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Tempertura.Máx.Muestreo + (Muestreo)	119.4759
Presencia.Agua + Nublado + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + (Muestreo)	119.8736
Abundancia ~ Presencia.Agua + Viento.Prom + Lluvia + Nublado + Temperatura.Día + Humedad.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (1 Muestreo)	
Presencia.Agua + Nublado + (Muestreo)	163.0237
Presencia.Agua + Nublado + Temperatura.Máx.Muestreo + (Muestreo)	163.5999
Presencia.Agua + Nublado + Temperatura.Muestreo + (Muestreo)	163.9390
Presencia.Agua + Nublado + T.Min.Muestreo + (Muestreo)	164.1425
Presencia.Agua + Nublado + T.Max.Día + T.Max.Muestreo + (Muestreo)	164.1542
Abundancia DRAR ~ Presencia.Agua + Viento.Prom + Lluvia + Nublado + Temperatura.Día + Humedad.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (1 Muestreo)	
Presencia.Agua + Temperatura.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + (Muestreo)	81.0650
Presencia.Agua + Temperatura.Máx.Día + Tempeartura.Mín.Día + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + (Muestreo)	81.5768
Presencia.Agua + Temperatura.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (Muestreo)	81.6884
Presencia.Agua + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día +	86.2752

Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + (Muestreo)	
Abundancia DREX ~ Presencia.Agua + Viento.Prom + Lluvia + Nublado + Temperatura.Día + Humedad.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (1 Muestreo) Temperatura.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (Muestreo)	61.8152
Presencia.Agua + Temperatura.Muestreo + Tempeartura.Máx.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (Muestreo)	62.6318
Presencia.Agua + Viento.Prom + Temperatura.Máx.Muestreo + (Muestreo)	63.2730
Presencia.Agua + Temperatura.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + (Muestreo)	63.6979
Presencia.Agua + Temperatura.Máx.Muestreo + (Muestreo)	64.1228
Abundancia LIMO ~ Presencia.Agua + Viento.Prom + Lluvia + Nublado + Temperatura.Día + Humedad.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (1 Muestreo) Presencia.Agua + Temperatura.Máx.Día + (Muestreo)	52.7120
Presencia.Agua + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + (Muestreo)	53.0404
Presencia.Agua + Rocío.Día + (Muestreo)	53.1811
Presencia.Agua + Humedad.Día + (Muestreo)	53.1883
Presencia.Agua + Humedad.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + (Muestreo)	53.6529

Acueducto

Riqueza ~ Presencia.Agua + Viento.Prom + Lluvia + Nublado + Temperatura.Día + Humedad.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (1 Muestreo)	
Presencia.Agua + Lluvia + T.Mín.Día + (Muestreo)	120.2428
Presencia.Agua + T.Mín.Día + (Muestreo)	122.2188
Presencia.Agua + Lluvia + Temperatura.Día + T.Min.Día + (Muestreo)	122.4185
Abundancia ~ Presencia.Agua + Viento.Prom + Lluvia + Nublado + Temperatura.Día + Humedad.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (1 Muestreo) Presencia.Agua + Rocío.Día + Rocío.Muestreo + (Muestreo)	172.8988
Presencia.Agua + Lluvia + Rocío.Día + Rocío.Muestreo + (Muestreo)	174.1541
Presencia.Agua + Temperatura.Mín.Día + Rocío.Día + Rocío.Muestreo + (Muestreo)	175.2388
Abundancia DRAR ~ Presencia.Agua + Viento.Prom + Lluvia + Nublado + Temperatura.Día + Humedad.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (1 Muestreo) Lluvia + Humedad.Día + Temperatura.Máx.Día + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + (Muestreo)	155.0398

Lluvia + Humedad.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + (Muestreo)	156.6864
Lluvia + Temperatura.Día + Humedad.Día + Temperatura.Máx.Día + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + (Muestreo)	157.4550
Abundancia DREX ~ Presencia.Agua + Viento.Prom + Lluvia + Nublado + Temperatura.Día + Humedad.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (1 Muestreo)	
Presencia.Agua + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (Muestreo)	112.6153
Presencia.Agua + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (Muestreo)	114.0782
Presencia.Agua + (Muestreo)	114.6010
Presencia.Agua + Temperatura.Muestreo + T.Mín.Muestreo + (Muestreo)	114.7724
Abundancia LIMO ~ Presencia.Agua + Viento.Prom + Lluvia + Nublado + Temperatura.Día + Humedad.Día + Rocío.Día + Temperatura.Máx.Día + Temperatura.Mín.Día + Temperatura.Muestreo + Humedad.Muestreo + Rocío.Muestreo + Temperatura.Máx.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (1 Muestreo)	
Presencia.Agua + Nublado + (Muestreo)	33.5348
Presencia.Agua + (Muestreo)	33.6330
Presencia.Agua + Rocío.Muestreo + (Muestreo)	34.3944
Presencia.Agua + Nublado + Temperatura.Mín.Muestreo + (Muestreo)	34.4618
Presencia.Agua + Humedad.Día + Rocío.Muestreo + Temperatura.Mín.Muestreo + (Muestreo)	34.4989

Apéndice 8. Modelos lineales generalizados considerando el efecto de las variables físico-químicas del agua sobre el ensamblaje de anfibios en los sistemas xeroriparios. El modelo marcado en negritas fue el que consideré como el mejor modelo. Abreviaciones: DRAR = *Dryophytes arenicolor*, DREX = *Dryophytes eximius*, LIMO = *Lithobates montezumae* y SPEMU = *Spea multiplicata*.

Modelo	AICc
Riqueza ~ Temperatura.Agua + Salinidad + pH + Turbidez + Profundidad.Agua + (1 Muestreo)	
Temperatura.agua + Turbidez + Profundidad.Agua	148.7682
Temperatura.Agua + Ph + Turbidez + Profundidad.Agua	148.8043
Temperatura.Agua + pH + Profundidad.Agua	149.5430
Temperatura.Agua + Profundidad.Agua	150.1102
Turbidez + Profundidad.Agua	150.8339
Abundancia ~ Temperatura.Agua + Salinidad + pH + Turbidez + Profundidad.Agua + (1 Muestreo)	
Temperatura.Agua + Sal + pH + Turbidez + Profundidad.Agua	348.0363
Temperatura.Agua + pH + Turbidez + Profundidad.Agua	355.9636
Abundancia ANPU ~ Temperatura.Agua + Salinidad + pH + Turbidez + Profundidad.Agua + (1 Muestreo)	
Profundidad.Agua	15.97826
Temperatura.Agua	16.78516
pH	17.43418
Temperatura.Agua + Profundidad.Agua	17.56449
Turbidez	17.72778
Abundancia DRAR ~ Temperatura.Agua + Salinidad + pH + Turbidez + Profundidad.Agua + (1 Muestreo)	
Temperatura.Agua + Sal + pH + Profundidad.Agua	182.0280
Temperatura.Agua + Sal + Profundidad.Agua	182.5017
Temperatura.Agua + pH + Profundidad.Agua	184.2206
Abundancia DREX ~ Temperatura.Agua + Salinidad + pH + Turbidez + Profundidad.Agua + (1 Muestreo)	
Sal + pH + Turbidez + Profundidad.Agua + (Muestreo)	170.9623
Temperatura.Agua + Sal + pH + Turbidez + Profundidad.Agua + (Muestreo)	173.4873
Abundancia LIMO ~ Temperatura.Agua + Salinidad + pH + Turbidez + Profundidad.Agua + (1 Muestreo)	
Temperatura.Agua + pH + Profundidad.Agua + (Muestreo)	229.7803
Temperatura.Agua + pH + Turbidez + Profundidad.Agua + (Muestreo)	230.0694
Temperatura.Agua + Sal + pH + Profundidad.Agua + (Muestreo)	231.8277
Abundancia SPEMU ~ Temperatura.Agua + Salinidad + pH + Turbidez + Profundidad.Agua + (1 Muestreo)	
Turbidez	28.54283
Sal	29.61534
Temperatura.Agua	29.76999
Profundidad.Agua	29.78651