

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS



**“COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN BOTÁNICA
EN UN BOFEDAL EN EL DISTRITO DE CARAMPOMA,
HUAROCHIRÍ - LIMA”**

Presentada por:

Angie Carol Montenegro Hoyos

Tesis para Optar el Título Profesional de:

BIÓLOGO

Lima – Perú
2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS

**“COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN BOTÁNICA
EN UN BOFEDAL EN EL DISTRITO DE CARAMPOMA,
HUAROCHIRÍ - LIMA”**

Presentada por:

Angie Carol Montenegro Hoyos

Tesis para Optar el Título Profesional de:

BIÓLOGO

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

Mg.Sc. Mercedes Flores Pimentel

PRESIDENTE

Mg. Sc. Viviana Castro Cépero

MIEMBRO

Mg. Sc. Ayling Wetzell Canales-Springet

MIEMBRO

M. Sc. Aldo Ceroni Stuva

ASESOR

Mg. Mónica Sofía Maldonado Fonkén

CO – ASESORA

DEDICATORIA

A todos los que queremos contribuir y dejar el camino abierto a nuevas preguntas en el estudio de la vegetación en los ecosistemas altoandinos del país.

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores M. Sc. Mónica Maldonado, M. Sc. Aldo Ceroni y a mis revisores de tesis Mg. Sc. Viviana Castro, M. Sc. Mercedes Flores y M. Sc. Ayling Wetzell por los valiosos aportes a mi trabajo.

A la División de Ecología Vegetal de CORBIDI y su equipo quienes me acompañaron en las salidas, Yoselin Oropeza, Niskar Peña, Rosa Villanueva y Nataly Valencia, les agradezco el apoyo, los consejos, la paciencia y la amistad.

A mis amigos de Knight Piésold por acompañar mi crecimiento profesional y las facilidades con mis salidas al campo.

A los especialistas que me apoyaron con las identificaciones Blgo. José Alegría (Herbario MOL - UNALM) y Lic. Rosa Isela Meneses (Museo Nacional de Historia Natural de Bolivia).

A mis padres Víctor Montenegro, Deidamia Hoyos y mis familiares más cercanos, quienes se esforzaron por mi educación y me apoyan incondicionalmente.

Y finalmente a Frank Azorsa, por su apoyo en campo, por escucharme y aconsejarme, por impulsar y acompañar mi crecimiento como persona y entender mi pasión por la carrera.

A todos muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.	HUMEDALES	3
2.1.1.	HUMEDALES ALTOANDINOS	4
2.2.	SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	5
2.2.1.	SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS HUMEDALES	5
2.3.	VEGETACIÓN ALTOANDINA.....	6
2.3.1.	VEGETACIÓN EN LOS HUMEDALES ALTOANDINOS	7
2.4.	EVALUACIÓN DE LA VEGETACIÓN.....	8
2.4.1.	PUNTOS DE INTERCEPCIÓN (BONHAM 1989).....	8
2.5.	EVALUACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN BOFEDALES.....	11
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1.	ZONA DE ESTUDIO.....	12
3.2.	MATERIALES	15
3.3.	METODOLOGÍA	16
3.3.1.	CRITERIO DE SELECCIÓN DE LA LAGUNA MILLOC	16
3.3.2.	FECHAS DE EVALUACIÓN	16
3.3.3.	DISEÑO DE MUESTREO	16
3.3.4.	ANÁLISIS DE DATOS.....	18
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1.	COMPARACIÓN DEL ESFUERZO DE MUESTREO	23
4.1.1.	PORCENTAJES DE VEGETACIÓN REGISTRADOS – MODELO DE CLENCH	23
4.1.2.	TIEMPO DE EVALUACIÓN	27
4.2.	COMPARACIÓN DE LA RIQUEZA (NÚMERO) Y VARIABLES BIOLÓGICAS.....	30
4.2.1.	RIQUEZA ESPECÍFICA	30
4.2.2.	ÍNDICES DE DIVERSIDAD: SHANNON-WIENER, EQUIDAD Y DOMINANCIA.....	34
4.3.	CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL (COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA)	38
4.3.1.	SIMILITUDES.....	38
4.3.2.	CURVAS RANGO-ABUNDANCIA (WHITTAKER).....	42
V.	CONCLUSIONES	46
VI.	RECOMENDACIONES	47
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
VIII.	ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Materiales empleados en el estudio.....	16
Tabla 2: Resultados del Modelo de Clench por sitio, época y método de evaluación	24
Tabla 3: Resultados del modelo de Clench para el porcentaje de vegetación estimado por número de unidades de muestreo evaluadas	26
Tabla 4: Resultados de la prueba de Kruskall-Wallis por sitio, época y metodología	29
Tabla 5: Número de especies registrado por metodología, sitio y época	31
Tabla 6: Resultados de la prueba de Kruskall-Wallis por sitio, época y metodología	33
Tabla 7: Resultados de la prueba de Kruskall-Wallis por sitio, época y metodología	35
Tabla 8: Resultados de los índices biológicos por método, sitio y época de evaluación	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Metodología de Cobertura repetida.....	9
Figura 2: Metodología de Cuadrado.....	10
Figura 3: Metodología de Transección al paso.....	10
Figura 4: Mapa de ubicación del Distrito de Carampoma.....	13
Figura 5: Ubicación de turberas (5) en el croquis geomorfológico de la zona de la laguna Milloc	14
Figura 6: Ubicación de los sitios de evaluación	15
Figura 7: Diagrama de cajas para los tiempos de evaluación por época y metodología – Sitio 1	28
Figura 8: Diagrama de cajas para los tiempos de evaluación por época y metodología – Sitio 2	28
Figura 9: Diagrama de cajas para el número de especies por sitio y método – Época húmeda.....	33
Figura 10: Diagrama de cajas para el número de especies por sitio y método – Época seca.....	34
Figura 11: Variables biológicas por método y época en el Sitio 1	37
Figura 12: Variables biológicas por método y época en el Sitio 2.....	37
Figura 13: Índice de Morisita-Horn - Similitud de los métodos por época en el Sitio 1.....	39
Figura 14: Índice de Morisita-Horn - Similitud de los métodos por época en el Sitio 2.....	39
Figura 15: Gráfico de NMDS para los tres métodos durante ambas épocas y ambos sitios de evaluación	41
Figura 16: Curvas de rango-abundancia para los tres métodos durante la época húmeda en el Sitio 1	43
Figura 17: Curvas de rango-abundancia para los tres métodos durante la época seca en el Sitio 1	43
Figura 18: Curvas de rango-abundancia para los tres métodos durante la época húmeda en el Sitio 2	44
Figura 19: Curvas de rango-abundancia para los tres métodos durante la época húmeda en el Sitio 2	44

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Mapa de Humedales del Perú	58
ANEXO 2. Ubicación de las unidades de muestreo.....	59
ANEXO 3. Fotografías de las unidades de evaluación en los bofedales, por sitio y época.....	60
ANEXO 4. Fotografías de los métodos utilizados para evaluar la vegetación de los bofedales de la laguna Milloc	64
ANEXO 5. Características de las zonas de evaluación	66
ANEXO 6. Curvas de acumulación por unidades de evaluación mediante el método de Cobertura repetida – Sitio 1	68
ANEXO 7. Curvas de acumulación por unidades de evaluación mediante el método de Transección al paso – Sitio 1.....	68
ANEXO 8. Curvas de acumulación por unidades de evaluación mediante el método del Cuadrado – Sitio 1.....	69
ANEXO 9. Curvas de acumulación por unidades de evaluación mediante el método de Cobertura repetida – Sitio 2	69
ANEXO 10. Curvas de acumulación por unidades de evaluación mediante el método de Transección al paso – Sitio 2	70
ANEXO 11. Curvas de acumulación por unidades de evaluación mediante el método del Cuadrado– Sitio 2	70
ANEXO 12. Listado de especies identificadas.....	71
ANEXO 13. Variables biológicas por época y unidad de evaluación para el Sitio 1	73
ANEXO 14. Variables biológicas por época y unidad de evaluación para el Sitio 2	74
ANEXO 15. Índices de Similitud de Morisita-Horn para el Sitio 1	75
ANEXO 16. Índices de Similitud de Morisita-Horn para el Sitio 2.....	75
ANEXO 17. Índice de Similitud de Morisita-Horn por transecto y método - Época húmeda - Sitio 1	76
ANEXO 18. Índice de Similitud de Morisita-Horn por transecto y método - Época seca - Sitio 1	77
ANEXO 19. Índice de Similitud de Morisita-Horn por transecto y método - Época húmeda - Sitio 2.....	78

ANEXO 20. Índice de Similitud de Morisita-Horn por transecto y método - Época seca - Sitio 2.....	79
ANEXO 21. Resultados del ANOSIM con el índice Morisita-Horn por método, sitio y época de evaluación	80
ANEXO 22. Resultados de la cobertura porcentual mediante el método de Cobertura repetida, por transecto y época – Sitio 1	81
ANEXO 23. Resultados de la cobertura porcentual mediante el método de Transección al paso, por transecto y época – Sitio 1	83
ANEXO 24. Resultados de la cobertura porcentual mediante el método del Cuadrado, por transecto y época – Sitio 1.....	85
ANEXO 25. Resultados de la cobertura porcentual mediante el método de Cobertura repetida, por transecto y época – Sitio 2	87
ANEXO 26. Resultados de la cobertura porcentual mediante el método de Transección al paso, por transecto y época – Sitio 2	89
ANEXO 27. Resultados de la cobertura porcentual mediante el método del Cuadrado, por transecto y época – Sitio 2.....	91
ANEXO 28. Curvas de Rango-Abundancia para la primera unidad de evaluación durante la época húmeda – Sitio 1	93
ANEXO 29. Curvas de Rango-Abundancia para la primera unidad de evaluación durante la época seca – Sitio 1	93
ANEXO 30. Curvas de Rango-Abundancia para la segunda unidad de evaluación durante la época húmeda – Sitio 1	94
ANEXO 31. Curvas de Rango-Abundancia para la segunda unidad de evaluación durante la época seca – Sitio 1	94
ANEXO 32. Curvas de Rango-Abundancia para la tercera unidad de evaluación durante la época húmeda – Sitio 1	95
ANEXO 33. Curvas de Rango-Abundancia para la tercera unidad de evaluación durante la época seca – Sitio 1	95
ANEXO 34. Curvas de Rango-Abundancia para la cuarta unidad de evaluación durante la época húmeda – Sitio 1	96
ANEXO 35. Curvas de Rango-Abundancia para la cuarta unidad de evaluación durante la época seca – Sitio 1	96
ANEXO 36. Curvas de Rango-Abundancia para la quinta unidad de evaluación durante la época húmeda – Sitio 1	97

ANEXO 37. Curvas de Rango-Abundancia para la quinta unidad de evaluación durante la época seca – Sitio 1	97
ANEXO 38. Curvas de Rango-Abundancia para la primera unidad de evaluación durante la época húmeda – Sitio 2	98
ANEXO 39. Curvas de Rango-Abundancia para la primera unidad de evaluación durante la época seca – Sitio 2	98
ANEXO 40. Curvas de Rango-Abundancia para la segunda unidad de evaluación durante la época húmeda – Sitio 2	99
ANEXO 41. Curvas de Rango-Abundancia para la segunda unidad de evaluación durante la época seca – Sitio 2	99
ANEXO 42. Curvas de Rango-Abundancia para la tercera unidad de evaluación durante la época húmeda – Sitio 2	100
ANEXO 43. Curvas de Rango-Abundancia para la tercera unidad de evaluación durante la época seca – Sitio 2	100
ANEXO 44. Curvas de Rango-Abundancia para la cuarta unidad de evaluación durante la época húmeda – Sitio 2	101
ANEXO 45. Curvas de Rango-Abundancia para la cuarta unidad de evaluación durante la época seca – Sitio 2	101
ANEXO 46. Curvas de Rango-Abundancia para la quinta unidad de evaluación durante la época húmeda – Sitio 2	102
ANEXO 47. Curvas de Rango-Abundancia para la quinta unidad de evaluación durante la época seca – Sitio 2	102

RESUMEN

Con la finalidad de identificar las ventajas y desventajas de tres (3) tipos de metodologías aplicadas para evaluar la vegetación de humedales altoandinos, se compararon los resultados del esfuerzo de muestreo, la riqueza específica, y la estructura comunitaria (composición y abundancia de especies) en dos sitios de un bofedal asociado a la laguna Milloc, en la comunidad campesina de Santiago de Carampoma (Huarochirí - Lima), durante dos épocas (seca y húmeda). Los métodos empleados fueron transección al paso, cobertura repetida y cuadrado y, se evaluaron cinco unidades de muestreo por metodología. Con el método de cobertura repetida se logró registrar un mayor porcentaje de la vegetación (es decir del número de especies esperado máximo) por sitio y época (excepto durante la época seca) e inclusive es posible reducir el número de unidades muestrales evaluadas con esta metodología. El número de especies registrado con el método de cobertura repetida es mayor al de los otros métodos, detectándose diferencias significativas entre sus valores. La composición de especies entre los métodos resultó bastante similar, con porcentajes hasta del 90% de similitud. Los resultados del ANOSIM mostraron poca diferenciación entre los métodos en cuanto a la composición de especies. Por último, la estructura de la abundancia para los dos sitios y épocas evaluadas presentó diferencias entre los valores de la cobertura porcentual registrada, por ende, en las especies dominantes por metodología.

Palabras claves: *humedales altoandinos, transección al paso, cobertura repetida, cuadrado, Milloc*

ABSTRACT

In order to identify the advantages and disadvantages of three (3) types of methodologies applied to evaluate high Andean wetland vegetation, the results of the sampling effort, the specific richness, and the community structure (composition and abundance of species) were compared in two bofedales associated with the Milloc lagoon, in the peasant community of Santiago de Carampoma (Huarochirí - Lima), during two seasons (dry and humid). The methods used were step transection, repeated coverage and point quadrat, and five sampling units were evaluated by methodology. With the repeated coverage method, a greater percentage of the vegetation (that is, the maximum expected number of species) was recorded per site and season (except during the dry season) and it is even possible to reduce the number of sample units evaluated with this methodology. The number of species registered with the repeated coverage method is greater than that of the other methods, with significant differences between their values being detected. The composition of species among the methods was quite similar, with percentages up to 90% similarity. The ANOSIM results showed little differentiation between the methods in terms of species composition. Finally, the structure of abundance for the two sites and seasons evaluated showed differences between the values of the coverage in terms of percentage registered, therefore, in the dominant species by methodology.

Keywords: *high Andean wetlands, step transection, repeated coverage, point quadrat, Milloc*

I. INTRODUCCIÓN

La vegetación es estructuradora de los ecosistemas, además guarda una relación directa con las condiciones del hábitat como: el clima, naturaleza del suelo, disponibilidad de agua y de nutrientes, así como el grado de intervención antrópica y biótica (Matteucci y Colma 1982). Los métodos para evaluar sus características son numerosos, incluyendo sus adaptaciones (Bonham 1989), sin embargo, no son frecuentes las investigaciones que permiten conocer o comparar las ventajas y/o desventajas que tiene cada metodología de acuerdo con objetivos similares.

Los “bofedales” o humedales altoandinos, son formaciones vegetales que cobran vital importancia en la Puna de nuestro país por estar asociados a la regulación del flujo hídrico, acumulación de materia orgánica (turba), captura de carbono, fuente de forraje, entre otros motivos de carácter cultural (Maldonado Fonkén 2014).

Están considerados como ecosistemas frágiles dentro de la legislación nacional (Ley N.º 28611, Artículo 99) y, los criterios para su evaluación (MINAM 2015) desarrollados por el estado, están asociados a su formación vegetal predominantemente herbácea. Pero su composición y abundancia florística varía de acuerdo con condiciones locales.

En función a los objetivos de cada estudio, la aplicación de un método adecuado permite obtener información más completa sobre su estructura y dinámica, y al mismo tiempo conocer su funcionamiento y por consiguiente da un mayor soporte a la toma de decisiones para su conservación (Vásquez 2008).

La presente investigación incrementará el conocimiento del alcance de las metodologías aplicadas en la evaluación de vegetación en nuestro país, en especial en bofedales. Además, permitirá identificar las ventajas y desventajas de cada metodología en la caracterización (riqueza, composición, abundancia, variables y parámetros comunitarios) de bofedales, así como escoger la metodología más apropiada para diferentes objetivos de estudio.

En ese sentido, el objetivo del estudio fue:

- Comparar tres métodos para la caracterización de la vegetación de bofedales en el distrito de Carampoma, Lima.

Y los objetivos específicos fueron:

- Comparar tres métodos en cuanto al esfuerzo de muestreo requerido para la evaluación de la vegetación de bofedales en el distrito de Carampoma, Lima.
- Comparar tres métodos para la estimación de la riqueza específica y la caracterización estructural de la vegetación de bofedales en el distrito de Carampoma, Lima.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. HUMEDALES

El término “humedal” engloba una amplia variedad de ambientes húmedos, sin embargo, comparten una característica fundamental que es el agua, la cual determina su estructura y funcionalidad (Ramirez 2011). Son zonas donde el agua es el principal factor controlador del medio y la vida vegetal y animal asociada a él. Los humedales se presentan donde la capa freática se halla en la superficie terrestre o cerca de ella o donde la tierra está cubierta por aguas poco profundas. Algunas de las definiciones acuñadas para los humedales están basadas en *criterios de conservación*, por ejemplo la Convención de Humedales Ramsar (1971) define como humedales a “las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”. Otras en sus *servicios* como la adaptada de Ramsar por el Comité Nacional de Humedales que define como humedales a “las extensiones o superficies cubiertas de agua, bajo un régimen hídrico natural o artificial, permanente o temporal, dulce, salobre o salado y que albergan comunidades biológicas características, que proveen servicios ecosistémicos (MINAM 2015a). Y por último otras con *criterios ecológicos* definen a los humedales como “ecosistemas en los cuales hay suficiente agua para desarrollar suelos o sustratos hídricos, en condiciones anaeróbicas, y una vegetación adaptada a ellos” (Cronk y Siobhan 2001). Se entiende por suelos hídricos, aquellos que están saturados, inundados o con un cuerpo de agua permanente o estacionalmente.

A nivel mundial las extensiones de humedales podrían alcanzar los 748 y 778 millones de hectáreas, un aproximado del 6% de la superficie terrestre (Ramsar 2016). La clasificación de Ramsar incluye 42 tipos de humedales, agrupados en 3 categorías: humedales marinos y costeros, humedales continentales y humedales artificiales.

En el país, existen humedales en la región marino-costera (manglares, lagunas, estuarios, albuferas, deltas, oasis y pantanos), andina (lagos, lagunas, bofedales, manantiales, puquios, turberas, humedales de páramos y kársticos andinos) y amazónica (lagos y lagunas, complejos de orillares, kársticos amazónicos, pantanos amazónicos, bosques de tahuampa, sabanas inundables de palmeras y varillales húmedos). La estimación cartográfica de la extensión de humedales es de 7 953 191 ha en la que se incluyen humedales costeros, lagos, lagunas, cochas, bofedales, aguajales y pantanos amazónicos (ANA 2012, Anexo 1).

2.1.1. HUMEDALES ALTOANDINOS

Los humedales altoandinos son complejos o sistemas que abarcan los ecosistemas de páramo, jalca y puna (Ramsar 2008). Alcanzan su mayor extensión y representatividad en la unidad biogeográfica de Puna húmeda dentro del conjunto de los Andes Tropicales (Josse *et al.* 2009). La Puna húmeda se encuentra distribuida desde el norte de Perú (donde es conocida como Páramo) hasta el centro de la Cordillera Oriental de Bolivia, en un amplio rango altitudinal de hasta 6.600 m s. n. m. y recibe entre 250 y 500 mm de precipitación por año principalmente en el verano (Josse *et al.* 2009).

Según el sistema de clasificación de Ramsar, pertenecen al grupo de humedales continentales y de acuerdo con su tipo y origen pueden estar formados por: lagos y lagunas de agua dulce (glaciar, volcánico y tectónico), salares (antiguos mares evaporándose), lagunas saladas (mares antiguos con poca alimentación de agua dulce), lagunas salobres (mares antiguos con mayor dilución de agua dulce), bofedales y turberas (inundación o fuentes subterráneas), aguas termales y géiseres (actividad volcánica cerca de fuentes de agua), mallines (con aportes superficiales y subterráneos, que les dan carácter de “oasis” en zonas áridas), entre otros. Así mismo, de acuerdo con el tipo de vegetación se pueden encontrar totorales (formaciones densas de ciperáceas inundadas o semi-inundadas cercanas a lagos y lagunas), vegas (formaciones herbáceas densas o muy densas formada por escurrimientos superficiales temporales asociadas a flujos o suelos salinos), chuscales (formaciones densas de chusquea asociadas a suelos húmedos), entre muchos otros (Ramsar 2008).

a. BOFEDALES

“Bofedales”, es un nombre local usado para describir formaciones vegetales que presentan áreas con humedad subterránea constante y que se desarrollan normalmente en áreas planas y en los alrededores de cuerpos de agua (pequeños estanques o a lo largo de arroyos y manantiales). Pueden ser estacionales o permanentes, de origen natural o artificial (Maldonado Fonkén 2014). Varían en extensión desde menos de una hectárea a centenares de ellas y sus fuentes de agua están constituidas por agua fresca y salina de origen subterráneo proveniente de glaciares, deshielo y también del agua de lluvia (Squeo *et al.* 2006).

Se encuentran identificados como ecosistemas frágiles por la legislación nacional (Ley N.º 28611, Artículo 99) y de acuerdo con la zonificación ecológica económica los bofedales son áreas de conservación y protección (DS N.º 087-2004-PCM, Artículo 9). Las amenazas que enfrentan están relacionadas al sobrepastoreo, la extracción de turba para uso combustible y horticultura, minería, construcción de infraestructura (presas, carreteras, entre otros), al cambio en el régimen de precipitaciones y la disponibilidad de agua por el cambio climático (Maldonado Fonkén 2014).

2.2. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Los servicios ecosistémicos son beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas. Los mismos contemplan servicios de provisión: alimentos, agua fresca; servicios de regulación: inundaciones, sequías, degradación del suelo y enfermedades; servicios de soporte: formación del suelo y los ciclos de nutrientes; y los servicios culturales: recreacionales, espirituales, religiosos y otros beneficios intangibles (MEA 2005).

2.2.1. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS HUMEDALES

Los humedales son de importancia mundial pues cumplen funciones de almacenamiento de agua, protección, mitigación y amortiguamiento contra eventos naturales, estabilización y control de erosión, retención de nutrientes, además de ser espacios ricos en recursos genéticos, materia vegetal, recursos de vida silvestre, dan soporte a actividades económicas, y los no menos importantes atributos culturales y recreacionales que poseen (Ramsar 2008).

a. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS BOFEDALES

Entre los servicios ecosistémicos que brindan los bofedales se encuentran: la regulación del flujo del agua en la parte alta de las cuencas, contribuyen con la estabilidad del suelo, mantenimiento del microclima, acumulación de turba o materia orgánica, captura de carbono, son lugares de anidamiento, refugio y alimentación de la fauna silvestre, hot spots de biodiversidad, albergan especies endémicas y amenazadas y contribuyen al soporte de la ganadería, una de las actividades económicas críticas para la población en la zona altoandina, por ser una excelente fuente de alimento y agua (Salvador y Cano 2002; Florez 2005; Squeo *et al.* 2006; Chimner y Karberg 2008, Maldonado Fonkén 2014). Además de ser parte del patrimonio cultural (creencias religiosas y cosmológicas), base de importantes tradiciones sociales, económicas y culturales locales (WWF 2005). Esta serie de servicios les dan a los bofedales tanto importancia local como regional.

2.3. VEGETACIÓN ALTOANDINA

La cordillera de los Andes tropicales posee una geografía compleja y una gran variedad de condiciones climáticas, las cuales dan soporte a la enorme heterogeneidad de ecosistemas y una alta biodiversidad (Sagástegui *et al.* 1999, Josse *et al.* 2009). Es así como la vegetación en la zona altoandina en su conjunto no es uniforme, por lo que se puede apreciar a grandes rasgos diferentes tipos de vegetación (Weberbauer 1945) como: Pajonal de puna, Césped de puna, Turbera de *Distichia* (oconal o humedal), Césped de arroyo, y Bosque de queñua o *Polylepis*.

Las praderas altoandinas se encuentran entre los 3 800 a 4 400 m de altitud. La época de crecimiento de la vegetación coincide con la estación de lluvias. La mayoría son gramíneas perennes. Su tamaño, sin considerar los tallos floríferos, alcanza un metro en las especies más altas como la chilligua (*Festuca dolichophyla*). A las gramíneas, se asocian otras hierbas, tanto anuales como perennes. Los arbustos están muy diseminados. Al finalizar la estación de lluvias (de crecimiento para todos los pastos), sigue la estación seca, en la que las hierbas más delicadas desaparecen y queda una vegetación compuesta principalmente por gramíneas (Florez 2005). En las zonas altas de las praderas altoandinas, donde la humedad subterránea es abundante, existen los llamados “bofedales”.

2.3.1. VEGETACIÓN EN LOS HUMEDALES ALTOANDINOS

La vegetación dominante en los humedales de montaña es muy variable y por esta razón se pueden encontrar, por ejemplo, totorales o juncales, formaciones densas asociadas a suelos salinos conocidas como vegas, alfombrales formados por el apretado crecimiento de plantas del género *Distichia* y densas formaciones de bambú de montaña llamadas chuscales (WWF 2005).

a. VEGETACIÓN EN LOS BOFEDALES

Se ha tratado muchas veces de clasificar los bofedales de acuerdo con sus especies y condiciones ecológicas, pero existe un cambio en la dominancia de especies de bofedal y las acompañantes en función a su localización, la altitud, topografía, humedad, exposición, latitud y factores antrópicos (Ruthsatz 2012; Maldonado Fonkén 2014). Por ejemplo, se han identificado diferentes tipos de comunidades vegetales en bofedales como: plantas de cojín, juncáceo-dominantes, liquen-briofito-dominantes, césped-dominantes, turbera de *Distichia* sp., turba con musgos y arbustos, prados turbosos, césped de arroyo, césped de puna, hidrofíticas, comunidad de roquedales, halófitas, asteráceo-graminoides, entre otras comunidades mixtas (Weberbauer 1945; Squeo *et al.* 2006; Cooper *et al.* 2010; Ramirez 2011; Ruthsatz 2012; Maldonado Fonkén 2014; Polk 2016). En general, en estas áreas, las especies de hábito herbáceo son las dominantes (Florez 2005).

Las especies características de bofedales tienen porte almohadillado y cespitoso como *Distichia muscoides*, *Distichia filamentosa*, *Plantago rigida* y *Plantago tubulosa* (Salvador y Cano 2002, Ramirez 2011), pero en el tiempo se incorporan otras especies debido a procesos naturales y antrópicos, las cuales cambian la estructura de la vegetación característica dominada por juncáceas a dominada por graminoides (Ramirez 2011). En cuanto a las familias más dominantes de estos sistemas, la mayoría de los trabajos en el país coincide en dos familias, las Poáceas y Asteráceas, pero el orden de las demás familias representativas varía según las formaciones vegetales adyacentes incluidas en los estudios (Flores *et al.* 2005; Roque y Ramirez 2008; Cooper *et al.* 2010; Ramirez 2011; Maldonado Fonkén 2014).

2.4. EVALUACIÓN DE LA VEGETACIÓN

Existen muchas metodologías disponibles para obtener las medidas de las características de la vegetación. Además, modificaciones numerosas se han realizado para obtener estimaciones más eficientes de una medida en particular. Entonces se debe tener en cuenta que todos los métodos usados para medir las características de la vegetación tienen ventajas y desventajas. Una sola metodología no siempre será la más eficiente en términos estadísticos, económicos y facilidad de uso por el observador (Bonham 1989).

Entre las metodologías más extendidas se encuentran: los puntos, los cuales son “plots” con un área muy pequeña; los “point-frames”, que son puntos individuales agrupados; “point line”, que son puntos ubicados a lo largo de una cinta leídos como toques; “line intercept” en la cual se usa una cinta que determina la medida de la proyección de las especies sobre la superficie del suelo; “áreas” que pueden corresponder a cuadrados, aros, empleados en su mayoría en comunidades herbáceas mediante estimaciones visuales del porcentaje ocupado por las especies; “plotless unit” los cuales no tienen límites definidos usados en su mayoría en inventarios forestales, entre otros (Bonham 1989).

En general entre los métodos más usados para conocer las especies presentes, su frecuencia y cobertura vegetal en comunidades herbáceas, podemos citar el de los “cuadrados” o “distribución en un cuadrado” que utiliza un bastidor de 1 m de lado dividido por una fina cuerda en 100 cuadrados, que a su vez pueden subdividirse en 10 cm². Los “transectos” o “inventarios lineares” se efectúan a lo largo de una línea trazada en la zona de estudio, por ejemplo, con una cinta métrica, sobre la que se consideran puntos de muestreo definidos mediante un intervalo determinado (1 cm, 10 cm, y así sucesivamente) en el que se realiza la toma de datos en un cuadrado o en un punto (Calvo 2014).

2.4.1. PUNTOS DE INTERCEPCIÓN (BONHAM 1989)

Mediante este método la cobertura puede ser estimada contando el número de “toques” de las especies evaluadas del total de puntos que se evalúan. Esta metodología es más adecuada para vegetación herbácea como por ejemplo las pasturas. Los puntos de intercepción se pueden disponer a manera de transectos o cuadrados, constituyendo a estos como las unidades de muestreo. Sus ventajas están asociadas a que equiparan las estimaciones entre especies poco comunes pero

abundantes y especies frecuentes, pero de poca abundancia. Las desventajas están asociadas a la dimensión del instrumento con el que se hacen las mediciones y al ángulo bajo el cual se efectúan los conteos (Elzinga *et al.* 1998).

a. COBERTURA REPETIDA (MATEUCCI Y COLMA 1982)

Permite medir el número promedio de capas de follaje de una especie, al contar el número de veces que una varilla metálica contacta cada especie al descender a través de la vegetación hasta el suelo. Esta metodología también permite obtener el porcentaje de cada una de las especies (Figura 1).

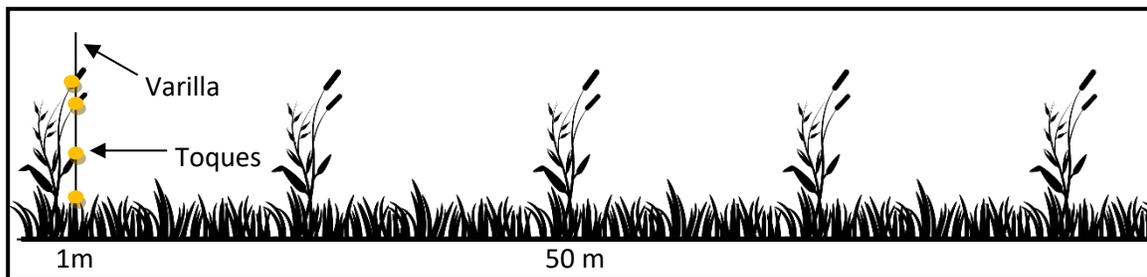


Figura 1: Metodología de Cobertura repetida

FUENTE: Elaboración propia

b. CUADRADO – POINT QUADRAT (BONHAM 1989)

En este método se usan grillas de cualquier tamaño, en el cual las intercepciones verticales de los puntos de cruce son consideradas “toques” de la vegetación. El método adaptado para comunidades herbáceas consiste en la evaluación mediante un cuadrado de 1 m² subdividido en 100 sub-cuadrados de 10 cm² (Figura 2).

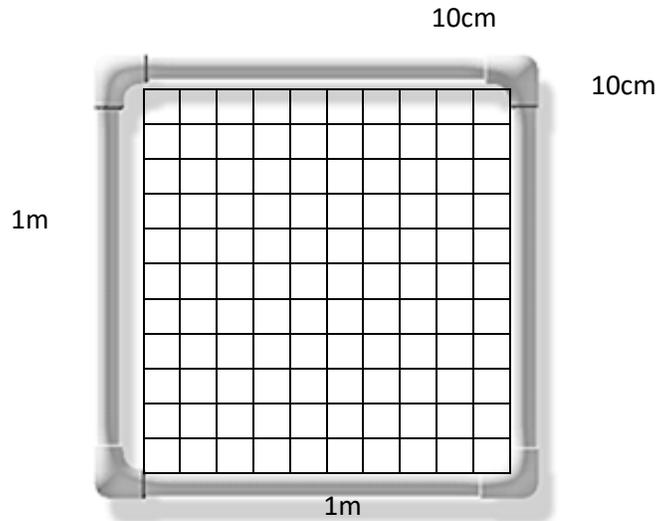


Figura 2: Metodología de Cuadrado

FUENTE: Elaboración propia

c. TRANSECCIÓN AL PASO (PARKER 1951)

En cada transecto se realiza una lectura cada dos pasos (esto se llama una estación), esto quiere decir que la lectura debe hacerse con la punta del pie o utilizando un anillo censador, esto dará estaciones o puntos muestreados. El método modificado consiste en tomar una sola especie por lectura en cada punto del transecto de 50 metros (Figura 3).

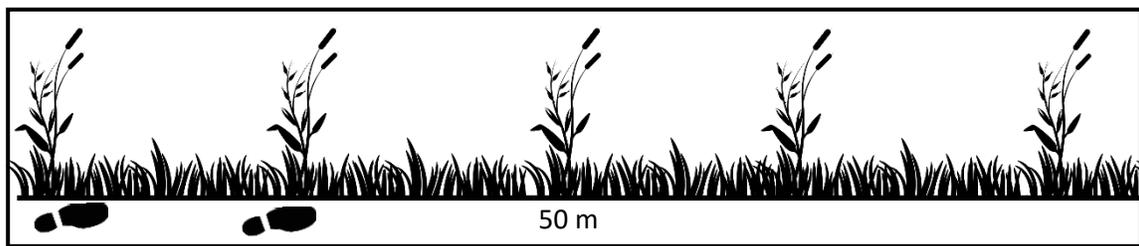


Figura 3: Metodología de Transección al paso

FUENTE: Elaboración propia

2.5. EVALUACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN BOFEDALES

En el caso de las comunidades vegetales cuyas especies dominantes son las herbáceas (como los bofedales), los métodos frecuentemente utilizados son los enfocados a medir la abundancia de las poblaciones en función a la cobertura, caracterizándose por medir la riqueza y abundancia de especies dentro de una cuadrícula, siendo los métodos más utilizados la parcela permanente y las diferentes variantes de transectos (Franco *et al.* 1985).

Pero en el caso de la vegetación altoandina en nuestro país, los trabajos más importantes se han desarrollado en base a criterios cualitativos, y es así como son muy escasos los estudios que utilizan métodos cuantitativos ya sea para estudios florísticos o de comunidades vegetales (Ramirez 2011). En cuanto a evaluaciones de caracterización vegetal en bofedales a nivel nacional se han aplicado las siguientes metodologías: Alvarado (2012) hace uso de la metodología de transección al paso con estructura de puntos con el objetivo de determinar composición y cobertura vegetal en humedales altoandinos en Tacna. Maldonado Fonkén (2010, 2018) hace uso de la metodología de cobertura repetida para evaluar la vegetación en bofedales de Ayacucho y Huancavelica; Ramirez (2011) también aplica esta metodología para determinar la cobertura vegetal de los humedales en Ancash, y Oyague y Maldonado Fonkén (2014) también la usan para caracterizar la vegetación en humedales de Cuzco. Así también podemos incorporar trabajos realizados en los bofedales de Bolivia en los que las metodologías empleadas para conocer la composición de especies y estimar coberturas fueron los puntos de intersección (Naoki *et al.* 2014) y el cuadrado (Meneses *et al.* 2014).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La laguna de Milloc está ubicada en el departamento de Lima, provincia de Huarochirí, distrito de Carampoma, a aproximadamente 19 km en la parte alta de la comunidad campesina de Santiago de Carampoma (Figura 4). Pertenece a la cuenca del río Rímac, subcuenca del río Santa Eulalia. Recibe una precipitación anual de 863.2 mm, con una temperatura máxima anual de 18.8°C y una mínima anual de 9.5°C, la humedad relativa media anual es de 79%. El periodo de lluvias inicia en el mes de diciembre y se prolonga hasta marzo, los meses transitorios corresponden a abril, octubre y noviembre y los meses de mayo a septiembre son considerados como periodos secos o de estiaje (MINAG 2010). La laguna de Milloc está conformada por materiales del tipo rocas volcánicas, aluviones, morrenas, areniscas y turberas (Francou *et al.* 1995) y la zona de estudio corresponde a la clasificación geomorfológica de turberas (Figura 5). Pertenece a la provincia biogeográfica de Puna húmeda (Josse *et al.* 2009) cuyo paisaje actualmente está conformado por grandes extensiones de pajonales y matorrales. Entre la fauna silvestre se puede apreciar cerca de la laguna a las vizcachas, anfibios como *Rhinella spinulosa*, y algunas aves como *Cinclodes palliatus*, *Phegornis mitchelii*, *Attagis gayi*, entre otras (Valencia *et al.* 2017).

La principal actividad de la comunidad de Santiago de Carampoma es la ganadería y los bofedales ofrecen pasturas adecuadas para el ganado, por lo que en la laguna de Milloc puede observarse animales como ovejas, vacas, camélidos e incluso porcinos (La Matta 2017).

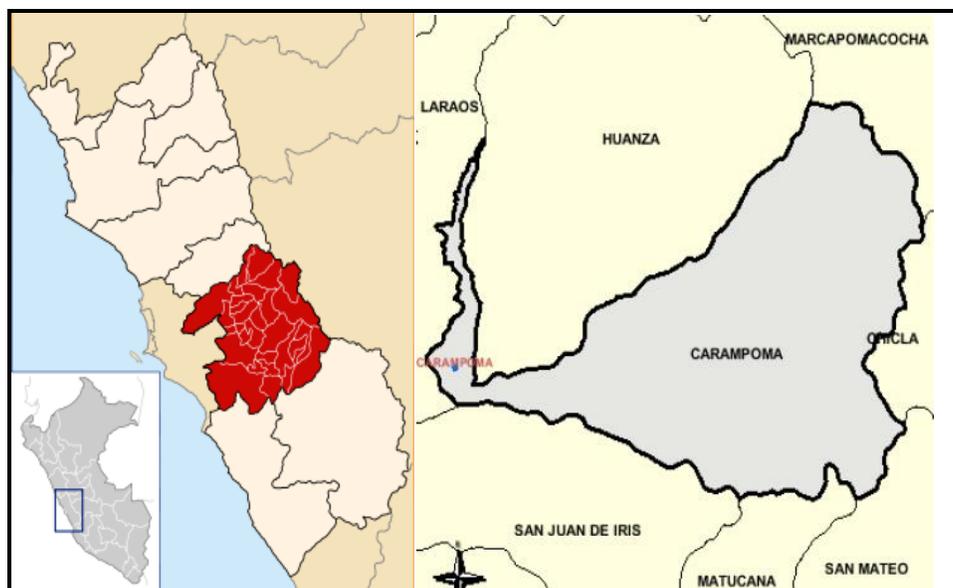


Figura 4: Mapa de ubicación del Distrito de Carampoma
 FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2011)

Los bofedales de la laguna de Milloc están situados en una depresión, rodeados por laderas de montañas con vegetación del tipo gramíneas altas como *Stipa* sp., asteráceas arbustivas de los géneros *Parastrephia* sp. y *Chuquiraga* sp., entre otras especies, colindan con una trocha carrozable que conecta a la comunidad con otras aldeañas e incluso tiene doble acceso a la carretera central. Por estos bofedales también discurre un río que conecta con la Central Hidroeléctrica de Huanza. Estos bofedales reciben principalmente agua de origen subterráneo, y de otras fuentes como precipitación y aguas superficiales de origen glacial¹. La vegetación dominante por su altitud son las gramíneas y asteráceas (Ostria 1987 en Francou *et al.* 1995).

Cabe resaltar que existe en ellos zonas con suelo erosionado, desnudo, sin vegetación y con parches de extracción de turba tanto por la presión antrópica que acarrea el manejo no adecuado de sus pasturas y la presencia de extractores ilegales de turba o champa (La Matta 2017).

¹ Eduardo Oyague. 15/09/2017. Origen del agua en bofedales. Comunicación electrónica. Lima. Perú. Centro de Ornitología y Biodiversidad. División de Limnología.

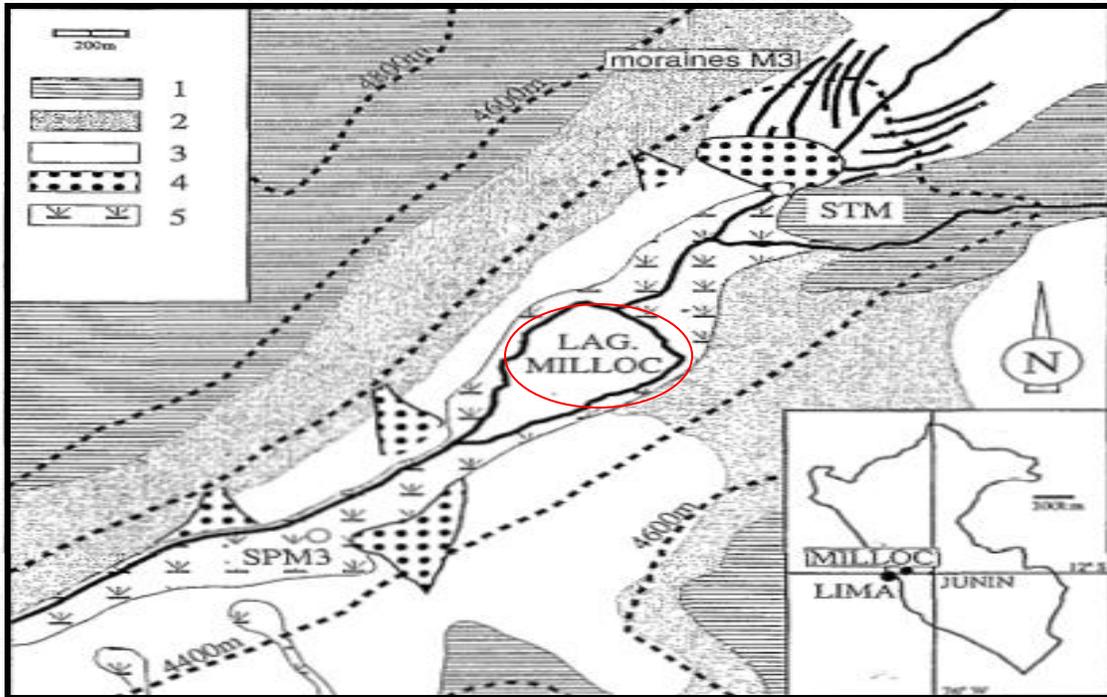


Figura 5: Ubicación de turberas (5) en el croquis geomorfológico de la zona de la laguna Milloc

FUENTE: Francou *et al.* 1995

El área de estudio abarcó una extensión aproximada de 0.20 km² o 17 ha, con coordenadas referenciales UTM 18 L 352043.72 m E y 8719833.80 m S, entre los 3800 y los 4400 m de altitud (Figura 6).

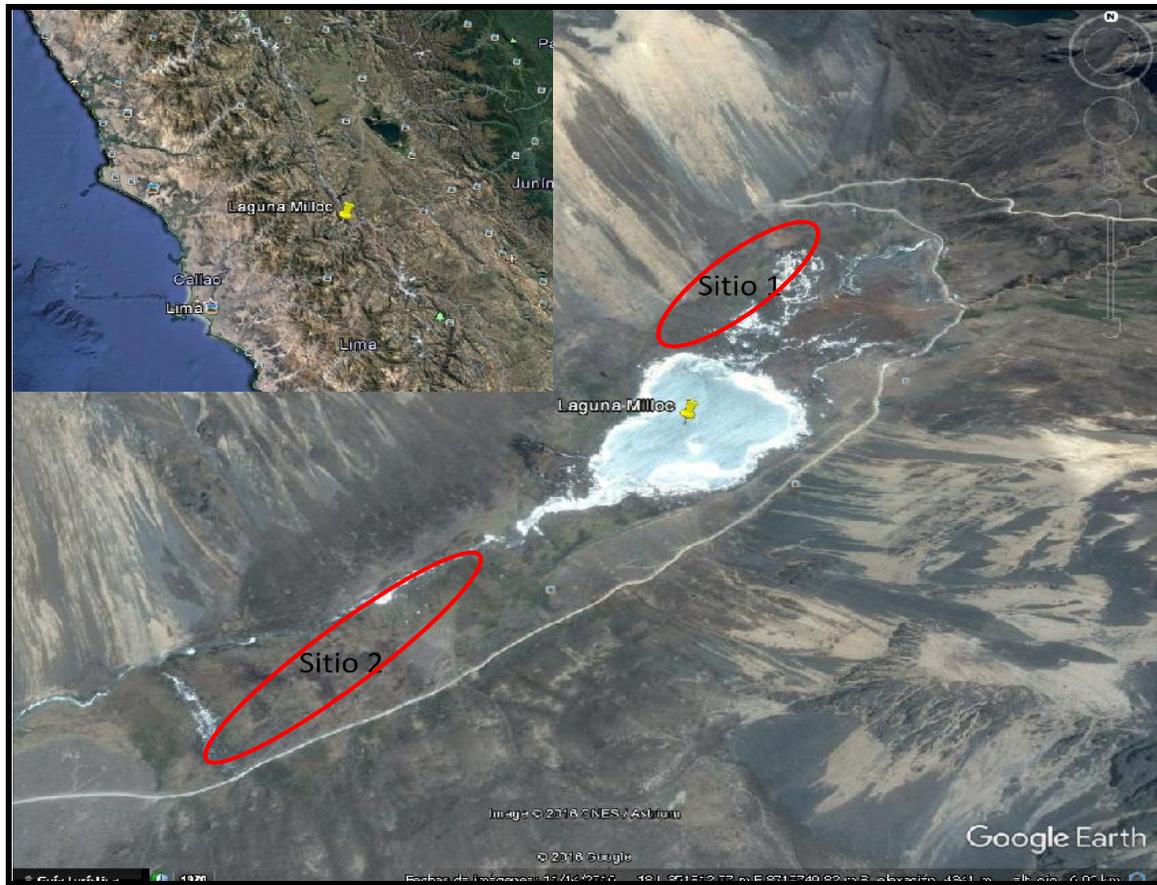


Figura 6: Ubicación de los sitios de evaluación

FUENTE: Google Earth, elaboración propia

En el bofedal del Sitio 1 hay cuerpos de agua cercanos (río y laguna) y se encuentra al pie de la ladera de montaña. El bofedal del Sitio 2 se encuentra bajando la carretera y está paralelo a un río. Ambos bofedales poseen zonas de intervención antrópica por pastoreo y extracción de turba, existe también no muy cercano a ellos corrales de piedra, una estación meteorológica y una caseta de vigilancia (Anexo 5).

3.2. MATERIALES

En la Tabla 1 se detallan los materiales empleados en las dos fases del estudio (fase de campo y la fase de gabinete).

Tabla 1: Materiales empleados en el estudio

Fase de Campo	Fase de Gabinete
Cinta métrica (50m)	Estereoscopio
Libretas de campo	Guías de identificación de especies de flora asociada a humedales
Lápices	Pinzas
Cámara fotográfica	Lupa de bolsillo
GPS	
Marcado indeleble	
Papel periódico	
Bolsas Ziploc	
Grillas de plástico	
Pala excavadora	
Papel toalla	
Cinta maskintape	

FUENTE: Elaboración propia

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. CRITERIO DE SELECCIÓN DE LA LAGUNA MILLOC

Se seleccionaron los bofedales de la laguna de Milloc por la importancia que cobran como fuente de abrevadero y forraje para el ganado de los comuneros de Santiago de Carampoma, además de la presión por extracción de turba sobre el humedal, también por las facilidades logísticas como la accesibilidad (cercanía a la comunidad y permisos para la evaluación).

3.3.2. FECHAS DE EVALUACIÓN

Las evaluaciones se realizaron en octubre de 2016 (época seca) y abril de 2017 (época húmeda).

3.3.3. DISEÑO DE MUESTREO

Las zonas de evaluación se delimitaron mediante imágenes satelitales de acceso gratuito de Google Earth, tomando en cuenta las zonas de coloración verdosa oscura, las cuales representan lugares con elevado contenido hídrico, asociado también a vegetación del tipo cojines de juncáceas

(*Distichia muscoides*). Se buscó una distancia mínima de separación entre sitios de 1 km para asegurar su independencia (MINAM 2015).

El diseño de muestreo seleccionado fue aleatorio simple (Mateucci y Colma 1982). La aleatorización se hizo en una grilla imaginaria formada por cuadrantes de separación horizontal de 100 m y vertical de 50 m entre ellos. Mediante una calculadora generadora de números al azar se seleccionaron 5 números al azar. Las coordenadas correspondientes a cada transecto fueron extraídas de Google Earth e ingresadas al GPS (GARMIN Vista Cx) para su posterior ubicación en campo. La ubicación de los transectos se presenta en el Anexo 2 y sus fotografías en el Anexo 3.

a. FASE DE CAMPO

Para los tres métodos aplicados, se tomó la hora de inicio y fin, así como fotografías del punto inicial y final a manera de vista panorámica. Durante el levantamiento de datos se colectaron y codificaron las especies que no pudieron ser identificadas, utilizando los métodos convencionales, colocando las muestras en bolsas herméticas y rotuladas, procurando que estén en floración (Lot y Chiang 1986; Mori *et al.* 1985 y Gonzáles & González 2007). A continuación, se detalla el procedimiento para cada método:

- **COBERTURA REPETIDA (MATEUCCI & COLMA, 1982)**

Se utilizó una cinta métrica de 50 m de longitud y a cada metro con una varilla metálica que contacta el suelo se determinó el número de veces que cada especie hacía contacto con la varilla, empleando la cobertura porcentual para los análisis. Teniendo un total de 50 puntos por transecto (Anexo 4). Se hicieron 5 repeticiones de la metodología por sitio de evaluación.

- **TRANSECCIÓN AL PASO (PARKER, 1951)**

En el transecto establecido (50 m) se realizó una lectura de incidencia (presencia) de la especie en cada metro o estación (correspondiente a dos pasos del evaluador). Teniendo un total de 50 puntos por transecto (Anexo 4). Se hicieron 5 repeticiones de la metodología por sitio de evaluación.

- **CUADRADO (BONHAM, 1989)**

Se utilizó un cuadrado de 1 m² subdividido en 100 sub-cuadrados de 100 cm². Las lecturas se hicieron (una por punto) en las intercepciones verticales de los puntos de cruce los cuales se consideraron datos de incidencia (presencia de la especie). Teniendo un total de 100 puntos por cuadrícula (Anexo 4). Se hicieron 5 repeticiones de la metodología por sitio de evaluación.

Los transectos evaluados con la metodología de cobertura repetida y de transección al paso fueron los mismos. El cuadrado se colocó a la mitad de dichos transectos.

Toda la información fue consignada en una libreta de campo, coordenadas, número de toques por punto de evaluación o incidencia, número de fotografía y una descripción particular del hábitat, la cual fue procesada posteriormente.

- b. FASE DE GABINETE**

Primero se llevó a cabo la identificación de especies a través de bibliografía especializada en las familias más comunes en humedales altoandinos (Tóvar 1993; Florez 2005; Dhooge 2005; Freire *et al.* 2014; Meneses *et al.* 2015; Gonzáles 2015), consulta a especialistas mediante fotografías y revisión de muestras, corroboración con el material en el Herbario MOL - Augusto Weberbauer de la Facultad de Ciencias. Una vez generada la lista de especies, se elaboraron las matrices de datos en Excel (programa Microsoft Office 2013).

3.3.4. ANÁLISIS DE DATOS

- a. CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN**

Se caracterizó la vegetación de los dos sitios de evaluación por medio de las siguientes variables biológicas: riqueza, abundancia, diversidad (índice de Shannon, índice de dominancia de Simpson, índice de diversidad de Margalef), dominancia y equidad (índice de equidad de Pielou), con ayuda del programa PAST (Hammer *et al.* 2001), las cuales han sido utilizadas en los estudios de bofedales por Maldonado Fonkén (2010, 2018) y Ramirez (2011) y representan un punto de

comparación para el presente estudio. Para ello se utilizaron los valores de la cobertura vegetal porcentual por especie.

La riqueza taxonómica (Moreno 2001) fue calculada como $S = \text{número de especies}$

La abundancia fue estimada como cobertura vegetal. Para los tres métodos la cobertura fue calculada según la expresión:

$$X_i = (m_i/M_t) * 100$$

Donde:

m_i = número de puntos en los que la especie está presente

M_t = número total de puntos

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (Moreno 2001), el cual mide la diversidad de especies de un determinado hábitat, se calculó mediante la siguiente expresión:

$$H' = -\sum (p_i) * \ln (p_i)$$

Donde:

H = Índice de Shannon-Wiener

n_i = Abundancia de la especie i

n = Abundancia de todas las especies

Sus valores varían de 0 para comunidades con un solo taxón a valores altos (H' max) para comunidades con varios taxones (Moreno 2001).

Para el índice de dominancia de Simpson (Moreno 2001), el cual mide la dominancia de especies en un determinado hábitat, se empleó la siguiente expresión:

$$D = \sum (n_i/n)^2$$

Donde:

D = Dominancia de Simpson

n_i = Abundancia de la especie i

n = Abundancia de todas las especies

Tiene un rango de 0, cuando todos los taxones cuentan con un individuo, a 1 cuando un taxón domina completamente la comunidad (Moreno 2001).

Para el índice de equidad de Pielou (Moreno 2001), el cual mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, se empleó la siguiente expresión:

$$J = H' / \text{Log}_2 (S)$$

Donde:

J = Equidad de Pielou

H' = Índice de Shannon-Wiener

S = Número de especies

Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno 2001).

b. EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS

Se realizó la prueba estadística de Kruskal-Wallis, a los valores de las variables biológicas calculadas, por sitio y por época, mediante el software STATISTICA (versión 10. 2011), para saber si existen diferencias significativas entre ellos. Adicionalmente se calculó la magnitud de las diferencias en riqueza entre metodologías, para ambos sitios y épocas, con la siguiente expresión (López-Mejía *et al.* 2017):

$$SA/SB$$

Donde:

SA: riqueza con el método A

SB: riqueza con el método B

Se calcularon los valores para la elaboración de las curvas de acumulación de especies, por medio del modelo de Clench, con ayuda de los programas Primer6 (versión 6.1.16. 2013) y STATISTICA (versión 10. 2011), para cada metodología, por sitio y por época. Las curvas se graficaron con ayuda del programa GraphPad Prism 6 (versión 6.01. 2012).

El modelo de Clench predice el número de especies esperadas en función del número acumulativo de muestras, y tiene por ventaja permitir la estimación rápida del porcentaje de vegetación registrada, como el cálculo de la asíntota (es decir cuando al incrementar el número de unidades muestrales, el incremento de las especies es constante o casi nulo). Se utilizó la siguiente expresión para la ecuación de Clench (Soberón y Llorente 1993; Jiménez & Hortal 2003):

$$V_2=(a*v_1) / (1+ (b*v_1))$$

Donde:

V_2 = Número de especies esperado

v_1 = Número acumulativo de muestras

a = Tasa de incremento al inicio de muestreo

b = Pendiente de la curva

Se calculó la semejanza mediante el índice de similitud de Morisita-Horn (Moreno 2001) y se realizaron gráficos tipo Clúster con ayuda del programa PAST (Hammer *et al.* 2001) para cada sitio, entre metodologías y épocas. Este índice ha resultado el más satisfactorio, además de ser útil por estar influenciado por la riqueza de especies y el tamaño de la muestra, con la desventaja de ser altamente sensible a la abundancia de la especie más común (Magurran 1988; Moreno 2001). La expresión utilizada fue la siguiente:

$$I_{M-H} = 2 \sum (a_i b_i) / [(d_a + d_b) (a_N)(b_N)]$$

Donde:

a_i = número de individuos de la i -ésima especie en el sitio A

b_{nj} = número de individuos de la j-ésima especie en el sitio B

$$d_a = \sum a_{ni}^2 / aN^2$$

$$d_b = \sum b_{nj}^2 / bN^2$$

*A y B fueron las metodologías

Se proyectó un gráfico de NMDS (Escalamiento Multidimensional No Métrico) y se realizó un Análisis de Similitud de una sola vía (ANOSIM) con ayuda del programa PAST (Hammer *et al.* 2001), para determinar si existen diferencias entre la composición y abundancia de especies entre cada uno de los métodos evaluados por sitio y época. Finalmente, para observar si se visualizan diferencias en la estructura de la comunidad por metodología, sitio y época, se elaboraron gráficas de abundancia-diversidad o curvas de Whittaker (Feinsinger 2001), las cuales presentan la enorme ventaja de que resumen gran cantidad de información en poco espacio (Barrientos *et al.* 2016; Magurran 2004). Estas fueron graficadas con ayuda del programa GraphPad Prism 6 (versión 6.01. 2012).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. COMPARACIÓN DEL ESFUERZO DE MUESTREO

4.1.1. PORCENTAJES DE VEGETACIÓN REGISTRADOS – MODELO DE CLENCH

En la Tabla 2 se observa que con cinco (5) unidades muestrales, en ambos sitios de evaluación, mediante el método de cobertura repetida se registró hasta un 66% de la vegetación en la época seca y hasta un 74% de la vegetación en la época húmeda, con el método de transección al paso se registró hasta un 65% de la vegetación en ambas épocas y con el método del cuadrado se registró hasta un 64% de la vegetación en la época seca y hasta un 68% de la vegetación en la época húmeda.

La Guía de Inventario de la Flora y Vegetación (MINAM 2015) establece que el mínimo porcentaje de vegetación a registrar en una evaluación es del 50% y según los resultados al evaluar cinco (5) unidades de las tres metodologías en ambas épocas se registra más del 50%, es decir más de la mitad del número de especies esperado máximo para cada comunidad. Por otra parte, según Jiménez-Valverde y Hortal (2003), el modelo de Clench establece que un 70% permite realizar registros más estables de la vegetación, y en contraste con los resultados el método de cobertura repetida durante la época húmeda logra alcanzar aquel valor (72% -74%) y los otros dos métodos se aproximan con valores de hasta 68%. Durante la época seca las tres metodologías alcanzan valores de hasta 67% de la vegetación registrada. En los Anexos 6 al Anexo 11 se presentan los gráficos de las curvas de acumulación de especies.

Tabla 2: Resultados del Modelo de Clench por sitio, época y método de evaluación

Lugar	Época	Método	N.º de unidades muestrales	N.º de especies observadas	Parámetro a	Parámetro b	N.º de especies esperado	% de vegetación registrado	R
Sitio 1	Húmeda	Cobertura repetida	5	34	25.91102	0.565245	45.84033	74.17049	0.9996
		Transección al paso	5	26	13.01166	0.307368	42.33246	61.41859	0.99825
		Cuadrado	5	27	16.23363	0.410876	39.50981	68.33746	0.99463
	Seca	Cobertura repetida	5	31	18.04291	0.385462	46.80847	66.22733	0.99925
		Transección al paso	5	21	11.68988	0.362153	32.27882	65.05814	0.99921
		Cuadrado	5	26	14.34536	0.355874	40.31024	64.49974	0.99951
Sitio 2	Húmeda	Cobertura repetida	5	54	38.54385	0.515574	74.75907	72.23203	0.99993
		Transección al paso	5	36	21.06042	0.385243	54.66789	65.85219	0.99979
		Cuadrado	5	39	16.78689	0.228321	73.52311	53.04454	0.9998
	Seca	Cobertura repetida	5	34	20.98904	0.416513	50.39229	67.47063	0.99977
		Transección al paso	5	21	13.53311	0.446327	30.32108	69.25875	0.99994
		Cuadrado	5	23	11.33989	0.294267	38.53607	59.68434	0.99996

FUENTE: Elaboración propia, basado en los resultados del programa PRIMER6 y STATISTICA

En la Tabla 3 se exponen los resultados del número de especies acumulado al ir incorporando nuevas unidades de muestreo, a partir de una unidad muestral de cada método. Se observa que si establecemos como criterio lo citado por MINAM (2015) en ambos sitios de evaluación con el método de cobertura repetida a partir de dos o tres unidades muestrales se podría registrar un 61% de la vegetación durante la época húmeda y un 55.5% de la vegetación durante la época seca, con el método de transección al paso a partir de tres o cuatro unidades muestrales se podría registrar un 51% de la vegetación durante la época húmeda y un 52% de la vegetación durante la época seca y con el método del cuadrado a partir de dos hasta cuatro unidades muestrales se podría registrar un 50% de la vegetación durante la época húmeda y un 57% de la vegetación en la época seca. Lo que significaría que con el método de cobertura repetida y el cuadrado para los sitios evaluados se podría reducir el esfuerzo de muestreo hasta dos unidades muestrales y obtener el mínimo porcentaje de vegetación recomendado por MINAM (2015), lo cual dependerá en mayor parte de la distribución de las especies.

Por otra parte, si establecemos el criterio de Clench para saber si es posible reducir el número de unidades muestrales y seguir registrando un 70% de la vegetación, sólo en el sitio 1 sería posible con el método de cobertura repetida durante la época húmeda reducir a cuatro (4) el número de unidades muestrales y registrar hasta un 71% de la vegetación. Considerando estos resultados no se podría disminuir el número de unidades de muestreo en caso fuera necesario, por el contrario, sugiere la necesidad de unidades de muestreo adicionales.

Cabe resaltar que el número de unidades efectivas también está asociado al tamaño del bofedal, por ejemplo, Ramirez (2011) estimó que para poder registrar la vegetación de aproximadamente 70 ha del bofedal de Conococha, Ancash, se requerían como mínimo 17 transectos con el método de cobertura repetida, así también Maldonado Fonkén (2010, 2018) emplea entre 2 a 3 transectos de 50 m con el método de cobertura repetida para bofedales en Ayacucho y Huancavelica. Por otra parte, para evaluar los bofedales en Bolivia Meneses *et al.* (2014) señala que con el método del cuadrado para obtener una buena representatividad de la vegetación para un aproximado de 14 ha serían necesarios de 8 a 10 grillas y Naoki *et al.* (2014) señala que para bofedales menores a 5 ha se requerirían 10 transectos con puntos de intercepción (transecto al paso) y para áreas mayores a 5 ha se requerirían como mínimo 20 transectos.

Tabla 3: Resultados del modelo de Clench para el porcentaje de vegetación estimado por número de unidades de muestreo evaluadas

Sitio	Época	Unidad de muestreo	Cobertura repetida	Transección al paso	Cuadrado
Sitio 1	Húmeda	T1/G1	41.448	23.623	40.496
		T2/G2	61.082	40.158	50.62
		T3/G3	65.445	44.883	58.213
		T4/G4	71.989	56.694	63.275
		T5/G5	74.17	61.419	68.337
	Seca	T1/G1	23.5	24.784	32.25
		T2/G2	32.045	30.98	44.654
		T3/G3	55.545	52.666	59.538
		T4/G4	66.227	65.058	64.5
		T5/G5	66.227	65.058	64.5
Sitio 2	Húmeda	T1/G1	40.129	34.755	17.682
		T2/G2	49.492	47.56	25.842
		T3/G3	54.843	51.218	38.083
		T4/G4	58.856	54.877	40.803
		T5/G5	72.232	65.852	53.045
	Seca	T1/G1	17.86	23.086	20.76
		T2/G2	31.751	36.278	25.95
		T3/G3	49.611	52.769	46.709
		T4/G4	67.471	69.259	57.089
		T5/G5	67.471	69.259	59.684

FUENTE: Elaboración propia, basado en los resultados del programa PRIMER6 y STATISTICA

4.1.2. TIEMPO DE EVALUACIÓN

El método de cobertura repetida para la evaluación del bofedal 1 empleó en promedio 27.4 minutos durante la época húmeda y 24.8 minutos durante la época seca, el método de transección al paso empleó en promedio 9.4 minutos durante la época húmeda y 8.8 minutos durante la época seca, y el método del cuadrado empleó en promedio 14 minutos durante la época húmeda y 9.2 minutos durante la época seca. En el bofedal 2 el método de cobertura repetida empleó en promedio 33.8 minutos durante la época húmeda y 27.4 minutos durante la época seca, el método de transección al paso empleó en promedio 8.8 minutos durante la época húmeda y 8 minutos durante la época seca, y el método del cuadrado empleó en promedio 9.6 minutos durante la época húmeda y 7.8 minutos durante la época seca.

En función a los resultados anteriores se observa que el método de cobertura repetida emplea un tiempo mayor para la evaluación de la vegetación a diferencia de los otros dos métodos. Estos resultados eran de esperarse pues el método de cobertura repetida demanda el registro de todas las especies presentes en cada punto de evaluación a lo largo del transecto, a diferencia de los otros dos métodos que constituyen datos de incidencia. También se puede observar mediante la Figuras 7 y Figura 8 que los valores presentan un rango de variaciones considerables, los cuales están sujetos por ejemplo a la experiencia del evaluador con el método, con las especies o a las características de la vegetación de las zonas de estudio, es decir, si es que son zonas más homogéneas permiten una evaluación más rápida de la vegetación, entre otros.

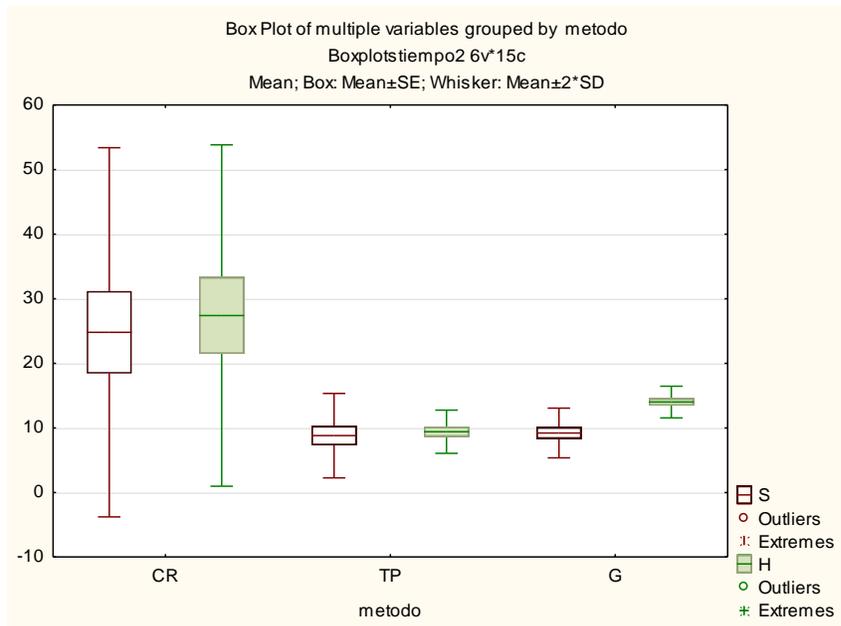


Figura 7: Diagrama de cajas para los tiempos de evaluación por época y metodología – Sitio 1

FUENTE: Elaboración propia

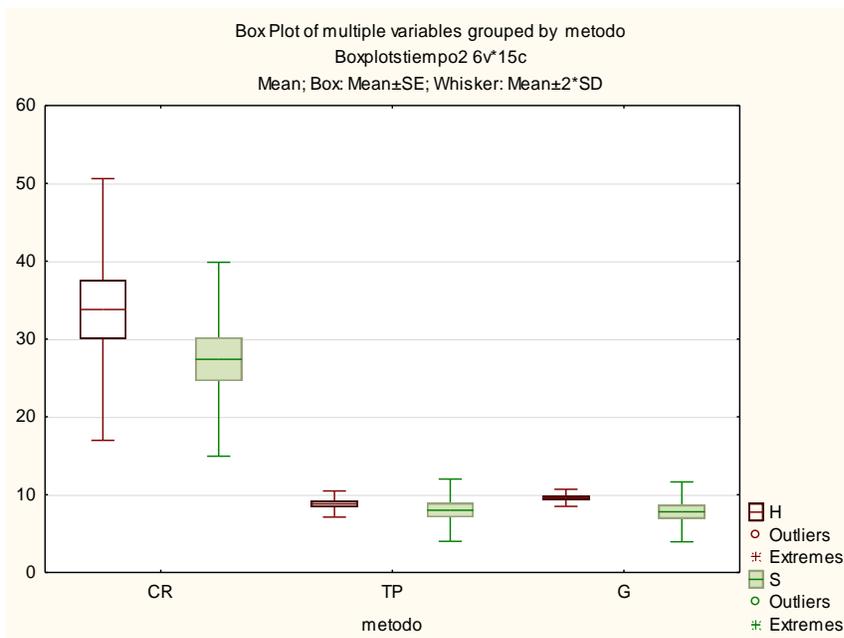


Figura 8: Diagrama de cajas para los tiempos de evaluación por época y metodología – Sitio 2

FUENTE: Elaboración propia

Al probar si los tiempos de evaluación entre metodologías son diferentes, mediante el estadístico de Kruskal-Wallis se encontraron diferencias significativas ($p=0.0021$) para el sitio 1 durante la época húmeda, pero durante la época seca las diferencias resultaron no significativas. Por otro lado, para el sitio 2 se encontraron diferencias significativas tanto para la época seca ($p=0.0087$) como para la época húmeda ($p=0.0046$) y el rango de medias del método de cobertura repetida superó a la media general por lo que lo que el tiempo de evaluación de esta metodología tienden a ser mayores al de los otros dos métodos para las épocas evaluadas en el sitio 2 (Tabla 4).

Al probar si los tiempos de evaluación de los métodos entre épocas son diferentes, mediante el estadístico de Kruskal-Wallis para el sitio 1 se encontraron diferencias significativas sólo en el método del cuadrado ($p=0.0114$) y no se encontraron diferencias significativas para alguno de los métodos en el Sitio 2 (Tabla 4).

Tabla 4: Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis por sitio, época y metodología

Método		Cobertura repetida	Transección al paso	Cuadrado
Sitio 1	Época húmeda	0.0021*		
	Época seca	ns		
		ns	ns	0.0114*
Sitio 2	Época húmeda	0.0087*		
	Época seca	0.0046*		
		ns	ns	Ns

FUENTE: Elaboración propia, basado en resultados del programa STATISTICA
 Descripción: (*)Significativo ($p<0.05$); (ns) No significativo ($p>0.05$)

4.2. COMPARACIÓN DE LA RIQUEZA (NÚMERO) Y VARIABLES BIOLÓGICAS

4.2.1. RIQUEZA ESPECÍFICA

Considerando los dos bofedales se registraron un total de 69 especies con las tres metodologías para ambas épocas. Estas especies están agrupadas en 45 géneros y 20 familias. Trece (13) taxones se identificaron solo hasta género por las condiciones de las plantas al momento de la colecta (Anexo 12), los cuáles fueron registrados por los tres métodos, con mayor frecuencia en las evaluaciones de la época húmeda para ambos bofedales.

En el Sitio 1 se registraron un total de 46 especies como resultado de la aplicación de las tres metodologías para ambas épocas, las cuales se distribuyen en 30 géneros y 14 familias. En el Sitio 2 se registraron un total de 62 especies como resultado de la aplicación de las tres metodologías para ambas épocas, las cuales se distribuyen en 43 géneros y 19 familias. Es importante señalar que el método de cobertura repetida incorpora un mayor número de especies exclusivas (no compartidas con los otros métodos) a las evaluaciones en ambos sitios y en ambas épocas. A continuación en la Tabla 5 se muestran los resultados por método:

Tabla 5: Número de especies registrado por metodología, sitio y época

Sitio	Método	Época	N.º de especies registradas	N.º de familias registradas	N.º de géneros registrados	
Sitio 1	Cobertura repetida	Seca	31	11	24	
		Húmeda	34	13	24	
	N.º Total de especies			43		
	Transección al paso	Seca	21	8	17	
		Húmeda	26	9	17	
	N.º Total de especies			33		
	Cuadrado	Seca	26	10	20	
		Húmeda	27	11	21	
	N.º Total de especies			33		
Sitio 2	Cobertura repetida	Seca	34	11	25	
		Húmeda	54	17	40	
	N.º Total de especies			58		
	Transección al paso	Seca	21	7	20	
		Húmeda	36	11	28	
	N.º Total de especies			38		
	Cuadrado	Seca	23	7	18	
		Húmeda	39	12	31	
N.º Total de especies			42			

FUENTE: Elaboración propia

La diversidad florística de los bofedales de la Laguna Milloc, comprende más de la mitad de las especies registradas previamente para humedales ubicados a similares altitudes en los estudios realizados por Salvador y Cano (2002); Flores y Granda (2005); García y Beck (2006); Alvarado (2012); Ramírez (2010) incluso supera al inventario preliminar de la flora de la misma laguna realizado por Montenegro et al. (2017). Así también se observa que las familias Asteraceae, Poaceae, Juncaceae y Ciperaceae, resultan ser aquellas que contribuyen con la mayor riqueza específica para este ecosistema en particular.

El número total de especies registrado por la metodología de cobertura repetida en el sitio 1 es 1.3 veces mayor al de los otros dos métodos y en el sitio 2 es 1.53 veces mayor a la transección al paso y 1.38 veces mayor al del cuadrado.

Por medio del estadístico de Kruskal-Wallis (Tabla 6) para el sitio 1 se detectaron diferencias significativas en el número de especies entre metodologías durante la época húmeda ($p=0.0194$), así como durante la época seca ($p=0.0367$) y el rango de medias del método de cobertura repetida resultó mayor a la media general por lo que los valores de riqueza mediante este método tienden a ser mayores al de los otros métodos durante ambas estaciones. Por otro lado, para el sitio 2 las diferencias resultaron significativas en el número de especies entre metodologías durante la época húmeda ($p=0.0088$) pero no significativas durante la época seca y el rango de medias del método de cobertura repetida resultó mayor a la media general por lo que los valores de riqueza mediante este método tienden a ser mayores al de los otros métodos solo durante la época húmeda.

Al probar si existen diferencias significativas en la riqueza entre épocas por cada método evaluado mediante el estadístico de Kruskal-Wallis no se encontraron diferencias significativas en los valores de riqueza para el sitio 1 entre las épocas de evaluación para ninguno de los tres métodos evaluados y el rango de medias para los tres métodos no superó a la media general por lo que los valores de riqueza no tienden a diferenciarse entre las épocas de evaluación para el sitio 1. Por otro lado, para el sitio 2 se encontraron diferencias significativas en los valores de riqueza entre épocas solo para el método de cobertura repetida ($p=0.0088$) y el rango de medias para los tres métodos no superó a la media general por lo que los valores de riqueza no tienden a diferenciarse entre épocas de evaluación para el sitio 2.

Tabla 6: Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis por sitio, época y metodología

Método		Cobertura repetida	Transección al paso	Cuadrado
Sitio 1	Época húmeda	0.0194*		
	Época seca	0.0367*		
		ns	ns	ns
Sitio 2	Época húmeda	0.0088*		
	Época seca	ns		
		0.0088*	ns	ns

FUENTE: Elaboración propia, basado en resultados del programa STATISTICA
 Descripción: (*)Significativo ($p < 0.05$); (ns) No significativo ($p > 0.05$)

Durante ambas épocas como se observa en la Figura 9 y Figura 10 la media de la riqueza de cada método evaluado son diferentes entre si y los valores de riqueza son más variables con el metodo de cobertura repetida y el cuadrado para ambos sitios evaluados. Cabe resaltar que para ambas épocas en el sitio 2 las variaciones en los valores de riqueza son mayores, puesto que esta es una zona que depende mucho más del recurso hídrico que el sitio 1.

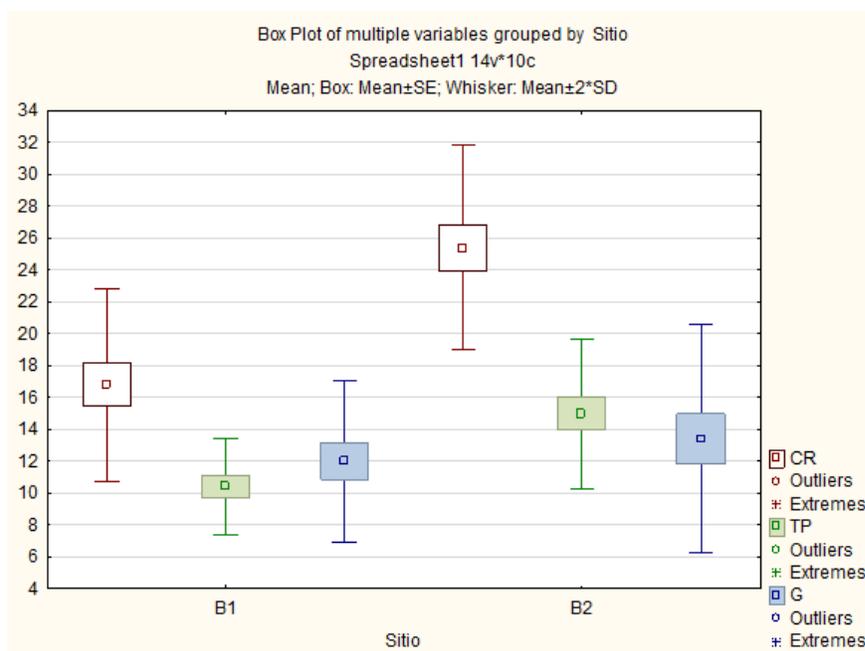


Figura 9: Diagrama de cajas para el número de especies por sitio y método – Época húmeda

FUENTE: Elaboración propia

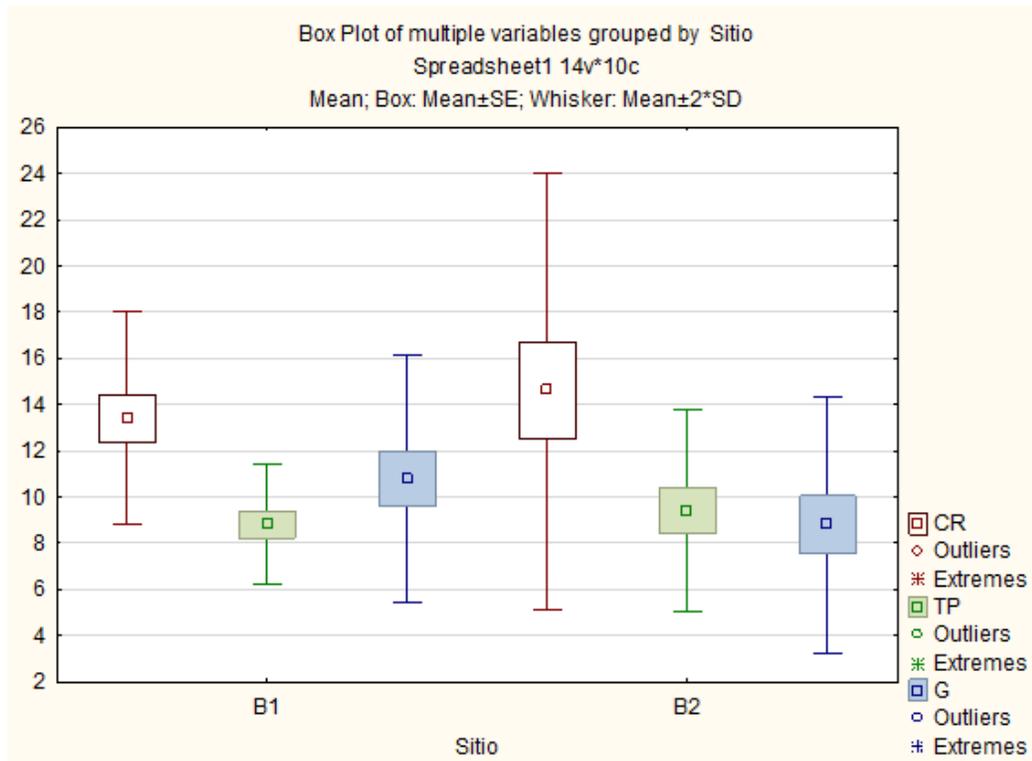


Figura 10: Diagrama de cajas para el número de especies por sitio y método – Época seca

FUENTE: Elaboración propia

4.2.2. ÍNDICES DE DIVERSIDAD: SHANNON-WIENER, EQUIDAD Y DOMINANCIA

Por medio del estadístico de Kruskal-Wallis (Tabla 7) para el sitio 1 se detectaron diferencias significativas durante la época húmeda ($p=0.0494$), así como durante la época seca ($p=0.0132$) y el rango de medias para los tres métodos superó a la media general por lo que los valores de Shannon-Wiener tienden a diferenciarse entre los métodos durante ambas épocas. Por otro lado, para el sitio 2 las diferencias resultaron significativas durante la época húmeda ($p=0.0140$) pero no significativas durante la época seca y el rango de medias para los tres métodos superó a la media general por lo que los valores de Shannon-Wiener tienden a diferenciarse entre los métodos durante ambas épocas.

Al probar si existen diferencias significativas en la diversidad entre épocas por cada método evaluado mediante el estadístico de Kruskal-Wallis (Tabla 7) se encontraron diferencias significativas ($p=0.0283$) en los valores de Shannon-Wiener para el sitio 1 entre las épocas de

evaluación sólo para el método de cobertura repetida, así como para el sitio 2 ($p=0.0283$) y el rango de medias para los tres métodos superó a la media general por lo que los valores de Shannon-Wiener tienden a diferenciarse entre épocas para ambos sitios de evaluación.

Tabla 7: Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis por sitio, época y metodología

Método		Cobertura repetida	Transección al paso	Cuadrado
Sitio 1	Época húmeda	0.0494*		
	Época seca	0.0132*		
		0.0140*	ns	ns
Sitio 2	Época húmeda	0.0283*		
	Época seca	ns		
		0.0283*	ns	ns

FUENTE: Elaboración propia, basado en resultados del programa STATISTICA
 Descripción: (*)Significativo ($p<0.05$); (ns) No significativo ($p>0.05$)

Como se puede observar en la Figura 11 y Figura 12, en general los métodos sugieren un aumento en la diversidad de Shannon (H) de la época seca a la época húmeda para ambos sitios de estudio (Tabla 8), con la excepción del método de cobertura repetida en el sitio 1 en cual sugiere una disminución de la riqueza durante la época húmeda. Cabe señalar que en el sitio 2 las diferencias entre la diversidad de Shannon (H) entre épocas es más marcada, esto puede estar asociado a que es una zona en la cual el agua es el recurso limitante. En cambio, para los valores de equidad la variación no es tan marcada entre las épocas de evaluación. Los valores de equidad de Pielou (J) y la dominancia de Simpson (Tabla 8) tienden a aumentar durante la estación seca para el sitio 1, y durante la estación húmeda para el sitio 2, por lo tanto, la abundancia de especies tendería a presentar una distribución más homogénea durante estas épocas respectivamente. En los Anexos 13 y Anexo 14 se pueden observar los resultados de las variables biológicas por unidad muestral.

Tabla 8: Resultados de los índices biológicos por método, sitio y época de evaluación

Lugar	Época	Índice	Cobertura repetida	Transección al paso	Cuadrado
Sitio 1	Húmeda	H	2.765	2.333	2.371
		1-D	0.9032	0.8447	0.8533
		d	4.814	4.092	4.22
		J	0.7841	0.7159	0.7193
	Seca	H	2.699	2.51	2.455
		1-D	0.9098	0.8886	0.8761
		d	4.199	3.271	4.069
		J	0.7936	0.8245	0.7535
Sitio 2	Húmeda	H	3.571	3.272	3.082
		1-D	0.9651	0.9533	0.9353
		D	7.468	5.639	6.151
		J	0.8952	0.9131	0.8413
	Seca	H	2.946	2.642	2.568
		1-D	0.9323	0.9097	0.8931
		D	4.803	3.338	3.638
		J	0.8355	0.8679	0.8189

FUENTE: Elaboración propia

Descripción: H= diversidad de Shannon-Wiener; 1-D=dominancia de Simpson; d= riqueza de Margalef; J= equidad de Pielou

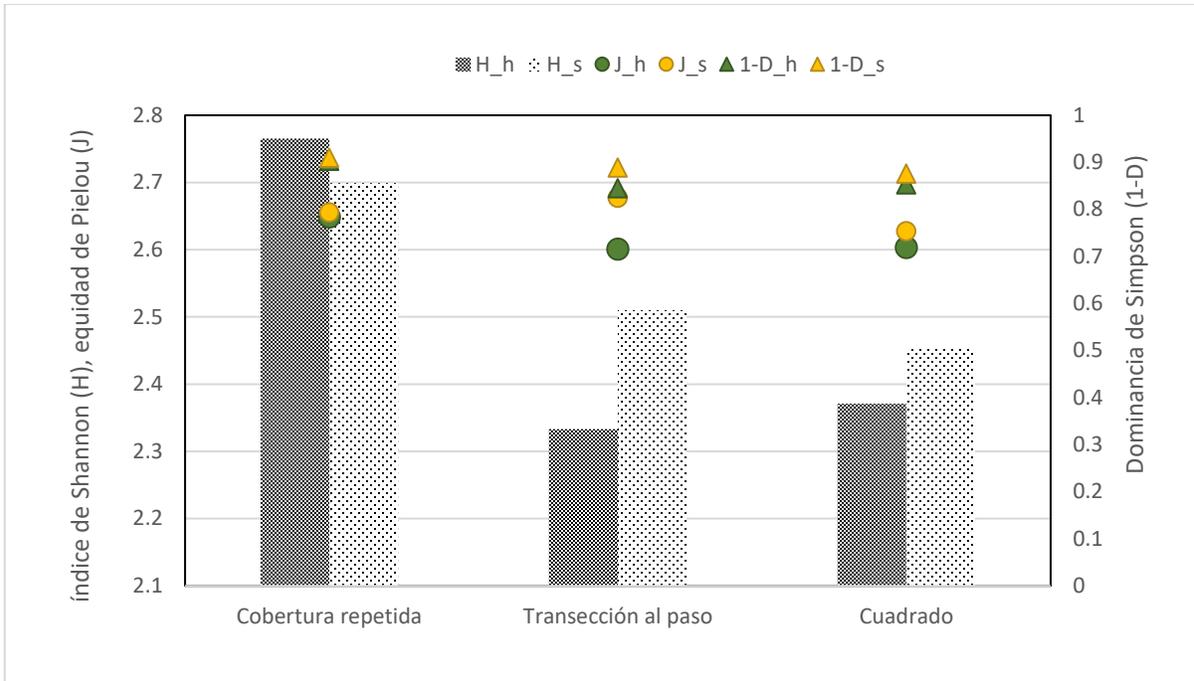


Figura 11: Variables biológicas por método y época en el Sitio 1

FUENTE: Elaboración propia

Descripción: H = diversidad de Shannon-Wiener; $1-D$ =dominancia de Simpson; J = equidad de Pielou

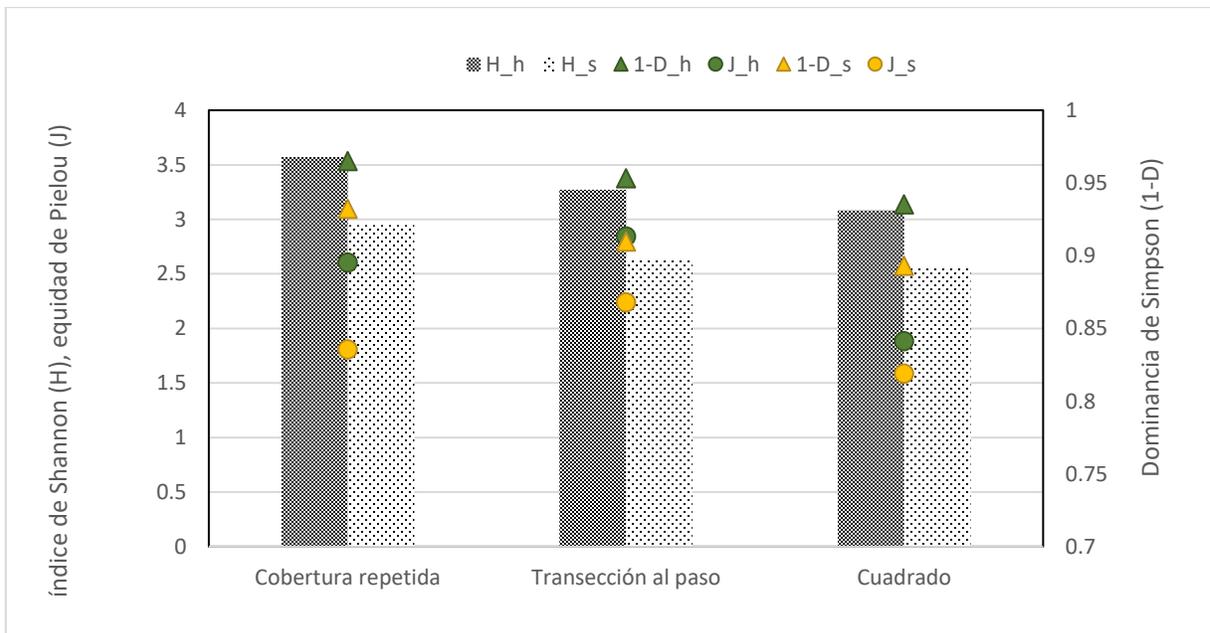


Figura 12: Variables biológicas por método y época en el Sitio 2

FUENTE: Elaboración propia

Descripción: H = diversidad de Shannon-Wiener; $1-D$ =dominancia de Simpson; d = riqueza de Margalef; J = equidad de Pielou

En general se observa que mediante los tres métodos independientemente del sitio de evaluación el comportamiento es similar, sea para la diversidad, riqueza, equidad y dominancia, por lo que los resultados de las tres metodologías estarían prediciendo un comportamiento similar para los tres indicadores evaluados en esta comunidad. Por otra parte, el orden de mayor a menor valor para los índices calculados es el método de cobertura repetida, cuadrado y transección al paso.

4.3. CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL (COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA)

4.3.1. SIMILITUDES

Como se puede observar en la Figura 13 y en el Anexo 15 al analizar la similitud entre las metodologías por época con el índice de Morisita-Horn, para el sitio 1 tanto para la época seca (0.93763), como para la época húmeda (0.95568), el método de transección al paso y el cuadrado son más similares en cuanto a su composición y abundancia que con el método de cobertura repetida. Sin embargo, en todos los casos la similitud está por encima del 90 por ciento.

A diferencia de lo que se observa en la Figura 14 y en el Anexo 16, en el sitio 2 no se puede ver claramente un patrón de similitud entre las metodologías por época. Si bien en la época seca las similitudes con los tres métodos fueron elevadas (por encima del 80%), en la época húmeda estas estuvieron por encima del 60%, por lo tanto, para el sitio 2 el aumento en la disponibilidad de agua estaría aumentando la heterogeneidad, a diferencia de lo observado en el sitio 1, donde al parecer las condiciones en ambas épocas no desencadenan cambios notables en la composición y abundancia de la vegetación. Los resultados del índice de similitud por transecto, época y sitio de evaluación se encuentran del Anexo 17 al Anexo 20.

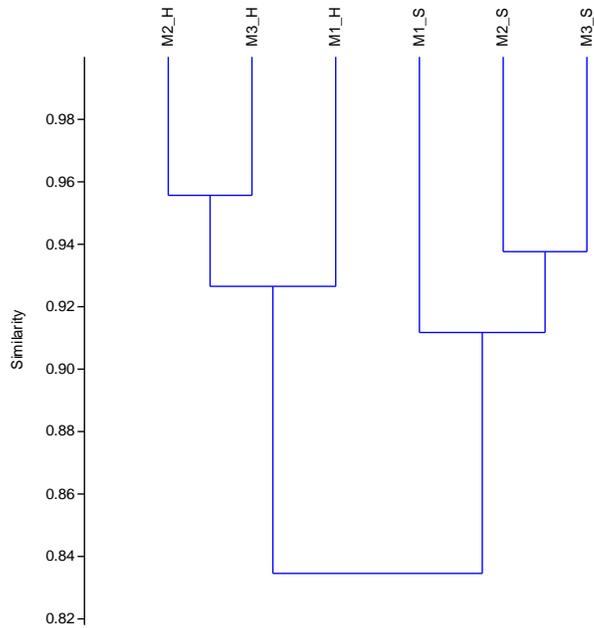


Figura 13: Índice de Morisita-Horn - Similitud de los métodos por época en el Sitio 1

FUENTE: Elaboración propia

Descripción: M1=Cobertura repetida; M2= Transección al paso; M3 = Cuadrado; H = Época húmeda; S= Época seca

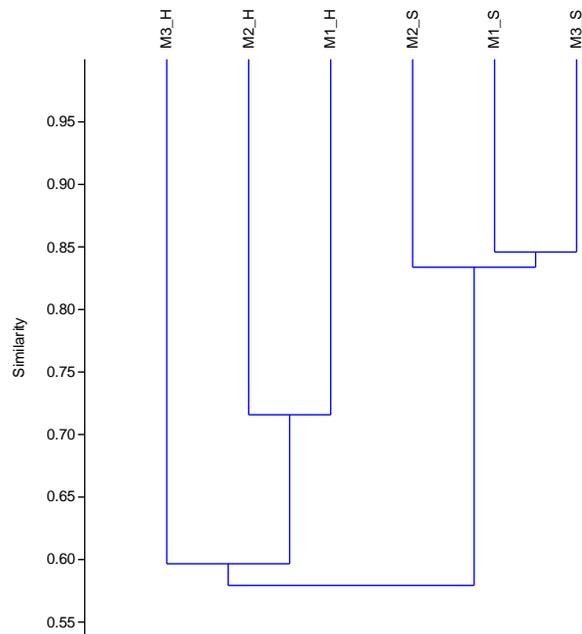


Figura 14: Índice de Morisita-Horn - Similitud de los métodos por época en el Sitio 2

FUENTE: Elaboración propia

Descripción: M1=Cobertura repetida; M2= Transección al paso; M3 = Cuadrado; H = Época húmeda; S= Época seca

Al computar el método de NMDS (Figura 15) empleando el índice de Morisita-Horn se observa que los métodos se agrupan de acorde con la época y al sitio de evaluación e inclusive comparten algunos puntos. El análisis de similitud de una sola vía-ANOSIM (Anexo 21) refuerza los resultados obtenidos por la representación gráfica del NMDS. Al calcular el ANOSIM con el índice de Morisita-Horn se obtiene un estadístico $R=0.1848$ ($p<0.05$), lo cual se interpreta como que no existe una fuerte diferenciación entre las composiciones y abundancias encontradas por los métodos en ambas zonas de evaluación. Cabe resaltar que al analizar las comparaciones pareadas del ANOSIM, en el sitio 1 se detectaron diferencias significativas ($p=0.0452$) entre la composición y abundancia de especies durante la época seca con el método de cobertura repetida y la época húmeda del transecto al paso; así como para el sitio 2 durante la estación seca ($p=0.0496$) entre los métodos de cobertura repetida y el transecto al paso. Estos resultados pueden estar relacionados a las características de los métodos, pues estas metodologías corresponden al grupo de los “point intercept” las cuales según Bonham (1989) hacen justas las evaluaciones entre pocas especies con mucha abundancia y muchas especies con poca abundancia, pudiendo registrar a ambas, dependiendo de la intensidad del muestreo.

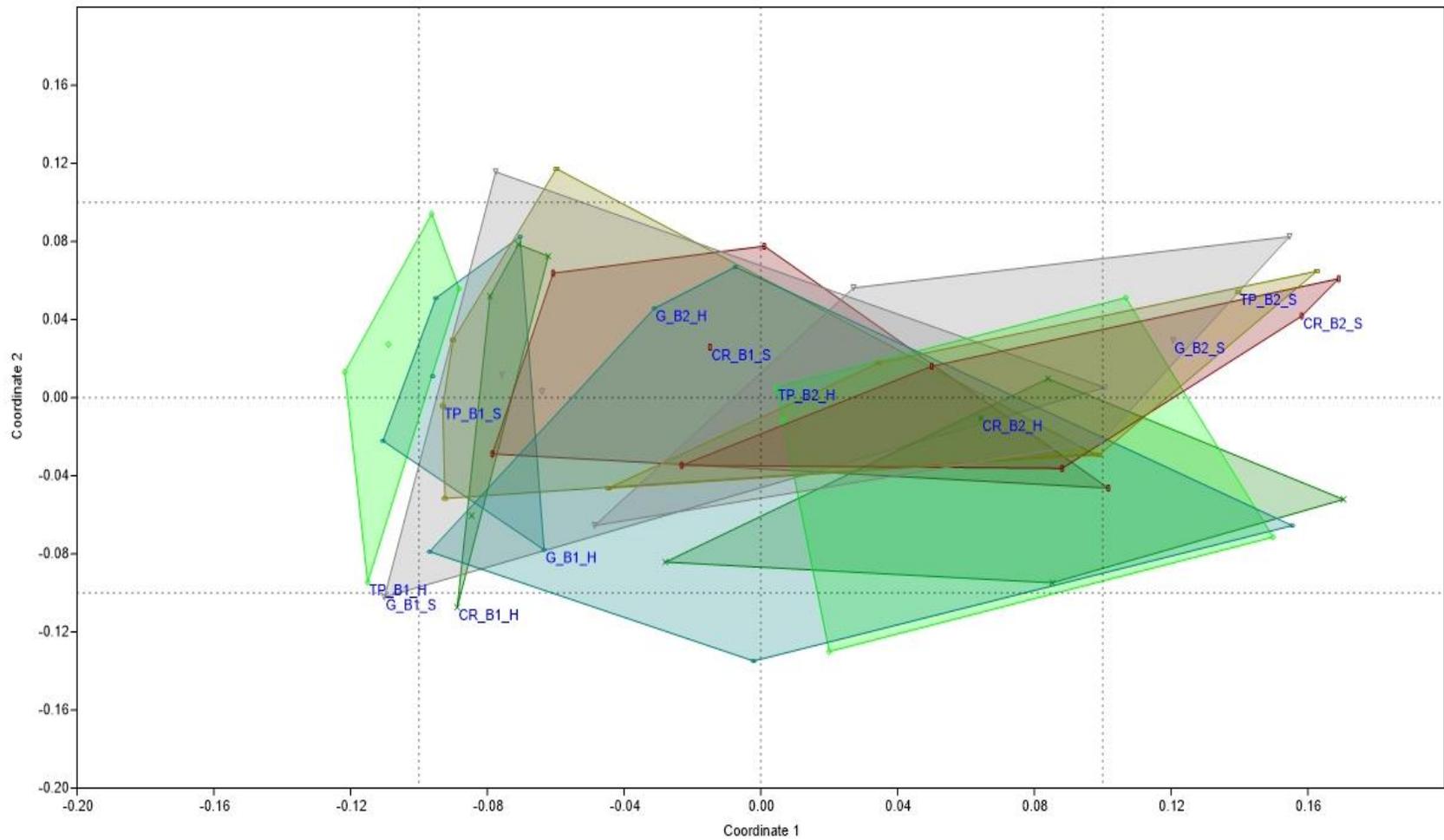


Figura 15: Gráfico de NMDS para los tres métodos durante ambas épocas y ambos sitios de evaluación

FUENTE: Elaboración propia

Descripción: CR = Cobertura repetida; TP= Transección al paso; G= Cuadrado; H= Época húmeda; S= Época seca; B1= Sitio 1; B2= Sitio 2

4.3.2. CURVAS RANGO-ABUNDANCIA (WHITTAKER)

En la Figura 16 y Figura 17 se observa la estructura de la dominancia de especies para cada metodología en el Sitio 1 de evaluación. En la Figura 16 se observa que durante la época húmeda las especies más abundantes son generalmente en orden *Plantago tubulosa*, *Distichia muscoides* y *Phylloscirpus acaulis*, pero con el método del cuadrado *Distichia muscoides* presenta una mayor cobertura porcentual. En cambio, durante la época seca (Figura 17) en el método de cobertura repetida la especie más abundante fue *Eleocharis albibracteata*, a diferencia de los otros dos métodos con las especies *Plantago tubulosa* y *Distichia muscoides* con mayor cobertura porcentual.

En la Figura 18 y Figura 19 se observa la estructura de la dominancia de especies para cada metodología en el Sitio 2 de evaluación. En la Figura 18 se observa que durante la época húmeda las especies más abundantes para el método de cobertura repetida fueron *Aciachne pulvinata*, *Juncus sp.*, *Oritrophium limnophilum* y, de manera casi similar *Cotula mexicana* a la estructura de dominancias con el método de transección al paso, pero en el cuadrado se presenta una variante donde *Plantago tubulosa* es seguida de *Distichia muscoides* y *Phylloscirpus acaulis*. Por otra parte, durante la época seca (Figura 19) tanto para la cobertura repetida como la transección al paso *Eleocharis albibracteata* y *Aciachne pulvinata* son las más abundantes, y con el método del cuadrado *Eleocharis albibracteata*, es seguida de *Lachemilla diplophylla* y *Aciachne pulvinata*.

Estas diferencias en las coberturas porcentuales y en cuanto a las especies dominantes por cada método también se ven expresadas en los Anexos 28 al Anexo 47 en donde se presentan las gráficas de rango-abundancia por método, transecto y época de evaluación.

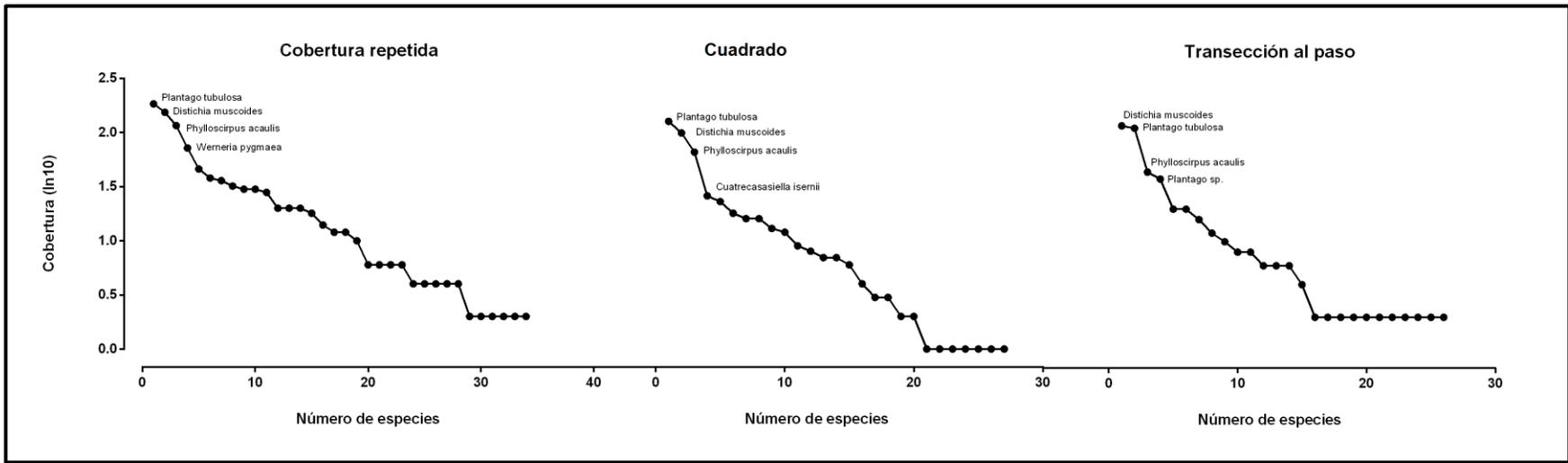


Figura 16: Curvas de rango-abundancia para los tres métodos durante la época húmeda en el Sitio 1

FUENTE: Elaboración propia

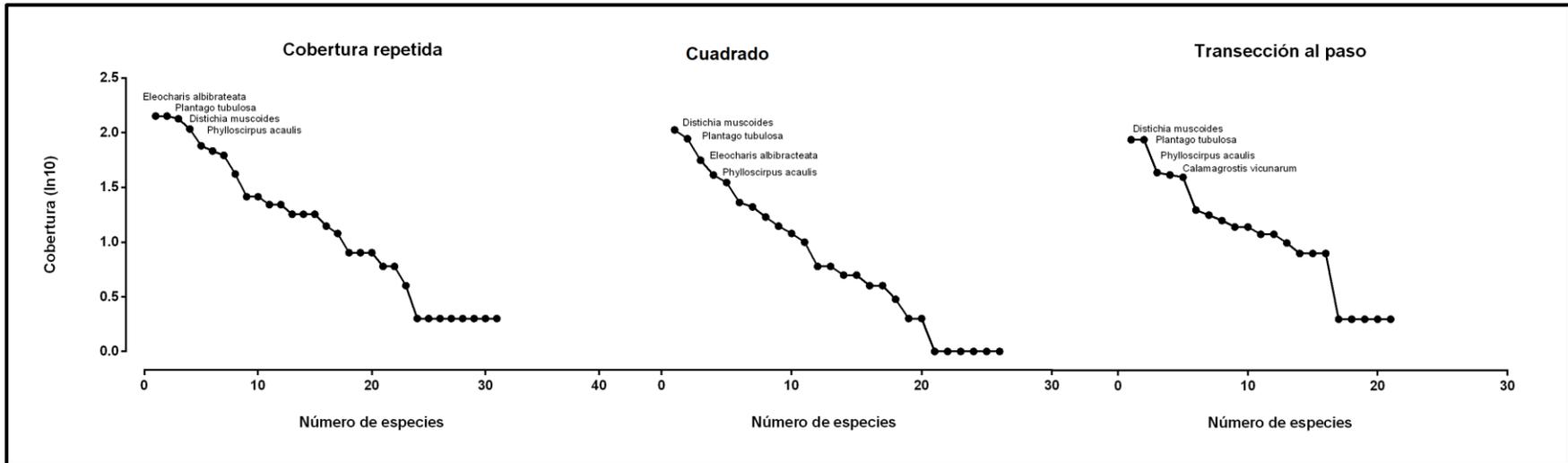


Figura 17: Curvas de rango-abundancia para los tres métodos durante la época seca en el Sitio 1

FUENTE: Elaboración propia

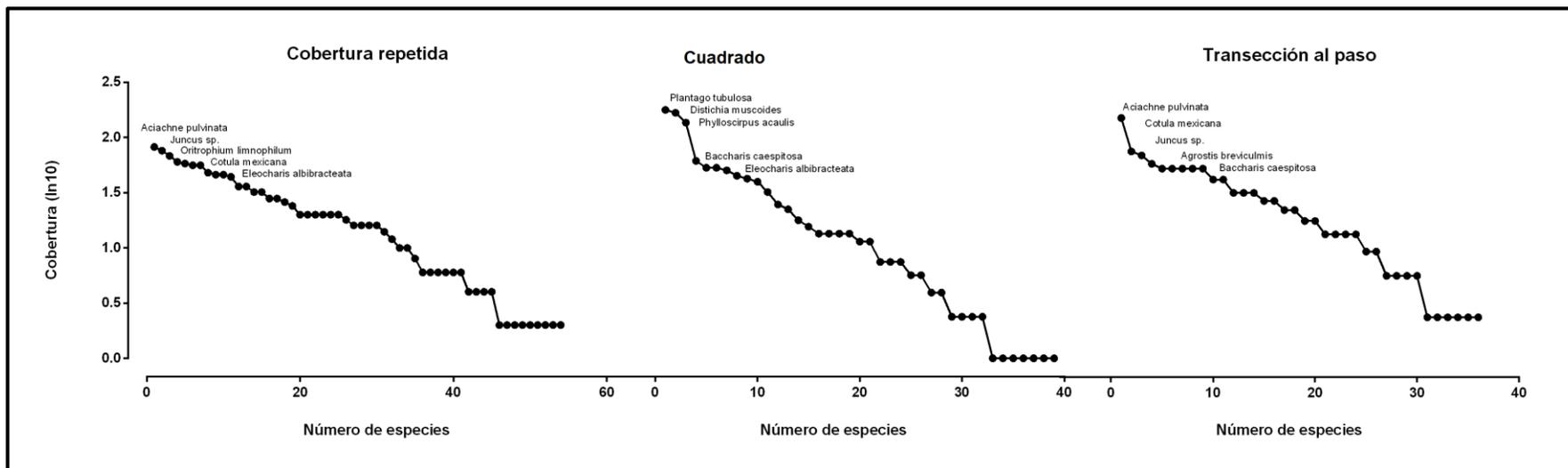


Figura 18: Curvas de rango-abundancia para los tres métodos durante la época húmeda en el Sitio 2

FUENTE: Elaboración propia

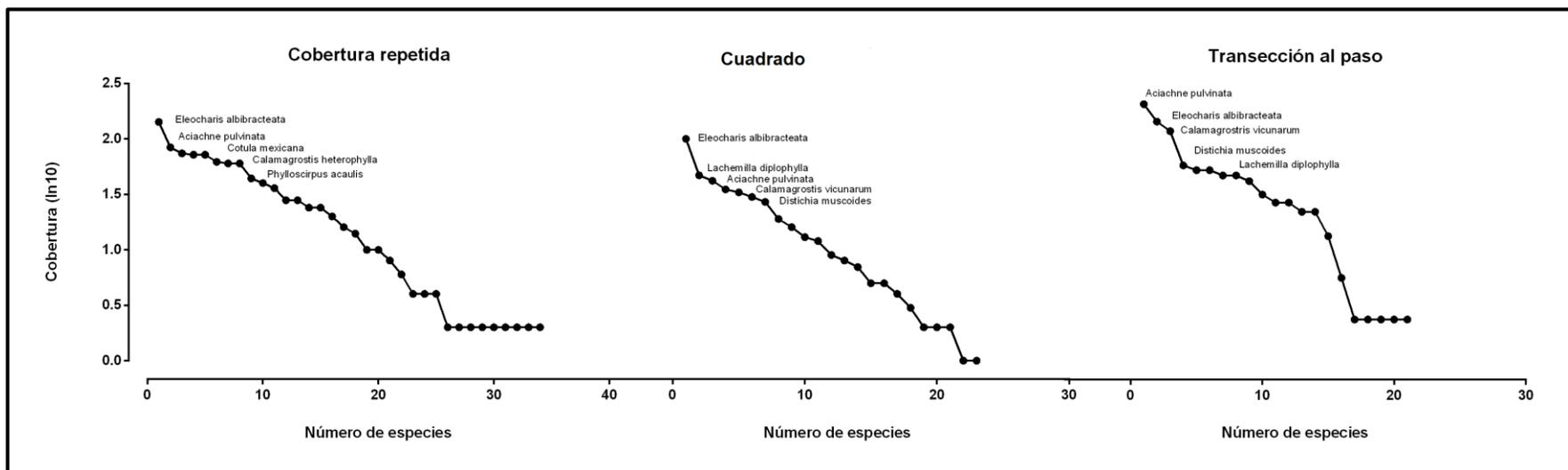


Figura 19: Curvas de rango-abundancia para los tres métodos durante la época húmeda en el Sitio 2

FUENTE: Elaboración propia

En contraste con los resultados del ANOSIM y NMDS con los cuales no se detectan diferencias significativas en la composición de especies entre los métodos evaluados, a diferencia de lo que se observa al graficar las curvas de rango-abundancia, donde los valores de la cobertura porcentual registrados por cada método no son similares (Anexo 22 al Anexo 27), y que por ende los resultados de las especies dominantes y sus coberturas porcentuales varían según el método aplicado. Lo cual podría estar relacionado al carácter de cada metodología, puesto que la metodología de cobertura repetida incrementa los registros de las especies por punto de evaluación a diferencia de los otros dos métodos en los cuales solo se obtiene un dato por punto de evaluación, pero a diferencia del transecto al paso, el cuadrado duplica los registros de este método; el esfuerzo de muestreo o la distribución de las especies y sus abundancias en los espacios evaluados.

Los tres métodos aplicados son variantes de los puntos de intersección descritos por Bonham (1989), y se han usado para la estimación de la abundancia de las especies, así como el registro de la composición. En cuanto a la riqueza específica, el método de cobertura repetida tiene la ventaja de que la unidad muestral es un transecto, el cual abarca una mayor extensión de terreno, ideal para ambientes heterogéneos, además por punto permite el registro de más de una especie, y la detección de aquellas con coberturas pequeñas, pudiendo así detectar aquellas especies menos frecuentes. La desventaja se encontraría cuando se traten ambientes homogéneos, por el esfuerzo de muestreo requerido. El método de transección al paso modificado tiene por desventaja el sólo registrar por punto una especie, evitando la detección de las especies con poca abundancia en la comunidad. Por último, el cuadrado tiende a generar un mayor sesgo al momento de determinar la especie que se encuentra bajo los puntos de intersección, pues depende mucho de la disposición de las estructuras vegetativas de las especies, pero al poseer el doble de puntos que la transección al paso, incrementa la probabilidad de registrar especies raras a diferencia de este.

El método de cobertura repetida presenta una enorme ventaja frente a los métodos de transección al paso y el cuadrado en cuanto al esfuerzo de muestreo requerido y el número de especies registrado, y las diferencias en tiempos (minutos) de evaluación entre los métodos parecen no ser tan relevantes. Por otra parte, si bien las metodologías comparten un gran número de especies, se debe poner cuidado en las abundancias, pues los métodos ofrecen diferentes resultados en coberturas porcentuales de acuerdo con sus características.

V. CONCLUSIONES

1. Al comparar el esfuerzo de muestreo, el método de cobertura repetida es el único que permite registrar un mayor porcentaje de la vegetación del bofedal, inclusive con un número reducido de unidades muestrales. Y el tiempo requerido en promedio para evaluar una unidad muestral con el método de cobertura repetida es tres veces mayor (28.45 minutos) que con el método del transecto al paso (8.75 minutos) y dos veces mayor que con el método del cuadrado (10.15 minutos).
2. Al comparar la riqueza específica, el método de cobertura repetida registra un mayor número de especies para los dos bofedales evaluados y además es el que incorpora un mayor número de registros de especies únicas (no compartidas entre los métodos). Al comparar los resultados de las variables biológicas, se encuentra la misma tendencia de los datos para los tres métodos. Además, la similitud en la composición de especies entre los métodos es alta.
3. En cuanto a la caracterización estructural de la vegetación de los bofedales, los resultados de las especies dominantes (en función a su cobertura porcentual) son diferentes para cada método de evaluación.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar el método del transecto al paso modificado cuando los objetivos sean evaluaciones rápidas de la vegetación, así mismo cuando el evaluador no tenga un conocimiento taxonómico de la flora del lugar se pueden asignar categorías de vegetación o cobertura de suelo para una caracterización superficial del estado y disponibilidad de recursos del bofedal.
2. Se recomienda usar el método del cuadrado modificado cuando los objetivos de estudio sean a nivel de formaciones o comunidades vegetales (ej. plantas en cojín), así como cuando se desee relacionar la vegetación con parámetros fisicoquímicos del agua y suelo en bofedales.
3. Se recomienda usar el método de cobertura repetida para inventarios más exhaustivos de la composición de especies y evaluaciones de los cambios estacionales en la cobertura vegetal en los bofedales.
4. Se recomienda realizar estas comparaciones en otros bofedales al interior del país probando combinaciones de los métodos a fin de brindar otras alternativas para la evaluación de la vegetación en bofedales (por ejemplo, transectos y cuadrados).
5. Para reducir la variabilidad espacial se recomienda aplicar este tipo de comparaciones haciendo análisis por comunidad vegetal o tipo de vegetación dentro de cada bofedal.
6. Se recomienda realizar investigación sobre el tamaño y el número de unidades muestrales efectivas a emplear con diferentes metodologías para el estudio de la vegetación de bofedales.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado C, CO. 2012. Evaluación de Pastizales Naturales de los Humedales Altoandinos en Época de Lluvia de la Provincia de Candarave Departamento de Tacna 2012 (en línea). Tesis para el grado de Médico Veterinario y Zootecnista. Consultado 1 de set. 2016. Disponible en <http://repositorio.unjbg.edu.pe>
- Barrientos M, R; Leirana A, J; Navarro A, J. 2016. Métodos gráficos para la exploración de patrones de diversidad en Ecología. *Bioagrociencias* 9 (2): 11-18. Consultado 3 de set. 2016. Disponible en <http://www.ccba.uady.mx/bioagro>
- Bonham, CD. 1989. *Measurements for terrestrial vegetation*. John Wiley and Sons. New York. 260 p.
- Calvo, M. 2014. “Comparativo de dos métodos de determinación de la condición de un pastizal tipo pajonal de pampa en el CICAS LA RAYA-FAZ-UNSAAC”. Tesis presentada por la Bachiller en Ciencias Agrarias. Cusco, Perú. Consultado el 1 set. 2016. Disponible en <http://repositorio.unsaac.edu.pe>
- Chao, A; Shen, TJ. 2010. Program SPADE (Species prediction and diversity estimation). Consultado 1 dic. 2017. Disponible en <http://chao.stat.nthu.edu.tw>
- Chao, A; Lou-Jost. 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology* 93:2533–2547. Consultado 1 dic. 2017. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1890/11-1952.1>

- Chimner, RA; Karberg, JM. 2008. Long-term carbon accumulation in two tropical mountain peatlands, Andes Mountains, Ecuador. *Mires and Peat* 3(4). Consultado 1 set. 2016. Disponible en <http://mires-and-peat.net/pages/volumes>
- Cooper, DJ; Wolf, EC; Colson, C; Vering, W; Granda, A; Meyer, M. 2010. Alpine Peatlands of the Andes, Cajamarca, Peru. *Artic, Antarctic, and Alpine Research*, 42(1): 19-33. Consultado 1 sep. 2016. Disponible en <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1657/1938-4246-42.1.19>
- Convención de Ramsar y Grupo de Contacto EHAA. 2008. Estrategia Regional para la Conservación y Uso Sostenible de Humedales Altoandinos. Gobiernos de Ecuador y Chile, CONDESAN y TNC-Chile. Consultado 4 set. 2016. Disponible en <http://suia.ambiente.gob.ec/documentos>
- Cronk K, J; Siobhan F, M. 2001. *Wetland Plants: Biology and Ecology*. CRC Press. 482 p.
- Decreto Supremo N° 087-2004-PCM, Artículo 9. 2015. Aprueban la Estrategia Nacional de Humedales. Lima. Perú. Consultado 10 set. 2016. Disponible en <http://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-reglamento-zonificacion-ecologica-economica-zee>
- Dhooge, S. 2005. Systematic revision and phylogeny of the Andean scirpoids (Cyperaceae, Scirpaeae). Universiteit Gent, Faculty of Sciences, Department Biology, Research group Spermatophytes, 251 p. Consultado 5 set. 2016. Disponible en <https://lib.ugent.be/fulltxt>
- Elzinga, CL.; Salzer, DW; Willoughby, JW. 1998. Measuring and monitoring plant populations. BLM Technical Reference. 477 p.
- Ershaw, K. 1973. *Quantitative and dynamic plant ecology*. Edward Arnold Publishers. London. 308 p.

- Flores, M; Alegría J; Granda, A. 2005. Diversidad florística asociada a las lagunas andinas Pomacocha y Habascocha, Junín, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 12(1): 125-134. Consultado 5 set. 2016. Disponible en <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe>
- Florez, A. 2005. Manual de pastos y forrajes altoandinos. Lima: ITDG AL, OIKOS. 55 p. Consultado 5 set. 2016. Disponible en <https://solucionespracticass.org.pe>
- Franco, F; De la Cruz, G; Rocha, A; Navarrete, N; Flores, G; Kato, E; Sánchez, S; Abarca, L; Bedia, C. 1985. Manual de ecología. Edit. Trillas S. A. Segunda edición. México D. F, México. 266 p.
- Francou, B; Mourguiart, P; Fournier, M. 1995. Phase d'avancée des glaciers au Dryas recent dans les Andes du Pérou. Consultado 7 set. 2016. Disponible en http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/b_fdi_35-36/42486.pdf
- Freire, SE; Chemisquy, MA; Anderberg, AA; Beck, SG; Meneses, RI; Loeuille, B; Urtubey, E. 2014. The *Lucilia* (Asteraceae, Gnaphalieae): phylogenetic and taxonomic considerations based on molecular and morphological evidence. *Plant Systematic and Evolution*. Consultado 8 set. 2016. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/264789683_The_Lucilia_group_Asteraceae_Gnaphalieae_phylogenetic_and_taxonomic_considerations_based_on_molecular_and_morphological_evidence
- García, E; Beck, S. 2006. Puna. In: M. Moraes, B. Øllgaard, L.P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev. (eds.) *Botánica económica de los Andes Centrales*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 557 p. Consultado 8 set. 2016. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Monica_Moraes_R/publication/312313242_Botanica_Economica_de_los_Andes_Centrales/links/587988a408ae9a860fe2f2ad/Botanica-Economica-de-los-Andes-Centrales.pdf

- Gonzáles; P. 2015. Diversidad de Asteráceas en los Humedales Altoandinos del Perú. *Científica* 12:2. 16 p. Consultado 8 set. 2016. Disponible en <http://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/cientifica/article/view/157/0>
- Hammer, Øyvind, Harper, David A.T., and Paul D. Ryan, 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, vol. 4, issue 1, art. 4: 9 pp., 178kb. Disponible en http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Jiménez-Valverde, A; Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8 (31): 151-161. Consultado 11 set. 2016. Disponible en http://jhortal.com/pubs/2003-Jimenez-Valverde&Hortal_Rev_Ib_Aracnol.pdf
- Josse, C; Cuesta, F; Navarro, G; Barrena, V; Cabrera, E; Chacón-Moreno, E; Ferreira, W; Peralvo, M; Saito, J; Tovar, A. 2009. Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Documento Técnico, Programa Regional ECOBONA-Intercooperation, CONDESAN-Proyecto Páramo Andino, Programa BioAndes, Secretaría General de la Comunidad Andina, Lima. 96 p. Consultado 9 set. 2016. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/259477857_Ecosistemas_de_los_Andes_del_Norte_y_Centro_Bolivia_Colombia_Ecuador_Peru_y_Venezuela
- Krebs, CJ. 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins Publications. 654 p. Consultado 15 set. 2016. Disponible en <http://www.zoology.ubc.ca/~krebs/books.html>
- La Matta, FP. 2017. Percepciones, actores y manejo actual de los humedales altoandinos de la comunidad campesina Santiago de Carampoma, Huarochirí- Lima. Consultado 20 ago. 2017. Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/9123>

- Ley General Ambiental. Ley N°. 28611, Artículo 99. Ministerio del Ambiente. Publicada el 15 de octubre de 2005. Lima. Perú. Consultada 3 set. 2016. Disponible en <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>
- López-Mejía, M; Moreno, CE.; Zuria, I; Sánchez-Rojas, G; Rojas M, A. 2017. Comparación de dos métodos para analizar la proporción de riqueza de especies entre comunidades: un ejemplo con murciélagos de selvas y hábitats modificados. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 88 (1): 1-9. Consultado 5 nov. 2016. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1870345317300088>
- Lot, A; Chiang, F. 1986. Manual de herbario: administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Cons. Nac. de la Flora de México. 1-142. México.
- Magurran, AE. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey. 179 p.
- Magurran, AE. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing: Oxford, UK. 256 p. Consultado 18 ago. 2017. Disponible en https://www2.ib.unicamp.br/profs/thomas/NE002_2011/maio10/Magurran%202004%20c2-4.pdf
- Maldonado Fonkén, M. 2010. Comportamiento de la vegetación de bofedales influenciados por actividades antrópicas. Tesis para optar el grado de Magister en Desarrollo Ambiental. Universidad Católica de Lima. Consultado 3 set. 2016. Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/7400>
- Maldonado Fonkén, M. 2014. An introduction to the bofedales of the Peruvian High Andes. International Mire Conservation Group, Lima, Peru. Consultado 3 set. 2016. Disponible en http://mires-and-peat.net/media/map15/map_15_05.pdf

- Maldonado Fonkén, M. 2018. Dinámica espacio temporal de la flora de bofedales en Ayacucho y Huancavelica 2010-2012. Consultado 7 jun. 2018. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3249>
- Matteuci, SD; Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C. Consultado 3 set. 2016. Disponible en https://aprobioma.files.wordpress.com/2011/03/metod_para_el_estudio_de_la_vegetacion_archivo1.pdf
- Millennium Assessment Reports (MEA). 2005. Consultado 20 set. 2016. Disponible en <https://www.millenniumassessment.org/en/index.html>
- Meneses, RI; Herrera L, S; Llully, A; Palabra, A; Anthelme, F. 2014. Métodos para cuantificar diversidad y productividad vegetal de los bofedales frente al cambio climático. Revista Ecología en Bolivia 49(3):42-55. Consultado 1 set. 2016. Disponible en <http://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/123456789/26589>
- Meneses, RI; Beck, S; Anthelme, F. 2015. La Cordillera Real y sus Plantas. Consultado 7 nov. 2016. IRD y Herbario Nacional de Bolivia. La Paz, Bolivia. 364 p. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/308395820_La_Cordillera_Real_y_sus_plantas
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2015b. Guía de inventario de la Flora y Vegetación. Lima. Perú. Consultado 7 set. 2016. Disponible en <http://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-inventario-flora-vegetacion>
- MINAG (Ministerio de Agricultura y Riego). 2010. Informe Final. Evaluación de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Rímac. Estudio Hidrológico y Ubicación de la Red de Estaciones Hidrométricas en la Cuenca del Río Rímac 1: 226. Consultado 15 nov. 2016. Disponible en http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/1_estudio_hidrologico_cuenca_rimac_-_volumen_i_-_texto_-_final_2010_0.pdf

- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2015a. Estrategia Nacional de Humedales. Lima. 60 p.
- Montenegro, A; Oropeza, Y; Maldonado Fonkén, M.S. (2017). Inventario preliminar de la flora de los bofedales de Milloc (Carampoma, Huarochirí). Póster. I Congreso de Humedales. Lima. Disponible en: <http://www.corbidi.org/ecologia-vegetal.html>
- Moreno, CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA 1:84 p. Zaragoza. Consultado 3 nov. 2016. Disponible en <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Mori, SA; Mattos-Silva, LA; Lisboa, G; Coradin, L. 1985. Manual de Manejo do Herbário Fanerogâmico. 2a ed. CEPLAC, Ilhéus.
- Naoki, K; Meneses, RI; Gómez, MI; Landivar, CM. 2014. El uso del método de puntos de intercepción para cuantificar los tipos de vegetación y hábitats abióticos en los bofedales altoandinos. *Revista Ecología en Bolivia* 49(3):84-90. Consultado 1 set. 2016. Disponible en <http://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/123456789/26589>
- Oyague, E; Maldonado Fonkén, M. 2014. Relationships between aquatic invertebrates, water quality and vegetation in an Andean peatland system. Knight Piésold Consultores, Lima, Perú, División de Limnología-CORBIDI y International Mire Conservation Group, Lima, Perú. Consultado 3 set. 2016. Disponible en http://mires-and-peat.net/media/map15/map_15_14.pdf
- Parker, K. 1951. A method for measuring trend in range condition on National Forest ranges. U. S. Forest Service, Washington D.C. 26 p.
- Polk, M. 2016. “They Are Drying Out”: Social-Ecological Consequences of Glacier Recession on Mountain Peatlands in Huascarán National Park, Peru. University of Texas at Austin. May 2016. Consultado 23 set. 2016. Disponible en <https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/45794>

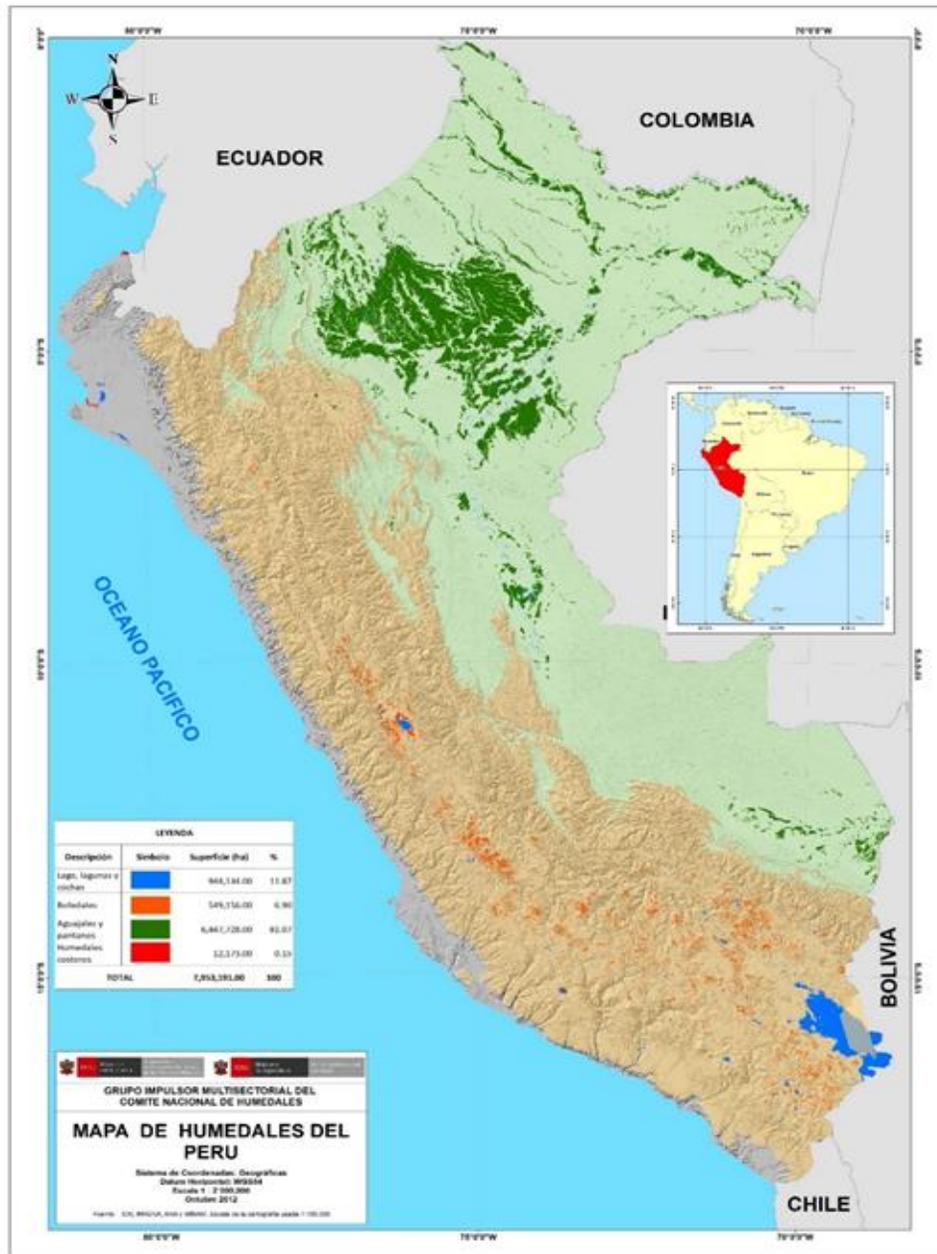
- Ramirez, D. 2011. Flora vascular y vegetación de los Humedales de Conococha, Ancash, Perú. Tesis de grado de Biólogo. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima: 110. Consultado 20 sep. 2016. Disponible en http://aplicaciones.cientifica.edu.pe/repositorio/catalogo/_data/62.pdf
- Ramsar. 1971. Convención sobre Zonas Húmedas de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de las Aves Acuáticas. Artículo 1.1. Irán, 2 de febrero de 1971.
- Ramsar (Convención de Ramsar) y Grupo de Contacto EHAA. 2008. Estrategia Regional para la Conservación y Uso Sostenible de Humedales Altoandinos. Gobiernos de Ecuador y Chile, CONDESAN y TNC-Chile. Consultado 18 set. 2016. Disponible en http://archive.ramsar.org/pdf/cop9/cop9_doc26_s.pdf
- Ramsar. 2016. Manual de la Convención Ramsar 5ta Ed. Introducción a la Convención sobre los humedales. Secretaría de la Convención de Ramsar 2016, Gland, Suiza, 118 p. Consultado 18 set. 2016. Disponible en https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1_5ed_introductiontoconvention_s_final.pdf
- Roque, JE; Ramírez, EK. 2008. Flora vascular y vegetación de la Laguna de Parinacochas y alrededores (Ayacucho, Perú). Consultado 1 set 2016. Disponible en <https://www.scribd.com/document/36901573/Roque-y-Ramirez-2008-floraparinacocha>
- Ruthsatz, B. 2012. Vegetación y ecología de los bofedales altoandinos de Bolivia. *Phytocoenologia*, 42 (3-4): 133-179. Stuttgart, diciembre 31, 2012. Consultado 19 set. 2016. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Barbara_Ruthsatz/publication/272144889_Vegetation_and_ecology_of_the_high_Andean_peatlands_of_Bolivia/links/55c1eefc08aed9dff2a60ea3/Vegetation-and-ecology-of-the-high-Andean-peatlands-of-Bolivia.pdf
- Sagástegui, S, Dillon, M, Sánchez, I, Leiva, S; Lezama P. 1999. Diversidad Florística del Norte del Perú. Editorial Graficart, Trujillo, Peru. 228 p.

- Salvador, F; Cano, A. 2002. Lagunas y Oconales: los Humedales del Trópico Andino. Cuadernos de Biodiversidad 11, Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO). Universidad de Alicante, España: 4-9. Consultado 5 set. 2016. Disponible en <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/1127>
- Sánchez-González, A; González, LM. 2007. Técnicas de recolecta y herborización de plantas. En: Contreras, R. A., Goyenechea, I., Cuevas, C. C. e Iturbe, U. (eds.). La Sistemática, base del conocimiento de la biodiversidad. Ciencia al Día 5. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo: 177-193. ISBN 970-769-099-2. Consultado 25 set. 2016. Disponible en <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/6082/Capitulo12.pdf>
- Squeo, F; Warner, B; Aravena, R; Espinoza, D. 2006. Bofedales: turberas de alta montaña de los Andes centrales. En Revista Chilena de Historia Natural 79: 245-255. Consultado 2 set. 2016. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/119990/Squeo%20FA.pdf?sequence=1>
- Soberón J; Llorente, J. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. Conservation biology, 7: 480-488. Consultado 10 nov. 2016. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1523-1739.1993.07030480.x>
- Tovar, O. 1993. Las Gramíneas (Poaceae) del Perú. Tomo 13. Madrid. 481. Consultado 7 set. 2016. Disponible en <http://bibdigital.rjb.csic.es/PDF/Ruizia13.pdf>
- Valencia, N; Florencio, C; Flores, M. 2017. Situación Actual de los Bofedales en la Subcuenca del río Santa Eulalia, Huarochirí - Lima. Póster. I Congreso de Humedales.
- Vásquez, M. 2008. Comparación de dos métodos de muestreo para el estudio de la comunidad herbácea de Las Lomas. Revista Zonas Áridas, 12 (1). Consultado 1 set. 2016. Disponible en <http://www.lamolina.edu.pe/zonasaridas/za12/pdf/art%2010ZA12.pdf>

- Weberbauer, A. 1945. El mundo vegetal de los andes peruanos. Estudio fitogeográfico. Ministerio de agricultura. Lima: 300 -301.
- WWF (World Wildlife Fund). 2005. Los Humedales altoandinos ecosistemas estratégicos y frágiles que ofrecen servicios ambientales para el bienestar de millones de personas. Consultado 2 set. 2016. Disponible en http://awsassets.panda.org/downloads/los_humedales_altoandinos_es.pdf

VIII. ANEXOS

ANEXO 1. Mapa de Humedales del Perú



FUENTE: MINAM 2015

ANEXO 2. Ubicación de las unidades de muestreo

Sitio	Transecto *	Coordenadas UTM			
		Zona	Latitud	Longitud	Altura
Sitio 1	T1 – inicio	18 L	352679	8720673	4284
	T1 – fin	18 L	352631	8720636	4189
	T2 – inicio	18 L	352544	8620574	4358
	T2 – fin	18 L	352503	8720550	4351
	T3 – inicio	18 L	352498	8720629	4364
	T3 – fin	18 L	352462	8720614	4371
	T4 – inicio	18 L	352178	8720314	4351
	T4 – fin	18 L	352142	8720281	4357
	T5 – inicio	18 L	352036	8720260	4358
	T5 – fin	18 L	351996	8720232	4358
Sitio 2	T1 – inicio	18 L	349967	8718497	4220
	T1 – fin	18 L	349992	8718497	4241
	T2 – inicio	18 L	350236	8718777	4270
	T2 – fin	18 L	350277	8718808	4273
	T3 – inicio	18 L	350384	8718886	4297
	T3 – fin	18 L	350391	8718867	4302
	T4 – inicio	18 L	350634	8718973	4314
	T4 – fin	18 L	350635	8718979	4313
	T5 – inicio	18 L	350791	8719001	4333
T5 – fin	18 L	350838	8719022	4330	

FUENTE: Elaboración propia

Descripción: * Las grillas se ubicaron a la mitad de los transectos

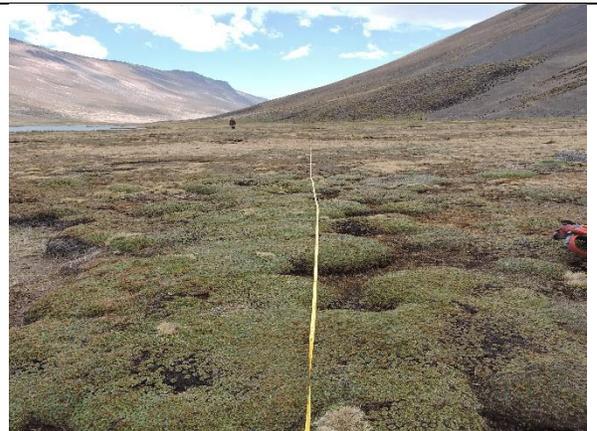
ANEXO 3. Fotografías de las unidades de evaluación en los bofedales, por sitio y época

	
Transecto 1 – Sitio 1 – Época húmeda	Transecto 1 – Sitio 1 – Época seca
	
Transecto 2 – Sitio 1 – Época húmeda	Transecto 2 – Sitio 1 – Época seca
	
Transecto 3 – Sitio 1 – Época húmeda	Transecto 3 – Sitio 1 – Época seca

Continuación



Transecto 4 – Sitio 1 – Época húmeda



Transecto 4 – Sitio 1 – Época seca



Transecto 5 – Sitio 1 – Época húmeda



Transecto 5 – Sitio 1 – Época seca



Transecto 1 – Sitio 2 – Época húmeda



Transecto 1 – Sitio 2 – Época seca

Continuación

 A photograph showing a lush green mountain slope. A yellow measuring tape is stretched vertically across the center of the frame, with an orange measuring wheel at the bottom. The background shows more green slopes and distant mountains under a clear sky.	 A photograph of the same location as the previous image, but during a dry season. The vegetation is sparse and brownish, and the overall appearance is much more arid. The yellow measuring tape and orange wheel are still present in the same position.
<p>Transecto 2 – Sitio 2 – Época húmeda</p>	<p>Transecto 2 – Sitio 2 – Época seca</p>
 A photograph of a mountain slope with vibrant green grass. A yellow measuring tape is stretched vertically, with an orange measuring wheel at the bottom. The background features steep, rocky slopes and a valley.	 A photograph of the same location during a dry season. The grass is sparse and brown, and a small stream is visible in the valley below. The yellow measuring tape and orange wheel are in the same position.
<p>Transecto 3 – Sitio 2 – Época húmeda</p>	<p>Transecto 3 – Sitio 2 – Época seca</p>
 A photograph of a mountain slope with green grass. A yellow measuring tape is stretched vertically, with an orange measuring wheel at the bottom. The background shows steep, rocky slopes.	 A photograph of the same location during a dry season. The vegetation is sparse and brown, and the ground appears more rocky. The yellow measuring tape and orange wheel are in the same position.
<p>Transecto 4 – Sitio 2 – Época húmeda</p>	<p>Transecto 4 – Sitio 2 – Época seca</p>

Continuación



Transecto 5 – Sitio 2 – Época húmeda



Transecto 5 – Sitio 2 – Época seca

ANEXO 4. Fotografías de los métodos utilizados para evaluar la vegetación de los bofedales de la laguna Milloc



Evaluación mediante el método de Cobertura repetida



Evaluación mediante el método de transección al paso

Continuación



Evaluación mediante el método del cuadrado

ANEXO 5. Características de las zonas de evaluación



Estación meteorológica y caseta de vigilancia



Pajonales en ladera de montaña y troza carrozable

Continuación

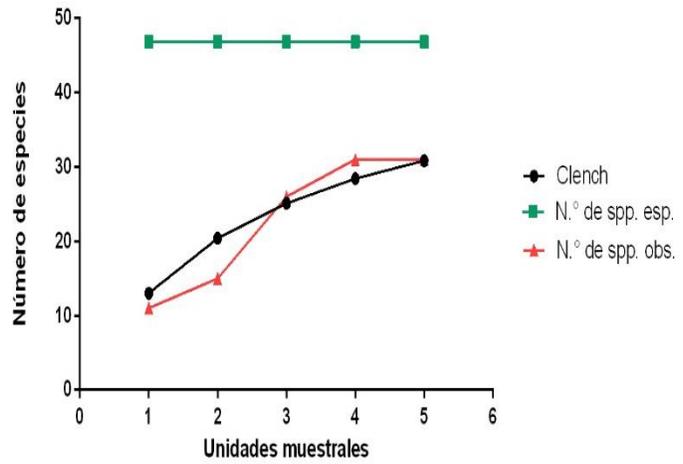
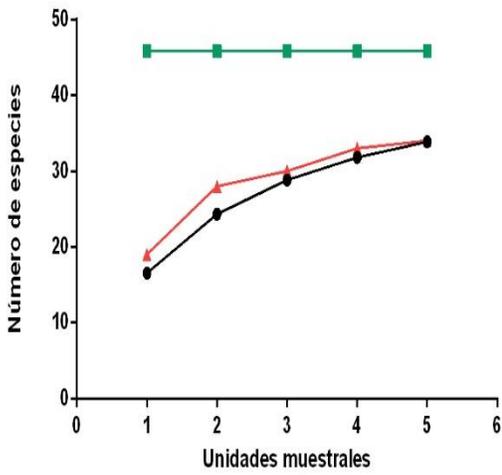


Extracción de turba



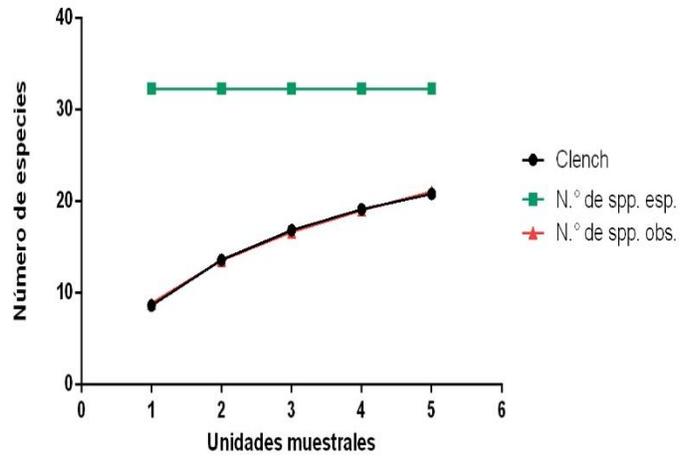
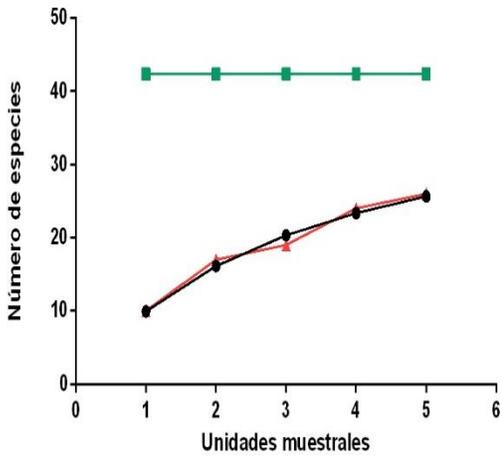
Actividades ganaderas

ANEXO 6. Curvas de acumulación por unidades de evaluación mediante el método de Cobertura repetida – Sitio 1



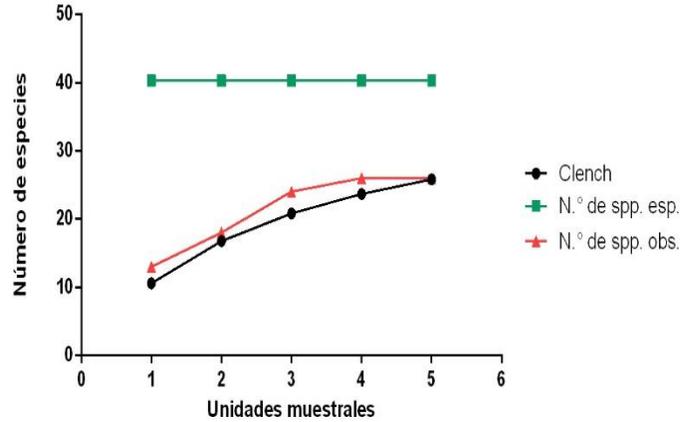
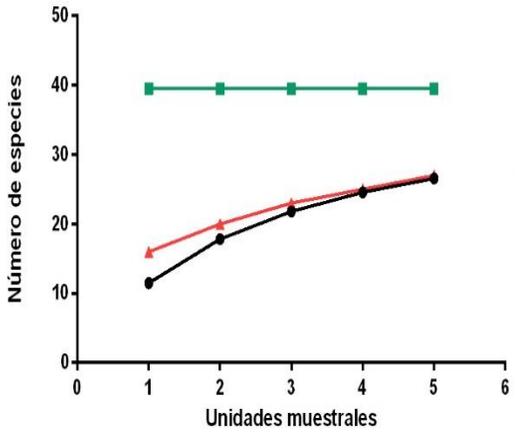
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 7. Curvas de acumulación por unidades de evaluación mediante el método de Transección al paso – Sitio 1



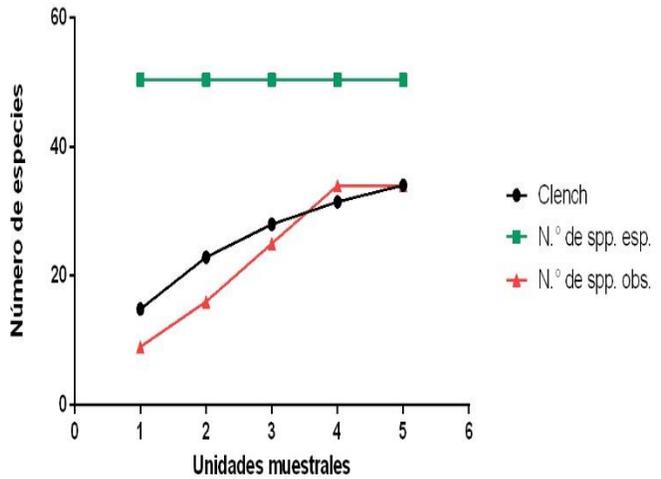
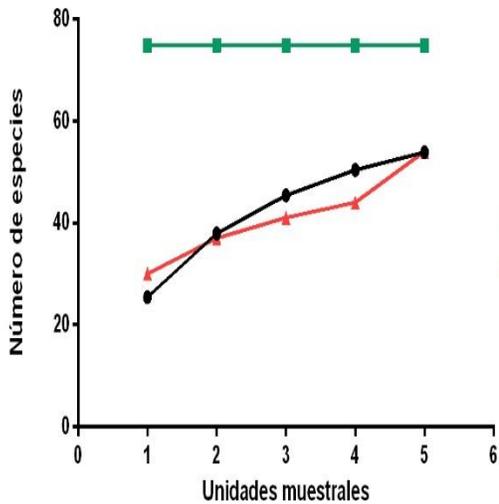
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 8. Curvas de acumulación por unidades de evaluación mediante el método del Cuadrado – Sitio 1



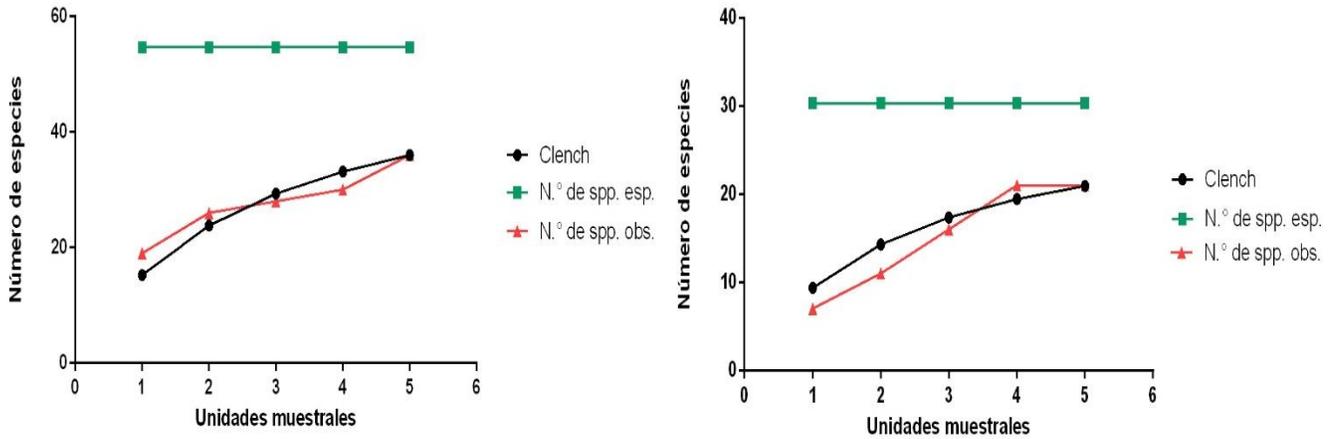
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 9. Curvas de acumulación por unidades de evaluación mediante el método de Cobertura repetida – Sitio 2



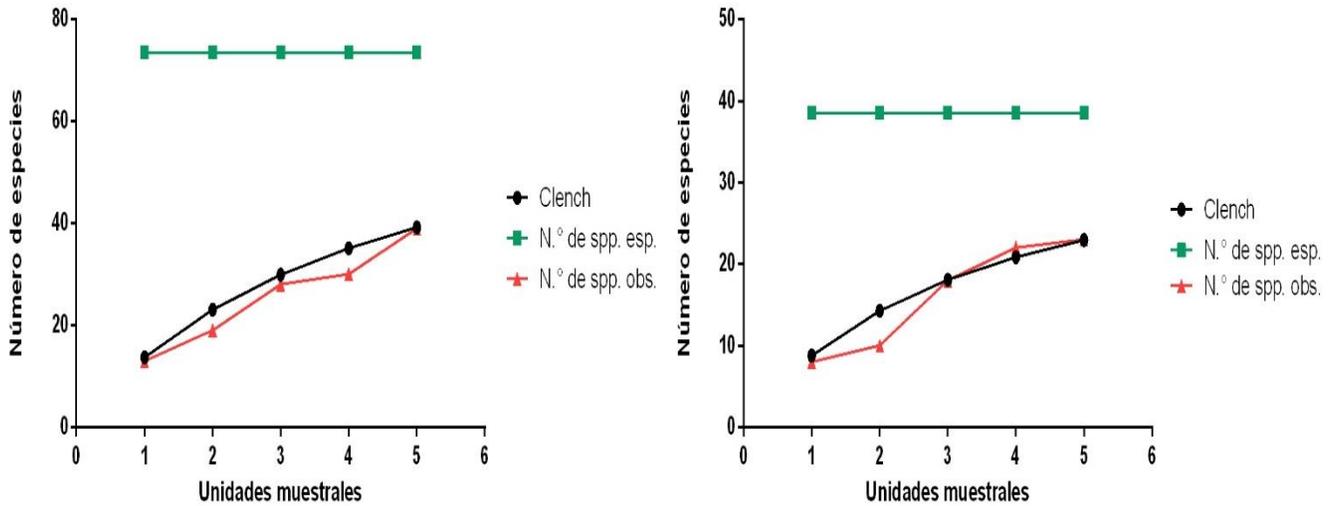
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 10. Curvas de acumulación por unidades de evaluación mediante el método de Transección al paso – Sitio 2



FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 11. Curvas de acumulación por unidades de evaluación mediante el método del Cuadrado– Sitio 2



FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 12. Listado de especies identificadas

N.º	Familia	Especies	Hábito
1	Apiaceae	<i>Lilaeopsis macloviana</i> (Gand.) A.W. Hill	Herbáceo
2	Apiaceae	<i>Lilaeopsis</i> sp.	Herbáceo
3	Apiaceae	<i>Oreomyrrhis andicola</i> (Kunth) Endl. ex Hook. f.	Herbáceo
4	Asteraceae	<i>Baccharis caespitosa</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Subarbustivo
5	Asteraceae	<i>Belloa kunthiana</i> (DC.) Anderb. & S.E.Freire	Herbáceo
6	Asteraceae	<i>Cotula mexicana</i> (DC.) Cabrera	Herbáceo
7	Asteraceae	<i>Cotula</i> sp.	Herbáceo
8	Asteraceae	<i>Cuatrecasasiella isernii</i> (Cuatrec.) H.Rob.	Herbáceo
9	Asteraceae	<i>Gamochaeta</i> sp.	Herbáceo
10	Asteraceae	<i>Hypochaeris</i> cf. <i>meyeniana</i> (Walp.) Benth. & Hook.f. ex Griseb.	Herbáceo
11	Asteraceae	<i>Hypochaeris taraxacoides</i> (Meyen & Walp.) Ball	Herbáceo
12	Asteraceae	<i>Misbrookea strigosissima</i> (A.Gray) V.A.Funk	Herbáceo
13	Asteraceae	<i>Oritrophium linnophilum</i> (Sch.Bip.) Cuatrec.	Herbáceo
14	Asteraceae	<i>Paranephelium</i> sp.	Herbáceo
15	Asteraceae	<i>Werneria caespitosa</i> Wedd.	Herbáceo
16	Asteraceae	<i>Werneria heteroloba</i> Wedd.	Herbáceo
17	Asteraceae	<i>Werneria pinnatifida</i> J. Rémy	Herbáceo
18	Asteraceae	<i>Werneria pygmaea</i> Gillies ex Hook. & Arn.	Herbáceo
19	Asteraceae	<i>Werneria solivifolia</i> Sch.Bip.	Herbáceo
20	Asteraceae	<i>Xenophyllum ciliolatum</i> (A.Gray) V.A.Funk	Herbáceo
21	Callitrichaceae	<i>Callitriche heterophylla</i> Pursh	Herbáceo
22	Campanulaceae	<i>Lobelia oligophylla</i> (Wedd.) Lammers	Herbáceo
23	Caryophyllaceae	<i>Arenaria digyna</i> Willd. ex Schldtl.	Herbáceo
24	Cyperaceae	<i>Carex humahuacaensis</i> G.A.Wheeler	Herbáceo
25	Cyperaceae	<i>Eleocharis albibracteata</i> Nees & Meyen ex Kunth	Herbáceo
26	Cyperaceae	<i>Eleocharis</i> sp.	Herbáceo
27	Cyperaceae	<i>Phylloscirpus acaulis</i> (Phil.) Goetgh. & D.A.Simpson	Herbáceo
28	Cyperaceae	<i>Phylloscirpus boliviensis</i> (Barros) Dhooge & Goetgh.	Herbáceo
29	Cyperaceae	<i>Phylloscirpus deserticola</i> (Phil.) Dhooge & Goetgh.	Herbáceo
30	Cyperaceae	<i>Zameioscirpus muticus</i> Dhooge & Goetgh.	Herbáceo
31	Cyperaceae	<i>Zameioscirpus</i> sp.	Herbáceo
32	Fabaceae	<i>Trifolium</i> sp.	Herbáceo
33	Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	Herbáceo
34	Gentianaceae	<i>Gentianella</i> sp.	Herbáceo
35	Gentianaceae	<i>Halenia caespitosa</i> Gilg	Herbáceo
36	Geraniaceae	<i>Geranium sessiliflorum</i> Cav.	Herbáceo
37	Iridaceae	<i>Sisyrinchium brevipes</i> Baker	Herbáceo
38	Isoetaceae	<i>Isoetes andicola</i> (Amstutz) L.D. Gómez	Herbáceo
39	Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen	Herbáceo

Continuación

N.º	Familia	Especies	Hábito
40	Juncaceae	<i>Juncus</i> cf. <i>stipulatus</i> Nees & Meyen	Herbáceo
41	Juncaceae	<i>Juncus</i> sp.	Herbáceo
42	Juncaceae	<i>Juncus stipulatus</i> Nees & Meyen	Herbáceo
43	Juncaceae	<i>Luzula racemosa</i> Desv.	Herbáceo
44	Orchidaceae	<i>Myrosmodes</i> sp.	Herbáceo
45	Orobanchaceae	<i>Bartsia pedicularoides</i> Benth.	Herbáceo
46	Orobanchaceae	<i>Castilleja pumila</i> (Benth.) Wedd.	Herbáceo
47	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.	Herbáceo
48	Plantaginaceae	<i>Ourisia muscosa</i> Benth.	Herbáceo
49	Plantaginaceae	<i>Plantago rigida</i> Kunth	Herbáceo
50	Plantaginaceae	<i>Plantago sericea</i> Ruiz & Pav.	Herbáceo
51	Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp.	Herbáceo
52	Plantaginaceae	<i>Plantago tubulosa</i> Decne.	Herbáceo
53	Poaceae	<i>Aciachne acicularis</i> Laegaard	Herbáceo
54	Poaceae	<i>Aciachne pulvinata</i> Benth.	Herbáceo
55	Poaceae	<i>Agrostis breviculmis</i> Hitchc.	Herbáceo
56	Poaceae	<i>Agrostis minima</i> L.	Herbáceo
57	Poaceae	<i>Bromus</i> sp.	Herbáceo
58	Poaceae	<i>Calamagrostis chrysantha</i> (J.Presl) Steud.	Herbáceo
59	Poaceae	<i>Calamagrostis heterophylla</i> (Wedd.) Pilg.	Herbáceo
60	Poaceae	<i>Calamagrostis minima</i> (Pilg.) Tovar	Herbáceo
61	Poaceae	<i>Calamagrostis rigescens</i> (J.Presl) Scribn.	Herbáceo
62	Poaceae	<i>Calamagrostis spiciformis</i> Hack.	Herbáceo
63	Poaceae	<i>Calamagrostis vicunarum</i> (Wedd.) Pilg.	Herbáceo
64	Poaceae	<i>Paspalum pygmaeum</i> Hack.	Herbáceo
65	Poaceae	<i>Poa aequigluma</i> Tovar	Herbáceo
66	Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia</i> sp.	Subarbustivo
67	Ranunculaceae	<i>Ranunculus flagelliformis</i> Sm.	Herbáceo
68	Rosaceae	<i>Alchemilla diplophylla</i> Diels.	Herbáceo
69	Rosaceae	<i>Alchemilla pinnata</i> Ruiz & Pav.	Herbáceo

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 13. Variables biológicas por época y unidad de evaluación para el Sitio 1

Método	Índices	T1	T2	T3	T4	T5
Cobertura repetida	d_h	3.452	3.908	2.868	3.104	2.821
	d_s	1.673	2.543	2.849	2.349	2.282
	J_h	0.76	0.7192	0.7544	0.8715	0.8174
	J_s	0.8186	0.7716	0.744	0.794	0.7954
	(1-D)_h	0.8493	0.8066	0.7622	0.8753	0.8521
	(1-D)_s	0.8267	0.8164	0.8321	0.8169	0.7986
	H_h	2.238	2.19	1.991	2.36	2.214
	H_s	1.885	2.036	2.108	1.973	1.977
Transecto al paso	d_h	1.972	2.41	2.233	2.463	2.239
	d_s	1.559	1.556	2.269	1.789	1.791
	J_h	0.7781	0.7875	0.9424	0.8133	0.8268
	J_s	0.8141	0.7523	0.8185	0.7409	0.7655
	(1-D)_h	0.7578	0.7977	0.8431	0.8038	0.8175
	(1-D)_s	0.7807	0.721	0.8224	0.6976	0.7626
	H_h	1.792	1.957	1.96	1.95	1.982
	H_s	1.693	1.564	1.963	1.541	1.682
Cuadrado	d_h	3.815	2.01	2.629	1.963	2.239
	d_s	2.611	2.66	2.496	1.526	1.745
	J_h	0.8558	0.6882	0.7484	0.8566	0.7472
	J_s	0.4976	0.7264	0.6938	0.5293	0.8282
	(1-D)_h	0.8743	0.6968	0.7958	0.8311	0.7721
	(1-D)_s	0.5108	0.784	0.6862	0.4567	0.8047
	H_h	2.373	1.585	1.92	1.972	1.792
	H_s	1.276	1.863	1.724	1.03	1.82

FUENTE: Elaboración propia, basado en resultados del Programa Past

Descripción: h= Época húmeda; s= Época seca; H= diversidad de Shannon-Wiener; 1-D=dominancia de Simpson; d= riqueza de Margalef; J= equidad de Pielou

ANEXO 14. Variables biológicas por época y unidad de evaluación para el Sitio 2

Método	Índices	T1	T2	T3	T4	T5
Cobertura repetida	d_h	5.368	4.233	4.465	4.477	3.727
	d_s	1.66	2.042	2.832	3.215	3.197
	J_h	0.8926	0.896	0.8804	0.7587	0.8686
	J_s	0.7614	0.7032	0.7906	0.863	0.9085
	(1-D)_h	0.9395	0.9303	0.9218	0.8746	0.9106
	(1-D)_s	0.7726	0.6913	0.8549	0.9017	0.9135
	H_h	3.036	2.884	2.834	2.472	2.644
	H_s	1.673	1.619	2.24	2.541	2.626
Transecto al paso	d_h	3.926	3.053	2.823	2.606	2.823
	d_s	1.369	1.478	2.171	2.212	2.354
	J_h	0.9279	0.9299	0.8258	0.8202	0.8604
	J_s	0.7379	0.6784	0.8927	0.8904	0.9717
	(1-D)_h	0.9213	0.9038	0.8464	0.8384	0.8688
	(1-D)_s	0.7025	0.6278	0.8608	0.8554	0.898
	H_h	2.732	2.518	2.179	2.104	2.271
	H_s	1.436	1.32	2.141	2.135	2.33
Cuadrado	d_h	2.606	2.181	3.474	1.749	3.583
	d_s	1.534	1.039	2.389	2.181	1.588
	J_h	0.7635	0.7422	0.8052	0.8862	0.818
	J_s	0.7972	0.4858	0.7325	0.8497	0.8332
	(1-D)_h	0.7958	0.7718	0.8606	0.8343	0.8545
	(1-D)_s	0.7639	0.4074	0.7494	0.8282	0.7799
	H_h	1.958	1.78	2.281	1.947	2.317
	H_s	1.658	0.7818	1.82	2.037	1.733

FUENTE: Elaboración propia, basado en resultados del Programa Past

Descripción: h= Época húmeda; s= Época seca; H= diversidad de Shannon-Wiener; 1-D=dominancia de Simpson; d= riqueza de Margalef; J= equidad de Pielou

ANEXO 15. Índices de Similitud de Morisita-Horn para el Sitio 1

	M1_H	M1_S	M2_H	M2_S	M3_H	M3_S
M1_H	1	0.82596	0.91604	0.8752	0.93703	0.88266
M1_S	0.82596	1	0.70583	0.91796	0.75368	0.90553
M2_H	0.91604	0.70583	1	0.85818	0.95568	0.863
M2_S	0.8752	0.91796	0.85818	1	0.86964	0.93763
M3_H	0.93703	0.75368	0.95568	0.86964	1	0.87695
M3_S	0.88266	0.90553	0.863	0.93763	0.87695	1

FUENTE: Elaboración propia, basado en los resultados del Programa Past

Descripción: M1=Método de cobertura repetida; M2 = Método de transección al paso; M3 = Método del Cuadrado; S=Época seca; H =Época húmeda

ANEXO 16. Índices de Similitud de Morisita-Horn para el Sitio 2

	M1_H	M1_S	M2_H	M2_S	M3_H	M3_S
M1_H	1	0.71462	0.71583	0.62617	0.666	0.55314
M1_S	0.71462	1	0.56832	0.83273	0.62325	0.84593
M2_H	0.71583	0.56832	1	0.61089	0.52729	0.42507
M2_S	0.62617	0.83273	0.61089	1	0.5537	0.83482
M3_H	0.666	0.62325	0.52729	0.5537	1	0.53883
M3_S	0.55314	0.84593	0.42507	0.83482	0.53883	1

FUENTE: Elaboración propia, basado en los resultados del Programa Past

Descripción: M1=Método de cobertura repetida; M2 = Método de transección al paso; M3 = Método del Cuadrado; S=Época seca; H =Época húmeda

ANEXO 17. Índice de Similitud de Morisita-Horn por transecto y método - Época húmeda - Sitio 1

	CR_T1_H	CR_T2_H	CR_T3_H	CR_T4_H	CR_T5_H	TP_T1_H	TP_T2_H	TP_T3_H	TP_T4_H	TP_T5_H	G_T1_H	G_T2_H	G_T3_H	G_T4_H	G_T5_H
CR_T1_H	1	0.25305	0.098067	0.5425	0.19752	0.86053	0.20274	0.26119	0.081037	0.42714	0.6284	0.060412	0.62944	0.45985	0.20691
CR_T2_H	0.25305	1	0.86651	0.31186	0.73353	0.18156	0.884	0.41615	0.76628	0.75658	0.3252	0.83658	0.49849	0.70996	0.78311
CR_T3_H	0.098067	0.86651	1	0.22552	0.78593	0.1232	0.86839	0.58271	0.70735	0.84693	0.18906	0.92416	0.50829	0.74997	0.84548
CR_T4_H	0.5425	0.31186	0.22552	1	0.29535	0.64639	0.49288	0.51232	0.55021	0.47367	0.20647	0.20426	0.75024	0.48881	0.33167
CR_T5_H	0.19752	0.73353	0.78593	0.29535	1	0.22332	0.79212	0.51268	0.60964	0.72987	0.32068	0.74546	0.49481	0.7793	0.79774
TP_T1_H	0.86053	0.18156	0.1232	0.64639	0.22332	1	0.25391	0.34045	0.078659	0.47144	0.51963	0.11026	0.81575	0.56989	0.29545
TP_T2_H	0.20274	0.884	0.86839	0.49288	0.79212	0.25391	1	0.55484	0.86542	0.8042	0.18683	0.88241	0.66311	0.82366	0.8662
TP_T3_H	0.26119	0.41615	0.58271	0.51232	0.51268	0.34045	0.55484	1	0.54349	0.64502	0.22322	0.40376	0.52927	0.44667	0.38961
TP_T4_H	0.081037	0.76628	0.70735	0.55021	0.60964	0.078659	0.86542	0.54349	1	0.63224	0.10502	0.66067	0.4611	0.55322	0.63925
TP_T5_H	0.42714	0.75658	0.84693	0.47367	0.72987	0.47144	0.8042	0.64502	0.63224	1	0.26767	0.74122	0.7153	0.80787	0.8255
G_T1_H	0.6284	0.3252	0.18906	0.20647	0.32068	0.51963	0.18683	0.22322	0.10502	0.26767	1	0.14753	0.29839	0.46725	0.17973
G_T2_H	0.060412	0.83658	0.92416	0.20426	0.74546	0.11026	0.88241	0.40376	0.66067	0.74122	0.14753	1	0.50296	0.78206	0.87257
G_T3_H	0.62944	0.49849	0.50829	0.75024	0.49481	0.81575	0.66311	0.52927	0.4611	0.7153	0.29839	0.50296	1	0.7977	0.66223
G_T4_H	0.45985	0.70996	0.74997	0.48881	0.7793	0.56989	0.82366	0.44667	0.55322	0.80787	0.46725	0.78206	0.7977	1	0.85071
G_T5_H	0.20691	0.78311	0.84548	0.33167	0.79774	0.29545	0.8662	0.38961	0.63925	0.8255	0.17973	0.87257	0.66223	0.85071	1

FUENTE: Elaboración propia, basado en los resultados del Programa Past

Descripción: CR=Método de cobertura repetida; TP = Método de transección al paso; G = Método del Cuadrado; S=Época seca; H =Época húmeda

ANEXO 18. Índice de Similitud de Morisita-Horn por transecto y método - Época seca - Sitio 1

	CR_T1_S	CR_T2_S	CR_T3_S	CR_T4_S	CR_T5_S	TP_T1_S	TP_T2_S	TP_T3_S	TP_T4_S	TP_T5_S	G_T1_S	G_T2_S	G_T3_S	G_T4_S	G_T5_S
CR_T1_S	1	0.61847	0.30288	0.63111	0.67848	0.64571	0.44556	0.37286	0.39989	0.41475	0.16651	0.72368	0.39134	0.38738	0.46431
CR_T2_S	0.61847	1	0.088976	0.37961	0.54515	0.93941	0.93637	0.13668	0.30144	0.71834	0.72347	0.80963	0.11165	0.31005	0.75913
CR_T3_S	0.30288	0.088976	1	0.29999	0.057174	0.024057	0.07051	0.84195	0.060613	0.025984	0.050749	0.065978	0.69775	0.009825	0.12686
CR_T4_S	0.63111	0.37961	0.29999	1	0.72714	0.485	0.23508	0.3982	0.77197	0.62458	0.054528	0.55264	0.36993	0.64286	0.52326
CR_T5_S	0.67848	0.54515	0.057174	0.72714	1	0.70742	0.36263	0.10901	0.75562	0.81548	0.14202	0.72444	0.071018	0.79679	0.75178
TP_T1_S	0.64571	0.93941	0.024057	0.485	0.70742	1	0.82577	0.052481	0.50484	0.8212	0.68238	0.81232	0.022619	0.52814	0.79196
TP_T2_S	0.44556	0.93637	0.07051	0.23508	0.36263	0.82577	1	0.10328	0.159	0.62914	0.7848	0.75966	0.084115	0.17699	0.66734
TP_T3_S	0.37286	0.13668	0.84195	0.3982	0.10901	0.052481	0.10328	1	0.085371	0.045938	0.051726	0.11304	0.71308	0.037154	0.20156
TP_T4_S	0.39989	0.30144	0.060613	0.77197	0.75562	0.50484	0.159	0.085371	1	0.67115	0.030623	0.50193	0.069664	0.84585	0.50351
TP_T5_S	0.41475	0.71834	0.025984	0.62458	0.81548	0.8212	0.62914	0.045938	0.67115	1	0.51129	0.66518	0.013224	0.70558	0.81092
G_T1_S	0.16651	0.72347	0.050749	0.054528	0.14202	0.68238	0.7848	0.051726	0.030623	0.51129	1	0.32516	0.061052	0.032994	0.55949
G_T2_S	0.72368	0.80963	0.065978	0.55264	0.72444	0.81232	0.75966	0.11304	0.50193	0.66518	0.32516	1	0.054633	0.53861	0.67164
G_T3_S	0.39134	0.11165	0.69775	0.36993	0.071018	0.022619	0.084115	0.71308	0.069664	0.013224	0.061052	0.054633	1	0.015066	0.19455
G_T4_S	0.38738	0.31005	0.009825	0.64286	0.79679	0.52814	0.17699	0.037154	0.84585	0.70558	0.032994	0.53861	0.015066	1	0.55425
G_T5_S	0.46431	0.75913	0.12686	0.52326	0.75178	0.79196	0.66734	0.20156	0.50351	0.81092	0.55949	0.67164	0.19455	0.55425	1

FUENTE: Elaboración propia, basado en los resultados del Programa Past

Descripción: CR=Método de cobertura repetida; TP = Método de transección al paso; G = Método del Cuadrado; S=Época seca; H =Época húmeda

ANEXO 19. Índice de Similitud de Morisita-Horn por transecto y método - Época húmeda - Sitio 2

	CR_T1_H	CR_T2_H	CR_T3_H	CR_T4_H	CR_T5_H	TP_T1_H	TP_T2_H	TP_T3_H	TP_T4_H	TP_T5_H	G_T1_H	G_T2_H	G_T3_H	G_T4_H	G_T5_H
CR_T1_H	1	0.45162	0.32968	0.40807	0.23042	0.49404	0.3098	0.35857	0.12171	0.29706	0.41732	0.19232	0.36421	0.25872	0.14382
CR_T2_H	0.45162	1	0.24184	0.17327	0.065657	0.40024	0.62445	0.07413	0.19323	0.13458	0.32433	0.68408	0.2243	0.35886	0.040531
CR_T3_H	0.32968	0.24184	1	0.34598	0.34502	0.53953	0.1842	0.56725	0.156	0.28655	0.15739	0.10668	0.45618	0.19883	0.23032
CR_T4_H	0.40807	0.17327	0.34598	1	0.097488	0.23149	0.38767	0.093768	0.29337	0.08203	0.15829	0.055533	0.12775	0.75134	0.045938
CR_T5_H	0.23042	0.065657	0.34502	0.097488	1	0.3813	0.13156	0.36929	0.028303	0.71359	0.015918	0.02162	0.17895	0.05591	0.75667
TP_T1_H	0.49404	0.40024	0.53953	0.23149	0.3813	1	0.23333	0.61141	0.214	0.26833	0.3852	0.36228	0.52584	0.2944	0.2616
TP_T2_H	0.3098	0.62445	0.1842	0.38767	0.13156	0.23333	1	0.049017	0.25014	0.1041	0.14946	0.2991	0.123	0.33418	0.067945
TP_T3_H	0.35857	0.07413	0.56725	0.093768	0.36929	0.61141	0.049017	1	0.10406	0.3118	0.1621	0.057723	0.45597	0.024539	0.31362
TP_T4_H	0.12171	0.19323	0.156	0.29337	0.028303	0.214	0.25014	0.10406	1	0.10109	0.079825	0.025128	0.093023	0.13985	0.010481
TP_T5_H	0.29706	0.13458	0.28655	0.08203	0.71359	0.26833	0.1041	0.3118	0.10109	1	0.0011926	0.080625	0.1493	0.083337	0.77775
G_T1_H	0.41732	0.32433	0.15739	0.15829	0.015918	0.3852	0.14946	0.1621	0.079825	0.0011926	1	0.29685	0.64726	0.085843	0.019066
G_T2_H	0.19232	0.68408	0.10668	0.055533	0.02162	0.36228	0.2991	0.057723	0.025128	0.080625	0.29685	1	0.23648	0.41338	0.0075326
G_T3_H	0.36421	0.2243	0.45618	0.12775	0.17895	0.52584	0.123	0.45597	0.093023	0.1493	0.64726	0.23648	1	0.027033	0.14445
G_T4_H	0.25872	0.35886	0.19883	0.75134	0.05591	0.2944	0.33418	0.024539	0.13985	0.083337	0.085843	0.41338	0.027033	1	0.01371
G_T5_H	0.14382	0.040531	0.23032	0.045938	0.75667	0.2616	0.067945	0.31362	0.010481	0.77775	0.019066	0.0075326	0.14445	0.01371	1

FUENTE: Elaboración propia, basado en los resultados del Programa Past

Descripción: CR=Método de cobertura repetida; TP = Método de transección al paso; G = Método del Cuadrado; S=Época seca; H =Época húmeda

ANEXO 20. Índice de Similitud de Morisita-Horn por transecto y método - Época seca - Sitio 2

0	CR_T1_H	CR_T2_H	CR_T3_H	CR_T4_H	CR_T5_H	TP_T1_H	TP_T2_H	TP_T3_H	TP_T4_H	TP_T5_H	G_T1_H	G_T2_H	G_T3_H	G_T4_H	G_T5_H
CR_T1_H	1	0.69123	0.42814	0.074846	0.30631	0.6192	0.81634	0.3256	0.037704	0.27699	0.5162	0.56418	0.32328	0.057723	0.1389
CR_T2_H	0.69123	1	0.057525	0.015092	0.1573	0.75837	0.88437	0.095831	0.011695	0.20018	0.23035	0.87054	0.017442	0.0031075	0.016873
CR_T3_H	0.42814	0.057525	1	0.38966	0.5455	0.21082	0.11361	0.84316	0.27266	0.32727	0.5869	0.014624	0.81544	0.29341	0.27466
CR_T4_H	0.074846	0.015092	0.38966	1	0.5746	0.16938	0.021718	0.39802	0.90963	0.50503	0.25845	0.04152	0.31169	0.76236	0.45908
CR_T5_H	0.30631	0.1573	0.5455	0.5746	1	0.3102	0.10908	0.66372	0.45371	0.79036	0.58182	0.095837	0.53745	0.38497	0.61376
TP_T1_H	0.6192	0.75837	0.21082	0.16938	0.3102	1	0.76723	0.32059	0.17702	0.43622	0.60906	0.84262	0.2536	0.085885	0.15197
TP_T2_H	0.81634	0.88437	0.11361	0.021718	0.10908	0.76723	1	0.075523	0.029011	0.2036	0.21967	0.88216	0.011074	0.007762	0.0142
TP_T3_H	0.3256	0.095831	0.84316	0.39802	0.66372	0.32059	0.075523	1	0.25737	0.61113	0.66056	0.077922	0.81683	0.32023	0.47517
TP_T4_H	0.037704	0.011695	0.27266	0.90963	0.45371	0.17702	0.029011	0.25737	1	0.45327	0.20461	0.056469	0.18812	0.84548	0.29657
TP_T5_H	0.27699	0.20018	0.32727	0.50503	0.79036	0.43622	0.2036	0.61113	0.45327	1	0.49816	0.20654	0.35649	0.46205	0.60353
G_T1_H	0.5162	0.23035	0.5869	0.25845	0.58182	0.60906	0.21967	0.66056	0.20461	0.49816	1	0.23749	0.71184	0.1626	0.32634
G_T2_H	0.56418	0.87054	0.014624	0.04152	0.095837	0.84262	0.88216	0.077922	0.056469	0.20654	0.23749	1	0.0025234	0.015338	0.019157
G_T3_H	0.32328	0.017442	0.81544	0.31169	0.53745	0.2536	0.011074	0.81683	0.18812	0.35649	0.71184	0.0025234	1	0.29617	0.41246
G_T4_H	0.057723	0.0031075	0.29341	0.76236	0.38497	0.085885	0.007762	0.32023	0.84548	0.46205	0.1626	0.015338	0.29617	1	0.3353
G_T5_H	0.1389	0.016873	0.27466	0.45908	0.61376	0.15197	0.0142	0.47517	0.29657	0.60353	0.32634	0.019157	0.41246	0.3353	1

FUENTE: Elaboración propia, basado en los resultados del Programa Past

Descripción: CR=Método de cobertura repetida; TP = Método de transección al paso; G = Método del Cuadrado; S=Época seca; H =Época húmeda

ANEXO 21. Resultados del ANOSIM con el índice Morisita-Horn por método, sitio y época de evaluación

	CR_B1_H	TP_B1_H	G_B1_H	CR_B1_S	TP_B1_S	G_B1_S	CR_B2_H	TP_B2_H	G_B2_H	CR_B2_S	TP_B2_S	G_B2_S
CR_B1_H	0	0.8515	0.6821	0.3214	0.7056	0.7518	0.0073	0.0082	0.3462	0.0073	0.0083	0.0075
TP_B1_H	0.8515	0	0.4706	0.0452	0.3331	0.2908	0.009	0.0101	0.1643	0.0083	0.0082	0.0079
G_B1_H	0.6821	0.4706	0	0.1954	0.4429	0.5766	0.0083	0.0105	0.194	0.0146	0.0152	0.0179
CR_B1_S	0.3214	0.0452	0.1954	0	0.7447	0.8688	0.0319	0.0094	0.4576	0.0792	0.0787	0.2245
TP_B1_S	0.7056	0.3331	0.4429	0.7447	0	0.8547	0.0323	0.0249	0.6294	0.0496	0.0859	0.1364
G_B1_S	0.7518	0.2908	0.5766	0.8688	0.8547	0	0.0152	0.0135	0.7016	0.0658	0.0528	0.151
CR_B2_H	0.0073	0.009	0.0083	0.0319	0.0323	0.0152	0	0.8537	0.5525	0.5299	0.4041	0.1451
TP_B2_H	0.0082	0.0101	0.0105	0.0094	0.0249	0.0135	0.8537	0	0.4655	0.3014	0.4036	0.1158
G_B2_H	0.3462	0.1643	0.194	0.4576	0.6294	0.7016	0.5525	0.4655	0	0.3004	0.2791	0.2817
CR_B2_S	0.0073	0.0083	0.0146	0.0792	0.0496	0.0658	0.5299	0.3014	0.3004	0	0.7928	0.7383
TP_B2_S	0.0083	0.0082	0.0152	0.0787	0.0859	0.0528	0.4041	0.4036	0.2791	0.7928	0	0.7683
G_B2_S	0.0075	0.0079	0.0179	0.2245	0.1364	0.151	0.1451	0.1158	0.2817	0.7383	0.7683	0

FUENTE: Elaboración propia, basado en los resultados del Programa Past

Descripción: CR=Método de cobertura repetida; TP = Método de transección al paso; G = Método del Cuadrado; S=Época seca;

H =Época húmeda

ANEXO 22. Resultados de la cobertura porcentual mediante el método de Cobertura repetida, por transecto y época – Sitio 1

Especies	Cobertura repetida									
	T1_H	T1_S	T2_H	T2_S	T3_H	T3_S	T4_H	T4_S	T5_H	T5_S
<i>Aciachne acicularis</i>	0	0	0	0	0	2	0	4	0	0
<i>Aciachne pulvinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Arenaria dygina</i>	1	2	2	2	0	4	0	0	2	0
<i>Baccharis caespitosa</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Bartsia pedicularoides</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa kunthiana</i>	0	0	0	0	0	16	0	2	0	0
<i>Calamagrostis chrysantha</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2
<i>Calamagrostis heterophylla</i>	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis minima</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis rigescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis spiciformis</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	2	22	0	8	0	6	0	24	0	8
<i>Callitriche heterophylla</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
<i>Carex humahuacaensis</i>	0	0	0	0	2	18	2	0	0	4
<i>Castilleja pumila</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Cotula mexicana</i>	4	0	0	0	0	62	0	0	0	0
<i>Cuatrecasasiella isernii</i>	26	12	0	4	0	0	0	0	6	2
<i>Distichia muscoides</i>	54	4	8	54	4	0	22	0	3	4
<i>Eleocharis albibracteata</i>	1	38	12	8	4	76	4	18	0	2
<i>Eleocharis sp.</i>	18	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentiana sedifolia</i>	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
<i>Halenia caespitosa</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	16	0	4	0	0	2	0	0	0	0
<i>Juncus cf. Stipulatus</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Juncus sp.</i>	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Juncus stipulatus</i>	16	0	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alchemilla diplophylla</i>	0	0	2	2	2	6	8	0	0	0
<i>Alchemilla pinnata</i>	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0
<i>Lilaeopsis macloviana</i>	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
<i>Lobelia oligophylla</i>	2	0	0	0	0	42	0	0	0	0
<i>Luzula racemosa</i>	0	0	2	0	0	24	2	0	2	2
<i>Myrosmodes sp.</i>	6	1	0	4	0	0	0	0	0	0
<i>Oreomirrhys andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Oritrophium limnophilum</i>	2	4	1	2	4	2	2	4	28	14
<i>Ourisia muscosa</i>	1	0	0	0	4	0	0	0	4	0
<i>Phylloscirpus acaulis</i>	3	48	2	34	4	1	8	4	18	12
<i>Phylloscirpus deserticola</i>	4	0	12	0	4	0	6	0	4	0

Continuación

Especies	Cobertura repetida									
	T1_H	T1_S	T2_H	T2_S	T3_H	T3_S	T4_H	T4_S	T5_H	T5_S
<i>Plantago rigida</i>	0	0	0	0	0	0	8	12	2	0
<i>Plantago</i> sp.	0	0	14	0	2	0	16	0	6	0
<i>Plantago tubulosa</i>	1	38	64	24	42	0	3	32	38	48
<i>Ranunculus flageliformis</i>	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0
<i>Werneria heteroloba</i>	1	0	2	0	0	0	0	2	0	0
<i>Werneria pinnatifida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Werneria pygmaea</i>	24	48	26	14	1	0	0	0	12	14
<i>Zameioscirpus muticus</i>	0	0	1	6	12	0	0	0	14	12
<i>Zameioscirpus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración propia, basado en los resultados del cálculo de las coberturas porcentuales

Descripción: T1, T2, T3, T4, T5=Unidad de evaluación; S=Época seca; H =Época húmeda

ANEXO 23. Resultados de la cobertura porcentual mediante el método de Transección al paso, por transecto y época – Sitio 1

Especies	Transección al paso									
	T1_H	T1_S	T2_H	T2_S	T3_H	T3_S	T4_H	T4_S	T5_H	T5_S
<i>Aciachne acicularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aciachne pulvinata</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Arenaria dygina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis caespitosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia pedicularoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa kunthiana</i>	0	0	0	0	0	12	0	2	0	0
<i>Calamagrostis chrysantha</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	6	1
<i>Calamagrostis heterophylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis minima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis rigescens</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis spiciformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	0	4	0	4	0	6	0	2	0	8
<i>Callitriche heterophylla</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Carex humahuacaensis</i>	0	0	0	2	2	1	2	0	0	4
<i>Castilleja pumila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cotula mexicana</i>	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0
<i>Cuatrecasasiella isernii</i>	12	4	0	2	0	0	0	0	4	2
<i>Distichia muscoides</i>	42	28	8	38	3	0	2	0	18	22
<i>Eleocharis albibracteata</i>	0	1	2	4	0	24	0	2	0	0
<i>Eleocharis sp.</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentiana sedifolia</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Halenia caespitosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Juncus cf. Stipulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Juncus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Juncus stipulatus</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alchemilla diplophylla</i>	0	0	0	0	0	8	2	0	0	0
<i>Alchemilla pinnata</i>	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0
<i>Lilaeopsis macloviana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lobelia oligophylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luzula racemosa</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0
<i>Myrosmodes sp.</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oreomirrhys andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Oritrophium limnophilum</i>	2	0	4	0	0	6	2	0	4	2

Continuación

Especies	Transección al paso									
	T1_H	T1_S	T2_H	T2_S	T3_H	T3_S	T4_H	T4_S	T5_H	T5_S
<i>Ourisia muscosa</i>	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Phylloscirpus acaulis</i>	12	14	12	26	1	2	0	0	1	2
<i>Phylloscirpus deserticola</i>	2	0	8	0	0	0	4	0	6	0
<i>Plantago rigida</i>	0	0	0	0	0	0	6	12	0	0
<i>Plantago sp.</i>	0	0	16	0	4	0	16	0	2	0
<i>Plantago tubulosa</i>	0	24	36	8	3	0	18	24	28	32
<i>Ranunculus flageliformis</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0
<i>Werneria heteroloba</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Werneria pinnatifida</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Werneria pygmaea</i>	8	12	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Zameioscirpus muticus</i>	0	0	2	6	6	0	0	0	12	14
<i>Zameioscirpus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración propia, basado en los resultados del cálculo de las coberturas porcentuales

Descripción: T1, T2, T3, T4, T5=Unidad de evaluación; S=Época seca; H =Época húmeda

ANEXO 24. Resultados de la cobertura porcentual mediante el método del Cuadrado, por transecto y época – Sitio 1

Especies	Cuadrado									
	G1_H	G1_S	G2_H	G2_S	G3_H	G3_S	G4_H	G4_S	G5_H	G5_S
<i>Aciachne acicularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aciachne pulvinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arenaria dygina</i>	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0
<i>Baccharis caespitosa</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Bartsia pedicularoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa kunthiana</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Calamagrostis chrysantha</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	12	0
<i>Calamagrostis heterophylla</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis minima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis rigescens</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis spiciformis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	1	2	0	6	0	0	0	3	0	1
<i>Callitriche heterophylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex humahuacaensis</i>	0	4	0	0	1	4	0	0	0	6
<i>Castilleja pumila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cotula mexicana</i>	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Cuatrecasasiella isernii</i>	12	1	1	5	1	0	11	0	1	0
<i>Distichia muscoides</i>	4	68	0	13	34	0	16	0	9	25
<i>Eleocharis albibracteata</i>	1	4	6	2	0	44	0	0	0	6
<i>Eleocharis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentiana sedifolia</i>	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Halenia caespitosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Juncus cf. Stipulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Juncus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Juncus stipulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alchemilla diplophylla</i>	1	0	0	0	3	5	0	0	0	0
<i>Alchemilla pinnata</i>	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0
<i>Lilaeopsis macloviana</i>	0	0	0	0	0	7	0	1	0	0
<i>Lobelia oligophylla</i>	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0
<i>Luzula racemosa</i>	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0
<i>Myrosmodes sp.</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Oreomirrhys andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oritrophium limnophilum</i>	0	1	1	3	1	5	5	4	7	22
<i>Ourisia muscosa</i>	7	1	0	0	4	0	7	0	0	0
<i>Phylloscirpus acaulis</i>	1	2	16	31	17	0	18	1	14	7

Continuación

Especies	Cuadrado									
	G1_H	G1_S	G2_H	G2_S	G3_H	G3_S	G4_H	G4_S	G5_H	G5_S
<i>Phylloscirpus deserticola</i>	1	0	8	0	0	0	7	0	0	0
<i>Plantago rigida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Plantago</i> sp.	0	0	1	0	7	0	0	0	1	0
<i>Plantago tubulosa</i>	2	2	44	24	18	0	28	37	35	25
<i>Ranunculus flageliformis</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	5	0
<i>Werneria heteroloba</i>	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Werneria pinnatifida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Werneria pygmaea</i>	9	11	0	1	1	0	2	0	1	2
<i>Zameioscirpus muticus</i>	0	0	6	1	0	0	0	0	0	4
<i>Zameioscirpus</i> sp.	0	0	1	0	5	0	0	0	1	0

FUENTE: Elaboración propia, basado en los resultados del cálculo de las coberturas porcentuales
 Descripción: G1, G2, G3, G4, G5=Unidad de evaluación; S=Época seca; H =Época húmeda

ANEXO 25. Resultados de la cobertura porcentual mediante el método de Cobertura repetida, por transecto y época – Sitio 2

Especies	Cobertura repetida									
	T1_H	T1_S	T2_H	T2_S	T3_H	T3_S	T4_H	T4_S	T5_H	T5_S
<i>Aciachne acicularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aciachne pulvinata</i>	14	38	0	42	38	0	4	0	26	4
<i>Agrostis breviculmis</i>	6	4	0	0	4	0	2	2	0	4
<i>Agrostis minima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
<i>Arenaria dygina</i>	4	0	4	0	8	4	0	6	0	0
<i>Baccharis caespitosa</i>	0	0	0	2	0	2	0	0	36	0
<i>Belloa kunthiana</i>	12	0	2	0	4	14	18	0	10	10
<i>Bromus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0
<i>Calamagrostis chrysantha</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis heterophylla</i>	6	36	0	4	8	30	0	0	2	2
<i>Calamagrostis minima</i>	0	0	0	14	20	0	0	2	0	12
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	0	0	0	2	16	6	2	20	2	16
<i>Carex humahuacaensis</i>	2	18	4	8	22	18	24	0	4	16
<i>Castilleja pumila</i>	0	0	2	0	0	2	4	0	0	0
<i>Cotula mexicana</i>	12	0	2	0	0	56	46	14	0	4
<i>Cotula sp.</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Cuatrecasasiella isernii</i>	2	0	26	0	0	0	0	20	0	0
<i>Distichia muscoides</i>	2	0	40	0	0	0	2	32	0	4
<i>Eleocharis albibracteata</i>	24	20	16	0	4	70	14	20	0	32
<i>Eleocharis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gamochoeta sp.</i>	0	2	0	0	0	2	2	0	4	2
<i>Gentiana sedifolia</i>	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0
<i>Gentianella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geranium sessiliflorum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
<i>Halenia caespitosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Hypochaeris cf. meyeniana</i>	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	2	0	10	0	16	2	4	0	0	0
<i>Isoetes andicola</i>	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0
<i>Juncus cf. Stipulatus</i>	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Juncus sp.</i>	0	0	8	0	16	0	52	0	0	0
<i>Juncus stipulatus</i>	2	0	2	0	10	0	2	0	0	0
<i>Lachemilla diplophylla</i>	24	0	22	0	0	6	10	28	0	26
<i>Lachemilla pinnata</i>	2	0	0	2	0	6	6	0	12	8
<i>Lilaeopsis macloviana</i>	6	0	0	0	2	6	0	12	0	10
<i>Lilaeopsis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Lobelia oligophylla</i>	6	0	12	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luzula racemosa</i>	20	0	14	2	0	0	2	0	12	0

Continuación

Especies	Cobertura repetida									
	T1_H	T1_S	T2_H	T2_S	T3_H	T3_S	T4_H	T4_S	T5_H	T5_S
<i>Misbrookea strigosissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Muehlenbeckia sp.</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
<i>Myrosmodes sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Oreomyrrhis andicola</i>	0	0	2	2	2	6	0	0	0	0
<i>Oritrophium limnophilum</i>	12	0	0	0	4	44	52	12	0	6
<i>Ourisia muscosa</i>	2	0	4	0	0	0	0	2	0	0
<i>Oxalis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Paranephelium ovatus</i>	2	2	8	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paspalum pygmaeum</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Phylloscirpus acaulis</i>	4	0	32	0	10	10	0	54	0	8
<i>Phylloscirpus boliviensis</i>	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago rigida</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago seríceea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
<i>Plantago sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago tubulosa</i>	14	0	6	0	4	0	2	22	0	18
<i>Poa aequigluma</i>	2	0	0	0	4	0	2	2	12	0
<i>Ranunculus flagelliformis</i>	2	0	10	0	2	0	0	0	0	0
<i>Sisyrinchium brevipes</i>	0	0	6	0	6	0	4	0	20	0
<i>Trifolium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
<i>Werneria caespitosa</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Werneria heteroloba</i>	14	2	0	0	2	0	2	0	2	22
<i>Werneria pygmaea</i>	12	0	12	0	2	0	2	14	0	0
<i>Werneria solivifolia</i>	0	0	24	0	8	0	0	0	0	0
<i>Xenophyllum ciliolatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Zameioscirpus muticus</i>	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración propia, basado en los resultados del cálculo de las coberturas porcentuales

Descripción: T1, T2, T3, T4, T5=Unidad de evaluación; S=Época seca; H =Época húmeda

ANEXO 26. Resultados de la cobertura porcentual mediante el método de Transección al paso, por transecto y época – Sitio 2

Especies	Transección al paso									
	T1_H	T1_S	T2_H	T2_S	T3_H	T3_S	T4_H	T4_S	T5_H	T5_S
<i>Aciachne acicularis</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
<i>Aciachne pulvinata</i>	16	34	0	32	28	2	0	0	12	4
<i>Agrostis breviculmis</i>	8	0	0	0	18	0	0	0	0	0
<i>Agrostis minima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arenaria dygina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis caespitosa</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	24	0
<i>Belloa kunthiana</i>	0	0	0	0	0	12	0	0	2	4
<i>Bromus sp.</i>	8	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis chrysantha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis heterophylla</i>	0	0	0	14	14	0	2	0	4	0
<i>Calamagrostis minima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis vicuniarum</i>	4	24	0	4	2	6	12	10	2	10
<i>Carex humahuacaensis</i>	0	4	0	2	0	10	2	0	0	6
<i>Castilleja pumila</i>	4	0	6	0	0	0	20	0	0	0
<i>Cotula mexicana</i>	0	0	8	0	0	18	0	2	0	2
<i>Cotula sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cuatrecasasiella isernii</i>	2	0	20	0	0	0	2	4	0	0
<i>Distichia muscoides</i>	10	0	2	0	0	0	0	20	0	6
<i>Eleocharis albibracteata</i>	0	12	4	0	4	24	0	4	0	6
<i>Eleocharis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
<i>Gamochaeta sp.</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentiana sedifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentianella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geranium sessiliflorum</i>	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Halenia caespitosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris cf. meyeniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Isoetes andicola</i>	0	0	2	0	2	0	28	0	0	0
<i>Juncus cf. stipulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Juncus sp.</i>	4	0	8	0	0	0	4	0	0	0
<i>Juncus stipulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lachemilla diplophylla</i>	2	0	0	0	0	8	2	8	12	8
<i>Lachemilla pinnata</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lilaeopsis macloviana</i>	4	0	0	0	4	0	6	8	10	0
<i>Lilaeopsis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lobelia oligophylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luzula racemosa</i>	2	0	10	2	0	0	0	0	2	0

Continuación

Especies	Transección al paso									
	T1_H	T1_S	T2_H	T2_S	T3_H	T3_S	T4_H	T4_S	T5_H	T5_S
<i>Misbrookea strigosissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Muehlenbeckia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myrosmodes sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oreomyrrhis andicola</i>	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Oritrophium limnophilum</i>	4	0	4	0	2	6	14	6	0	0
<i>Ourisia muscosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Oxalis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius ovatus</i>	2	2	6	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paspalum pygmaeum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phylloscirpus acaulis</i>	4	0	8	0	4	2	0	22	0	0
<i>Phylloscirpus boliviensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago rigida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
<i>Plantago sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago tubulosa</i>	10	0	0	0	2	0	2	6	0	8
<i>Poa aequigluma</i>	0	2	0	0	12	10	0	0	0	8
<i>Ranunculus flagelliformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sisyrinchium brevipes</i>	0	0	6	0	0	0	2	0	16	0
<i>Trifolium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Werneria caespitosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Werneria heteroloba</i>	4	0	0	2	4	2	0	0	2	8
<i>Werneria pygmaea</i>	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Werneria solivifolia</i>	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
<i>Xenophyllum ciliolatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Zameioscirpus muticus</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración propia, basado en los resultados del cálculo de las coberturas porcentuales

Descripción: T1, T2, T3, T4, T5=Unidad de evaluación; S=Época seca; H =Época húmeda

ANEXO 27. Resultados de la cobertura porcentual mediante el método del Cuadrado, por transecto y época – Sitio 2

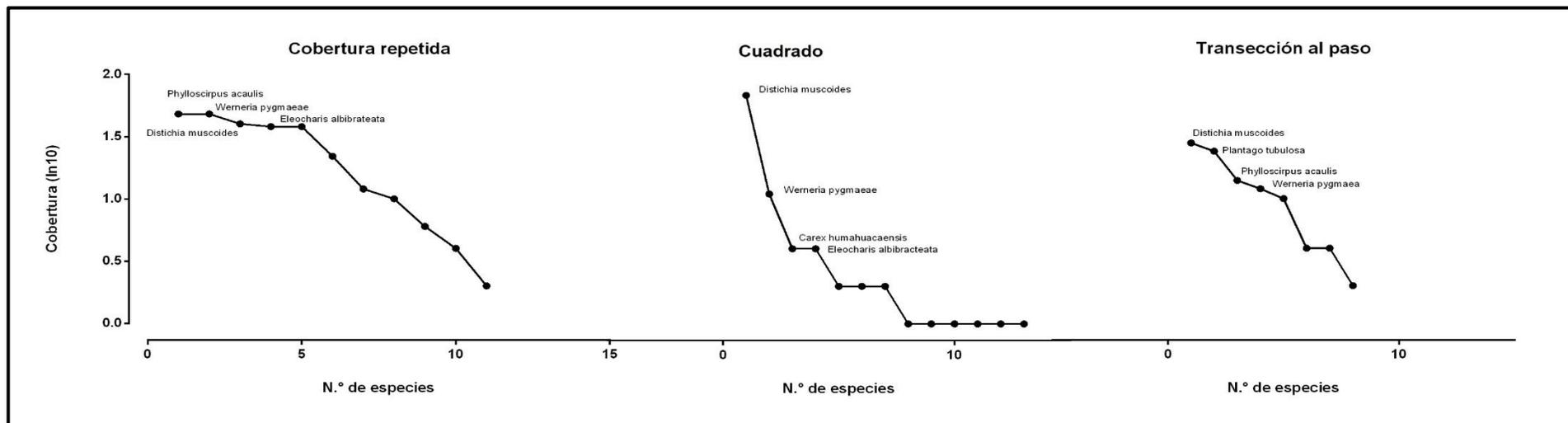
Especies	Cuadrado									
	G1_H	G1_S	G2_H	G2_S	G3_H	G3_S	G4_H	G4_S	G5_H	G5_S
<i>Aciachne acicularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aciachne pulvinata</i>	0	7	0	35	13	0	0	0	10	0
<i>Agrostis breviculmis</i>	2	0	0	0	4	0	0	0	7	0
<i>Agrostis minima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arenaria dygina</i>	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0
<i>Baccharis caespitosa</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	27	0
<i>Belloa kunthiana</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0
<i>Bromus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Calamagrostis chrysantha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis heterophylla</i>	0	2	0	0	5	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis minima</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	1	20	0	9	2	0	0	3	0	3
<i>Carex humahuacaensis</i>	3	19	0	1	0	4	4	0	0	3
<i>Castilleja pumila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cotula mexicana</i>	0	0	0	0	0	20	20	10	0	0
<i>Cotula sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cuatrecasasiella isernii</i>	0	0	3	0	0	0	0	8	0	0
<i>Distichia muscoides</i>	6	0	36	0	0	0	18	33	0	0
<i>Eleocharis albibracteata</i>	22	36	0	0	2	44	0	7	0	13
<i>Eleocharis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gamochoeta sp.</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Gentiana sedifolia</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentianella sp.</i>	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0
<i>Geranium sessiliflorum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Halenia caespitosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
<i>Hypochaeris cf. meyeniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Isoetes andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Juncus cf. Stipulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Juncus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0
<i>Juncus stipulatus</i>	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0
<i>Lachemilla diplophylla</i>	0	0	11	0	0	5	10	11	0	31

Continuación

Especies	Cuadrado									
	G1_H	G1_S	G2_H	G2_S	G3_H	G3_S	G4_H	G4_S	G5_H	G5_S
<i>Lachemilla pinnata</i>	0	0	1	0	0	0	9	0	2	0
<i>Lilaeopsis macloviana</i>	0	0	0	0	0	7	0	6	0	0
<i>Lilaeopsis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lobelia oligophylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luzula racemosa</i>	0	0	5	1	0	1	0	0	2	0
<i>Misbrookea strigosissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muehlenbeckia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myrosmodes sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oreomyrrhis andicola</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Oritrophium limnophilum</i>	4	0	1	0	4	5	7	0	0	0
<i>Ourisia muscosa</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius ovatus</i>	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paspalum pygmaeum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Phylloscirpus acaulis</i>	12	0	25	0	14	0	0	12	0	0
<i>Phylloscirpus boliviensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago rigida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
<i>Plantago sp.</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Plantago tubulosa</i>	36	0	3	0	24	0	0	6	0	13
<i>Poa aequigluma</i>	3	0	0	0	3	6	2	1	0	9
<i>Ranunculus flagelliformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sisyrinchium brevipes</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	7	0
<i>Trifolium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Werneria caespitosa</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	8	0
<i>Werneria heteroloba</i>	0	1	0	0	0	3	0	0	0	1
<i>Werneria pygmaea</i>	5	0	0	0	0	0	0	0	3	9
<i>Werneria solivifolia</i>	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
<i>Xenophyllum ciliolatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Zameioscirpus muticus</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0

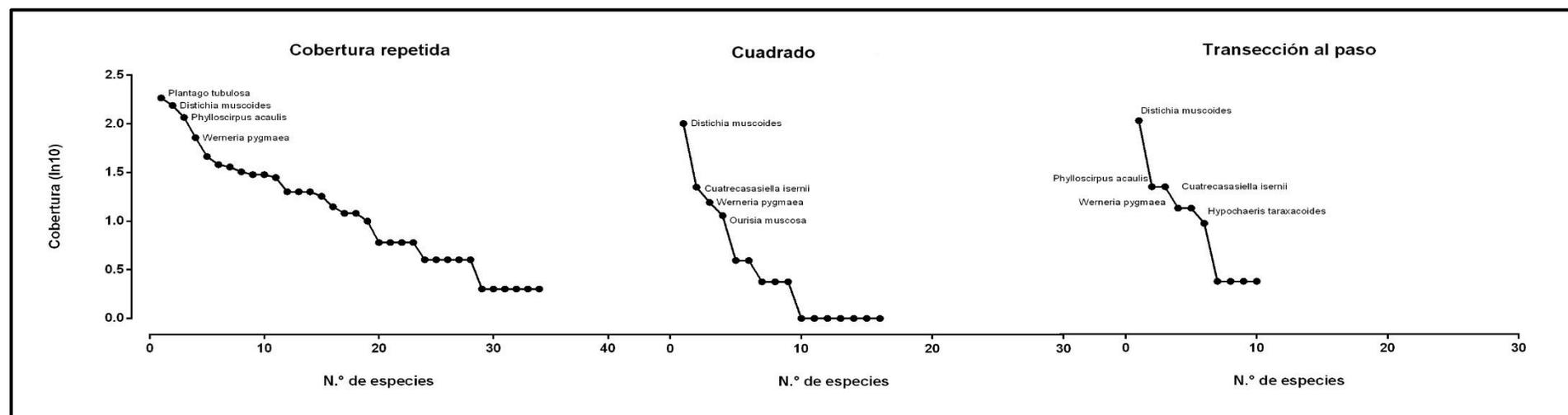
FUENTE: Elaboración propia, basado en los resultados del cálculo de las coberturas porcentuales
 Descripción: G1, G2, G3, G4, G5=Unidad de evaluación; S=Época seca; H =Época húmeda

ANEXO 28. Curvas de Rango-Abundancia para la primera unidad de evaluación durante la época húmeda – Sitio 1



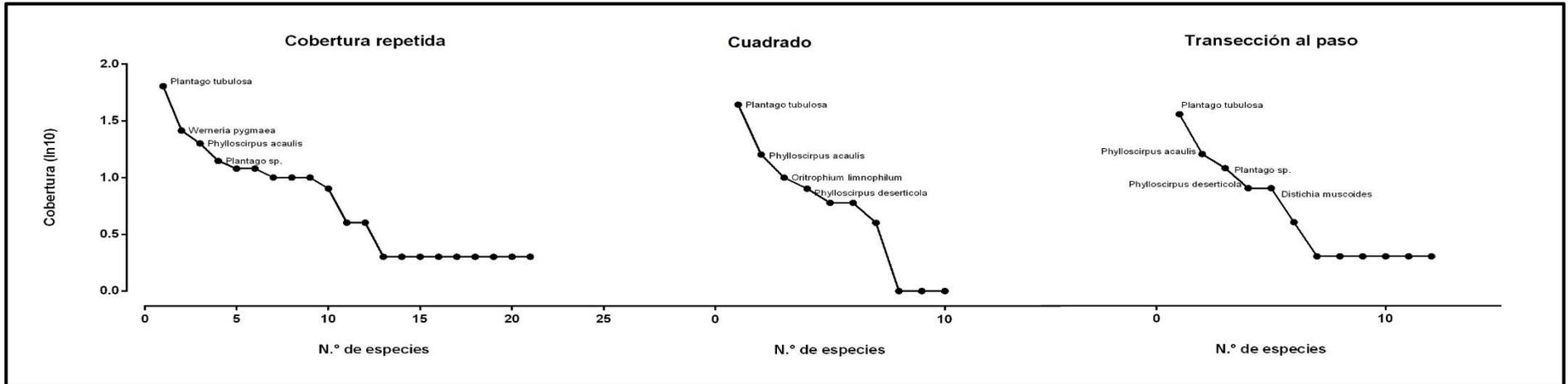
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 29. Curvas de Rango-Abundancia para la primera unidad de evaluación durante la época seca – Sitio 1



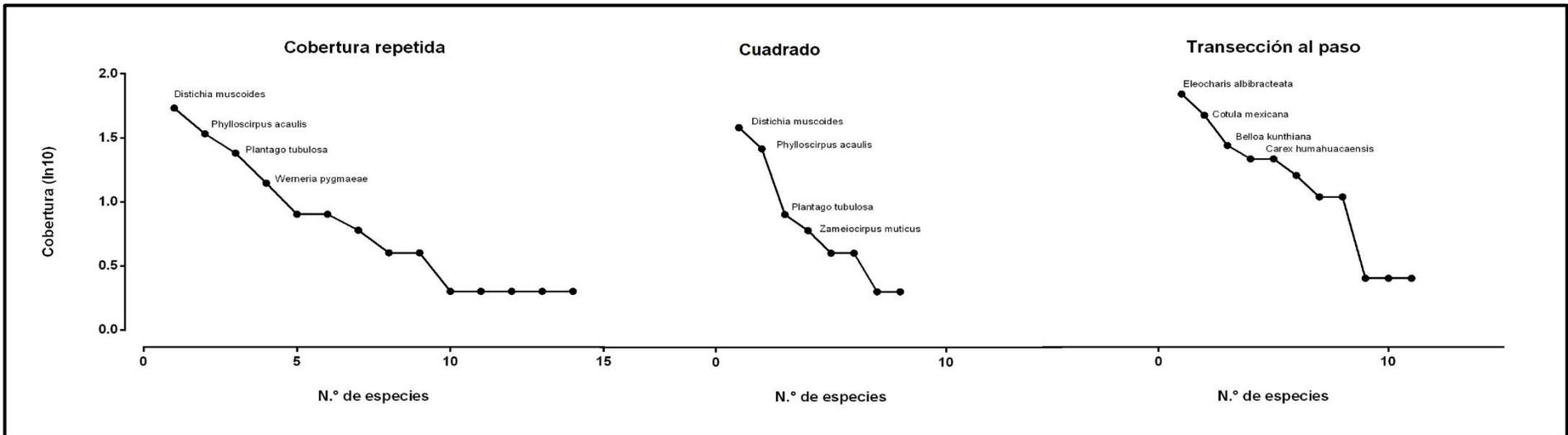
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 30. Curvas de Rango-Abundancia para la segunda unidad de evaluación durante la época húmeda – Sitio 1



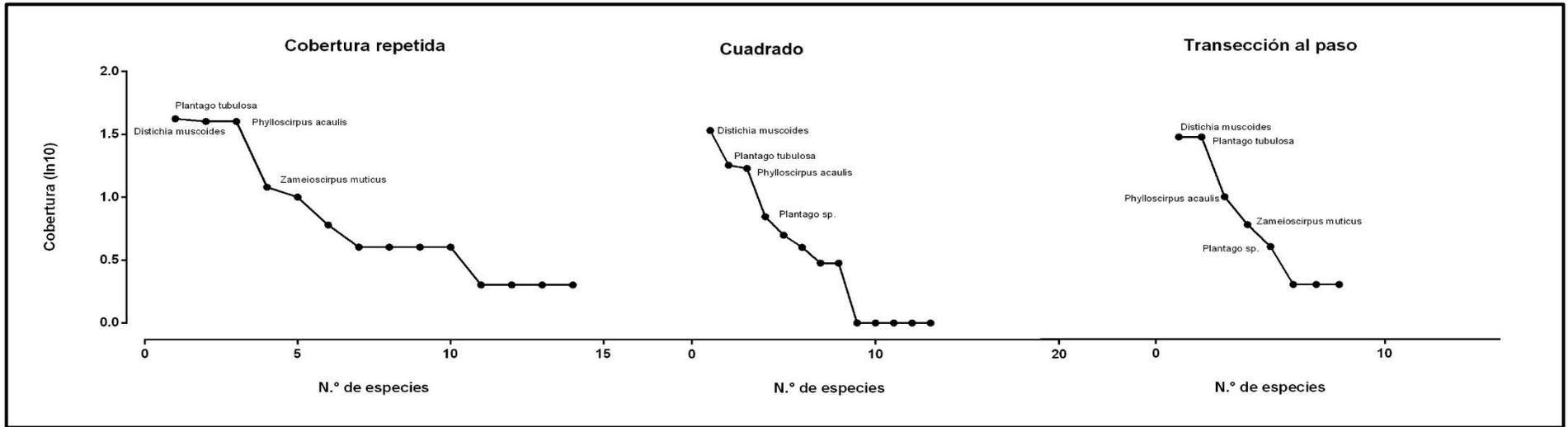
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 31. Curvas de Rango-Abundancia para la segunda unidad de evaluación durante la época seca – Sitio 1



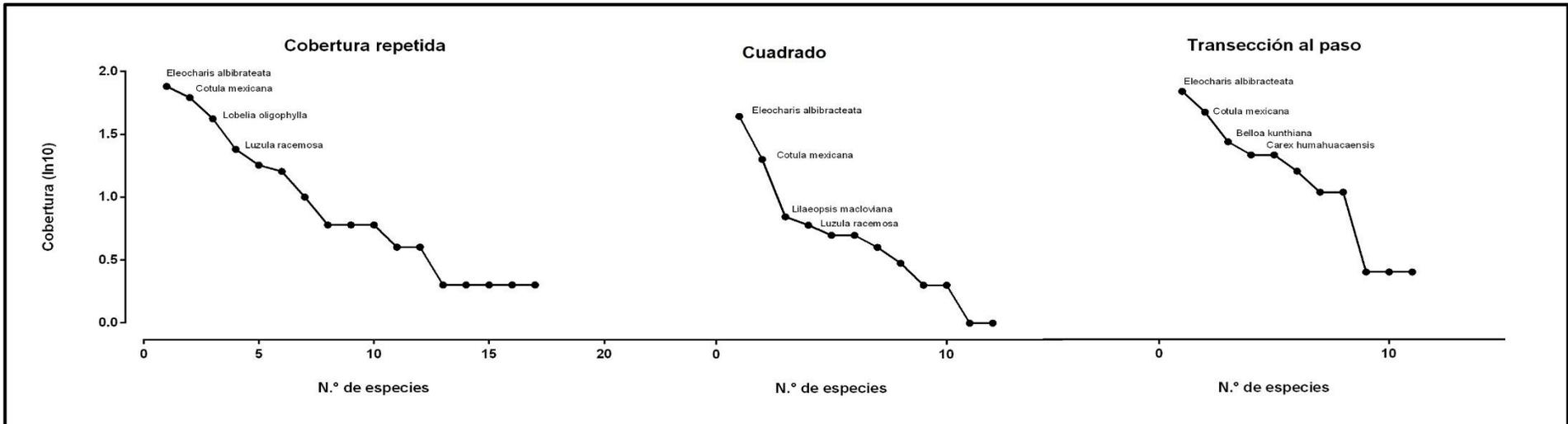
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 32. Curvas de Rango-Abundancia para la tercera unidad de evaluación durante la época húmeda – Sitio 1



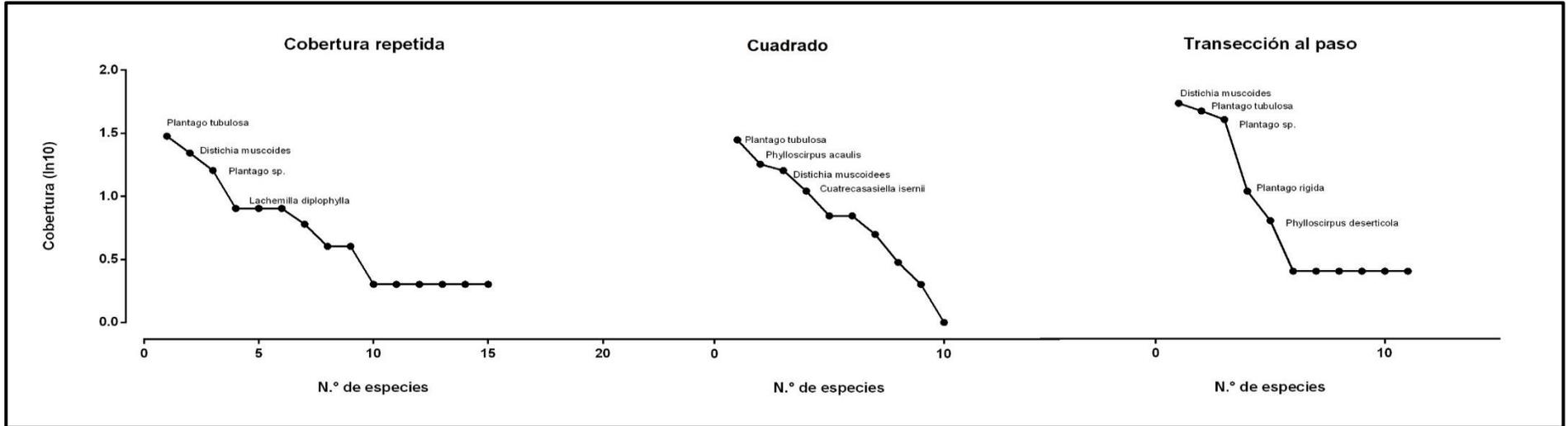
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 33. Curvas de Rango-Abundancia para la tercera unidad de evaluación durante la época seca – Sitio 1



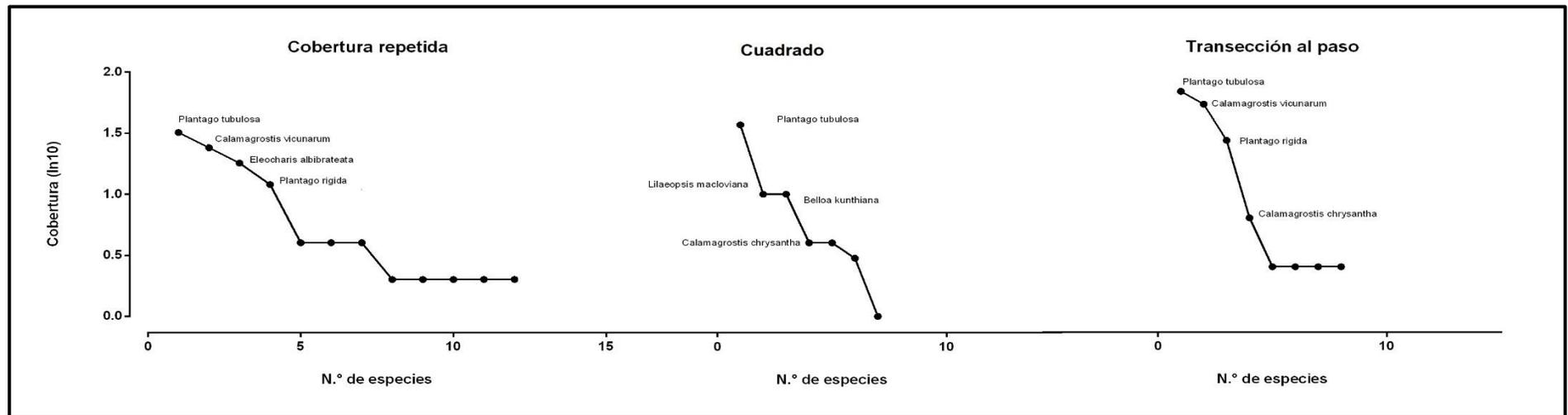
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 34. Curvas de Rango-Abundancia para la cuarta unidad de evaluación durante la época húmeda – Sitio 1



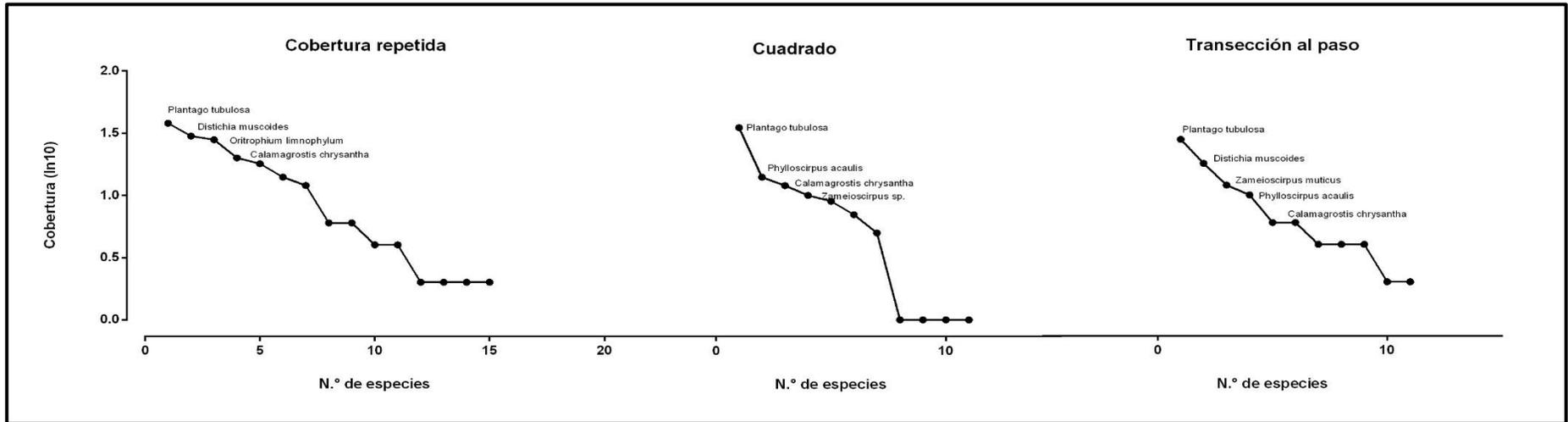
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 35. Curvas de Rango-Abundancia para la cuarta unidad de evaluación durante la época seca – Sitio 1



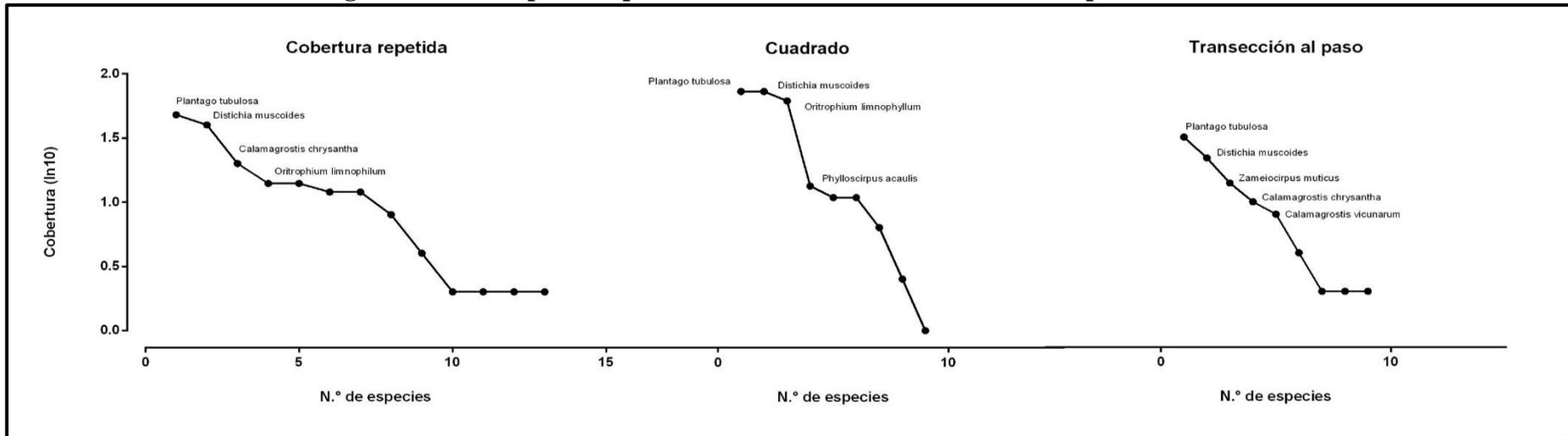
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 36. Curvas de Rango-Abundancia para la quinta unidad de evaluación durante la época húmeda – Sitio 1



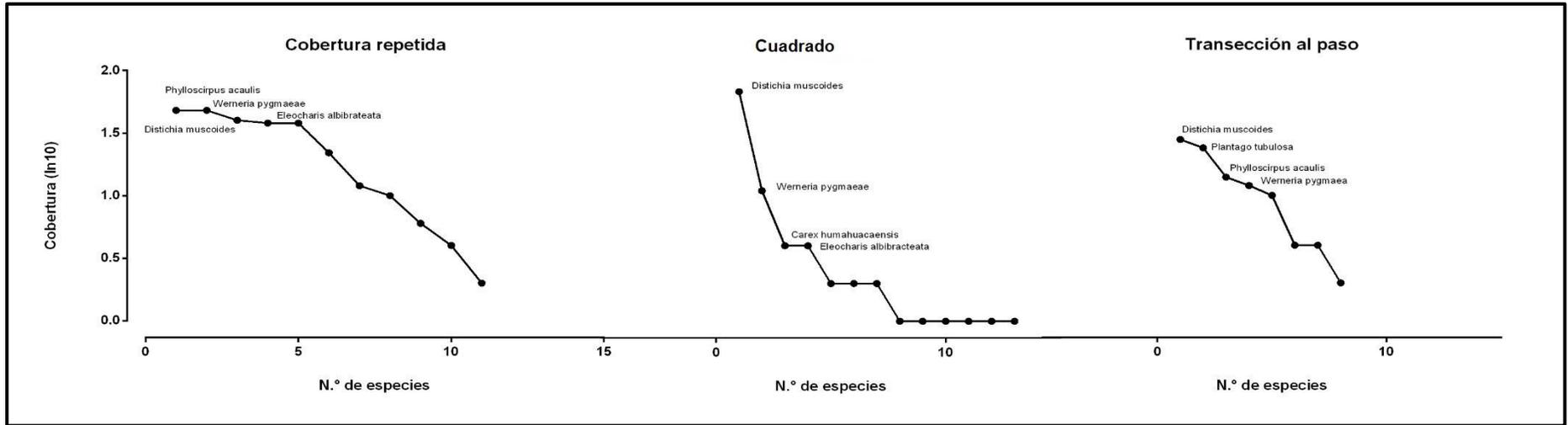
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 37. Curvas de Rango-Abundancia para la quinta unidad de evaluación durante la época seca – Sitio 1



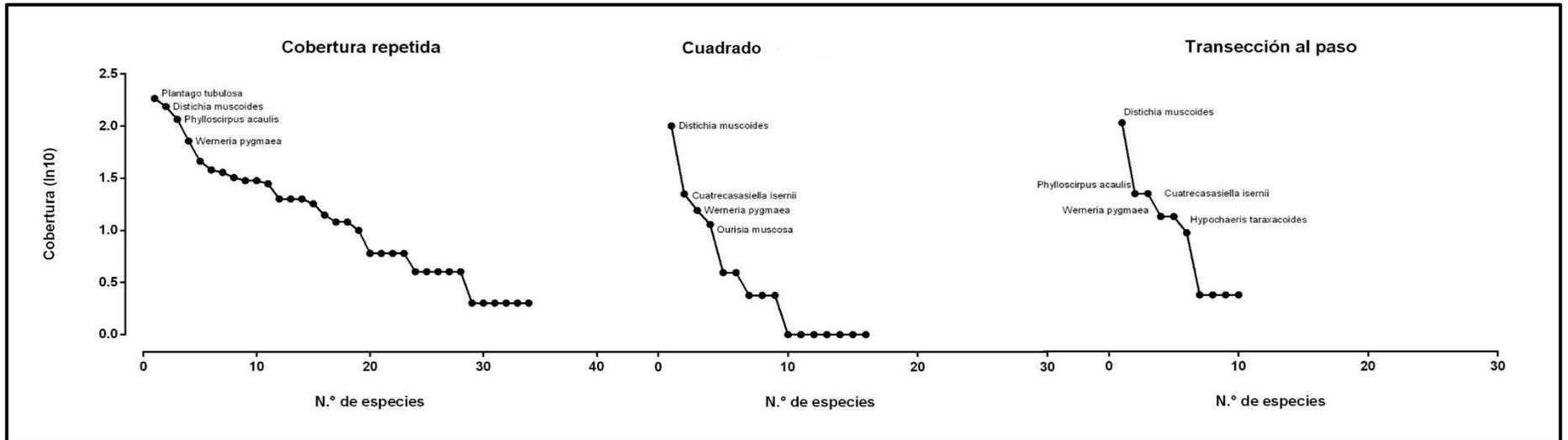
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 38. Curvas de Rango-Abundancia para la primera unidad de evaluación durante la época húmeda – Sitio 2



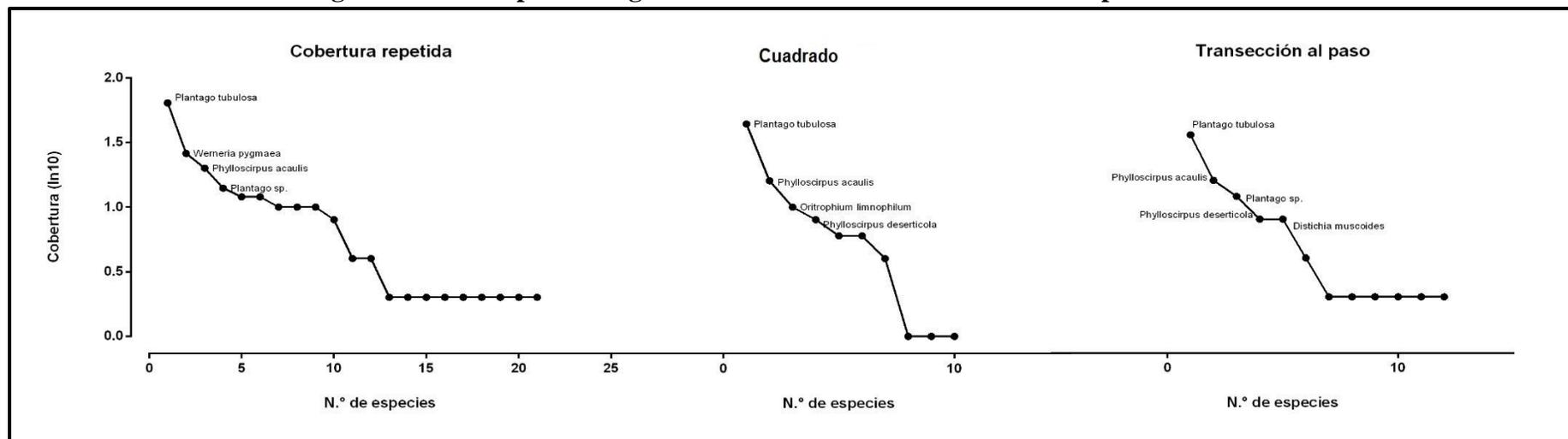
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 39. Curvas de Rango-Abundancia para la primera unidad de evaluación durante la época seca – Sitio 2



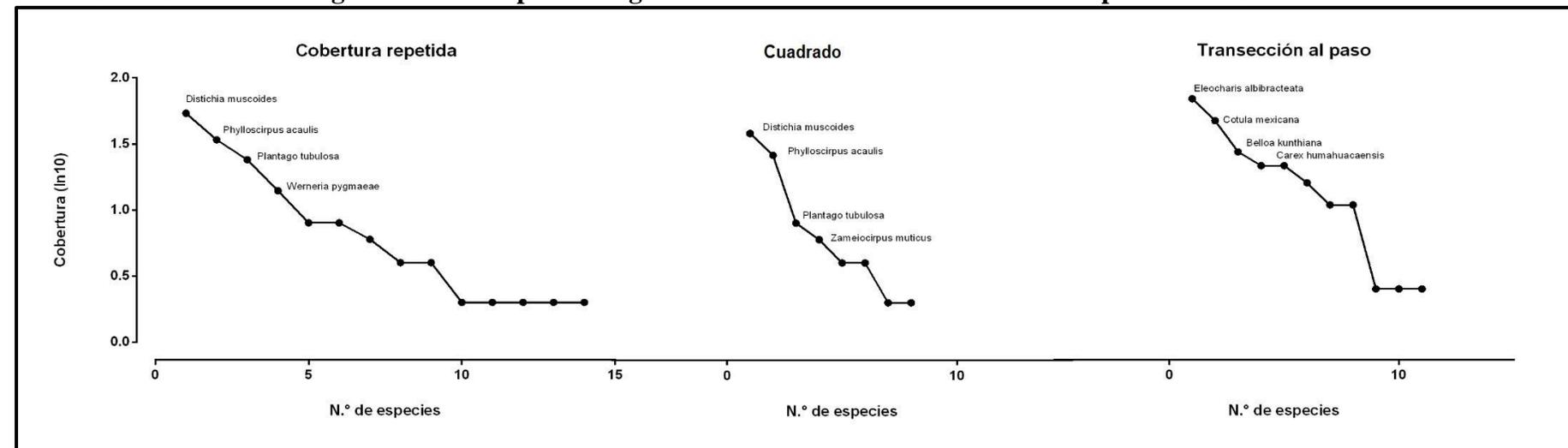
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 40. Curvas de Rango-Abundancia para la segunda unidad de evaluación durante la época húmeda – Sitio 2



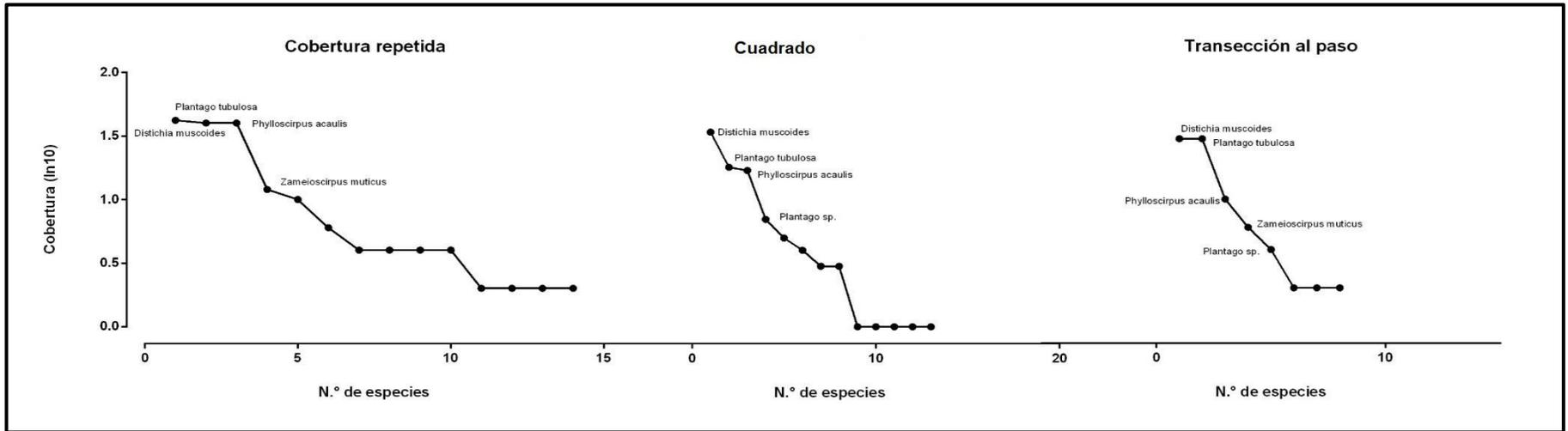
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 41. Curvas de Rango-Abundancia para la segunda unidad de evaluación durante la época seca – Sitio 2



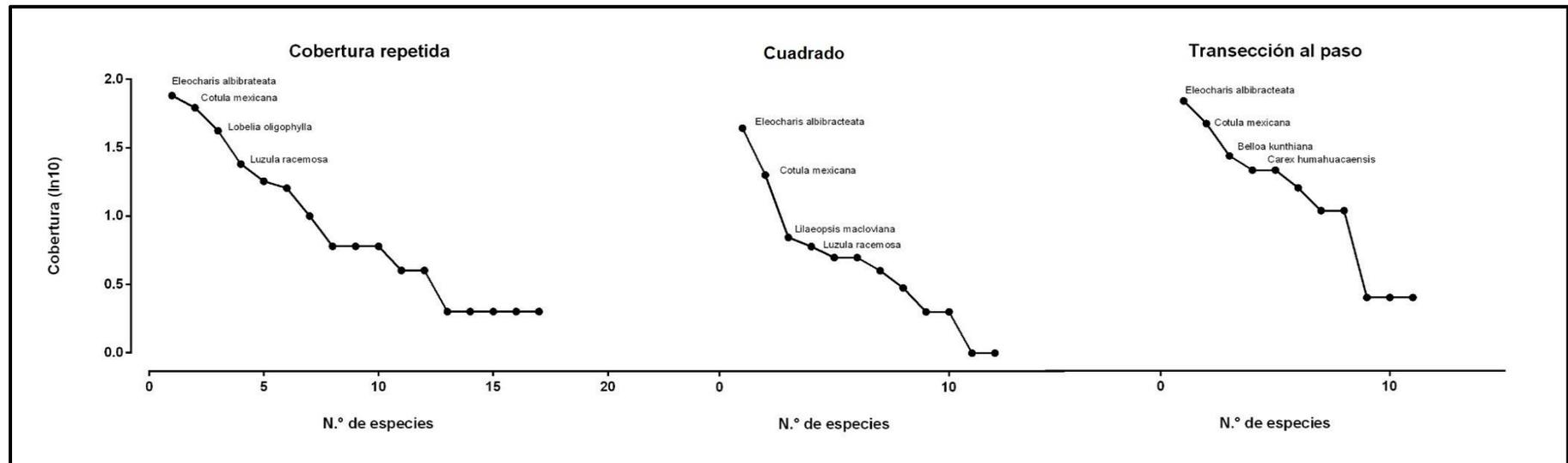
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 42. Curvas de Rango-Abundancia para la tercera unidad de evaluación durante la época húmeda – Sitio 2



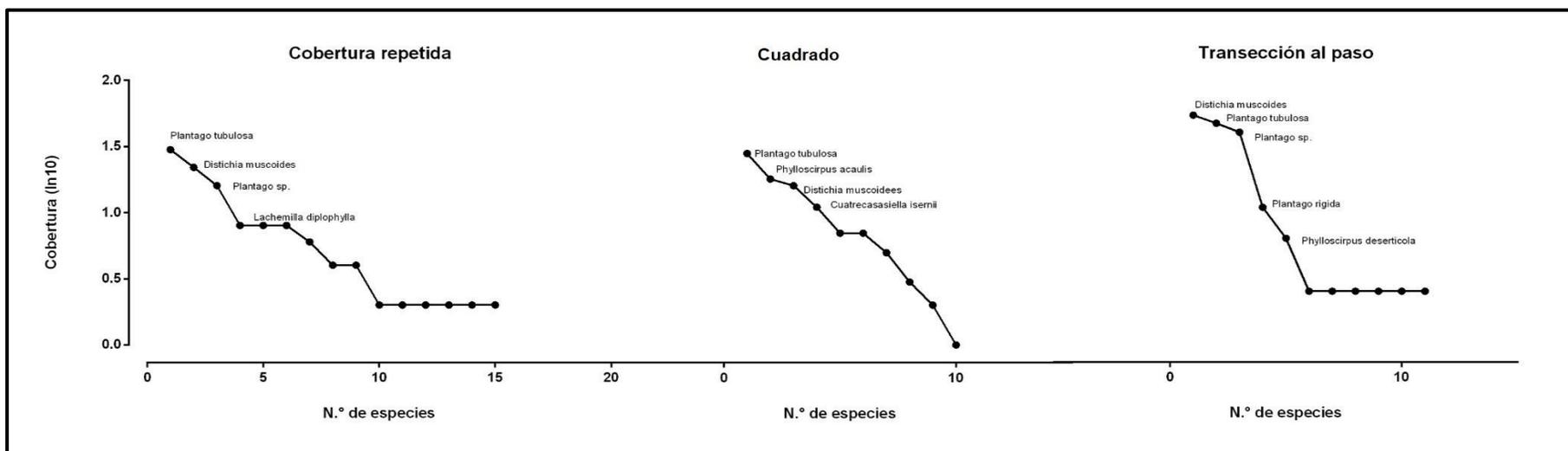
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 43. Curvas de Rango-Abundancia para la tercera unidad de evaluación durante la época seca – Sitio 2



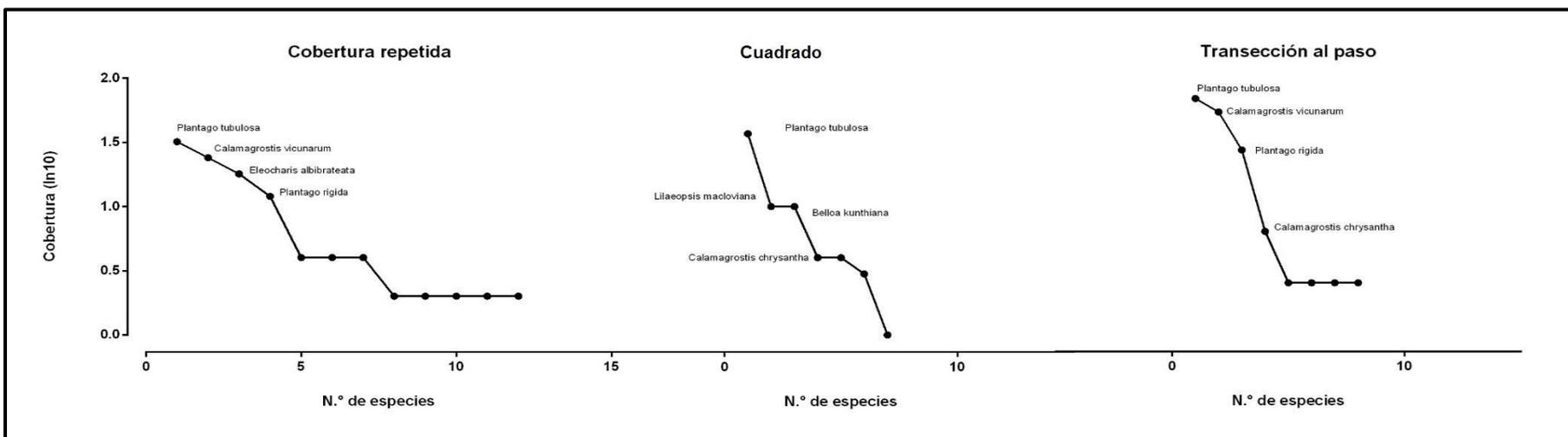
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 44. Curvas de Rango-Abundancia para la cuarta unidad de evaluación durante la época húmeda – Sitio 2



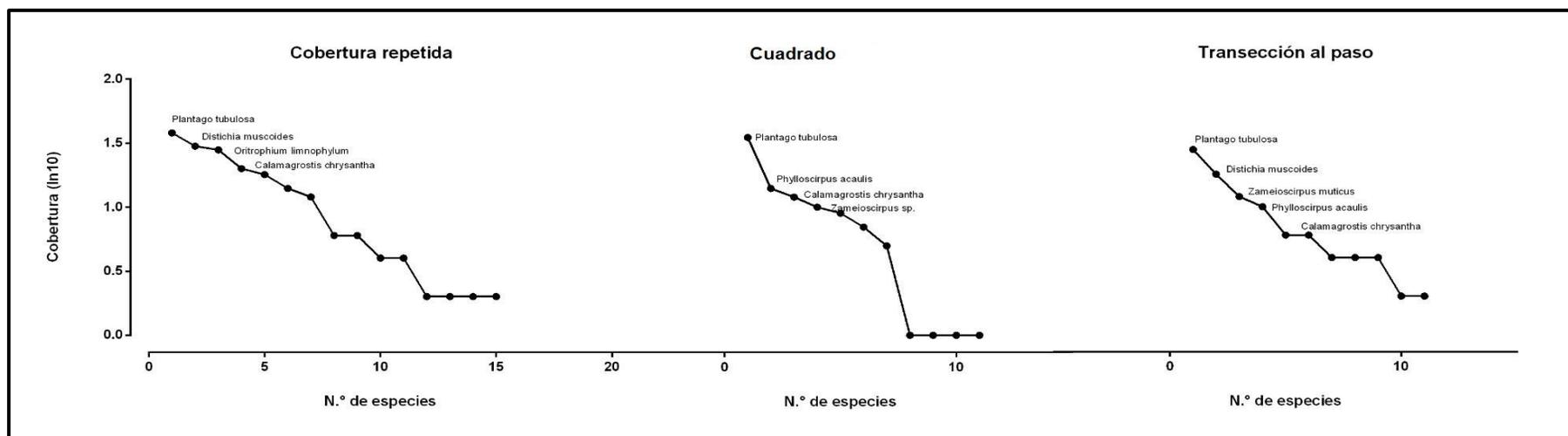
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 45. Curvas de Rango-Abundancia para la cuarta unidad de evaluación durante la época seca – Sitio 2



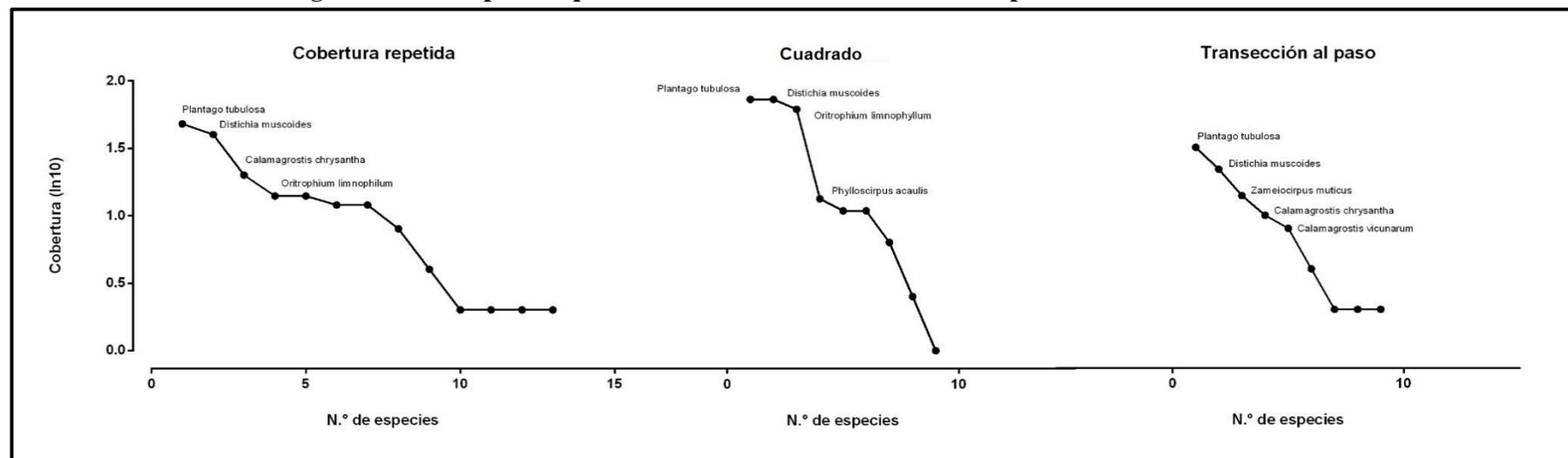
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 46. Curvas de Rango-Abundancia para la quinta unidad de evaluación durante la época húmeda – Sitio 2



FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 47. Curvas de Rango-Abundancia para la quinta unidad de evaluación durante la época seca – Sitio 2



FUENTE: Elaboración propia