

Relaciones de abundancia de órdenes de hexápodos terrestres en vegas altoandinas del desierto-transicional de Chile

Abundance relationships of orders of terrestrial hexapods in high-Andean peatlands of the transitional desert of Chile

Jorge Cepeda-Pizarro^{1*}, Marta Pola L.²

RESUMEN

Las vegas altoandinas, junto a su condición de reservorios de agua y de recursos forrajeros en un ambiente escaso de ellos, son focos de biodiversidad y hábitats para un conjunto diverso de invertebrados. En este trabajo se estudió el ensamble de hexápodos terrestres asociados a tres de estas unidades del paisaje andino. Los objetivos fueron (1) describir el ensamble de Hexapoda en términos de los grupos taxonómicos superiores (orden) y sus abundancias relativas y (2) documentar el efecto de la condición hídrica de la vega sobre la estructura taxonómica y las relaciones de abundancia del ensamble de interés. Para atender estos objetivos se emplearon trampas de intercepción de caída y Malaise que operaron por 15 días en los meses de diciembre (2006), enero y febrero (2007). El efecto de la condición hídrica fue evaluado con la prueba MANOVA (mediciones independientes, $n = 3$). Se registró la presencia de 14 órdenes, con 74 familias reconocidas. Hubo clara dominancia numérica de Collembola (~37% del GT), seguido por Diptera (33%), Hemiptera (~9%), Lepidoptera (6%), Thysanoptera (~5%) e Hymenoptera (~4%). Entre vegas, el mayor aporte correspondió a vega Tambo (vega húmeda) (75%), debido a la presencia dominante de Collembola. La prueba MANOVA evidenció un efecto de la condición hídrica que fue taxón-específico. A partir de la información recolectada, concluimos que algunos de estos grupos (orden o familia) tienen la potencialidad para ser empleados como indicadores de cambio ecosistémico de vegas altoandinas.

Palabras clave: turberas de montaña, bofedales, ecosistemas de montaña, insectos de montaña.

ABSTRACT

The high-Andean peatlands, besides their condition of water and forage reservoirs in an environment scarce in them, are spots of biodiversity and habitats for a diverse array of invertebrates. In this work, assemblage of terrestrial hexapods associated with three of them was studied. The aims were to (1) describe the assemblage of Hexapoda in terms of higher taxonomic groups (order) and their relative abundances, and (2) document the effect of the water condition of the vega on the taxonomic structure and relative abundance relationships of the assemblage of interest. To fulfill these objectives it was utilized downfall-pitfall and Malaise traps that operated for 15 days in the months of December (2006), January and February (2007). The effect of water condition which evaluated with the MANOVA-test (independent measurements, $n = 3$). We recorded the presence of 14 orders; 74 families were recognized. There were clear numerical dominance of Collembola (~ 37% of grand total), followed by Diptera (33%), Hemiptera (~ 9%), Lepidoptera (6%), Thysanoptera (~ 5%) and Hymenoptera (~ 4%). Among peatlands, the Tambo vega (wet vega) accounted for the greatest contribution (75% GT), due to the dominant presence of Collembola. The MANOVA-test showed an effect of water condition, that was taxon-specific. From the gathered information, it is concluded that some of these groups (order or family) have the potential to be used as indicators of ecosystem change of Andean peatlands.

Key words: Alpine peatlands, highland ecosystems, alpine wet-pastures, alpine insects.

¹ Departamento de Biología. Universidad de La Serena. Benavente 980. La Serena, Chile.

² Departamento de Biología. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid. Darwin 228040. Madrid, España.

* Autor por correspondencia: jcepeda@userena.cl

Introducción

Las vegas, un tipo de humedal, son elementos comunes del paisaje altoandino del norte-centro de Chile (Squeo *et al.*, 2006). Estas unidades proveen agua para el consumo humano y minero, constituyen reservorios y filtros de agua y sales, a la vez que son centros de biodiversidad y hábitats para importantes recursos biológicos (Cortés *et al.*; 1995; Tabilo, 2006). Dada su vulnerabilidad y uso intensivo actual, existe un creciente interés público en establecer medidas de protección y mitigación tendientes a asegurar su conservación y sustentabilidad ecológica (CONAF, 2003). La alta variabilidad fisiográfica de los Andes de esta parte de Chile favorece la existencia de diferentes tipos de vega (Veit, 1993). Por ejemplo, la disponibilidad local de agua, particularmente durante la estación seca, determina la configuración paisajística de estas unidades, pudiendo ser prados homogéneos o una combinación de prados con sectores inundados, algunos con presencia de pequeñas lagunas permanentes o temporales (Squeo *et al.*, 2006).

El conocimiento de la fauna de invertebrados andinos del norte-centro de Chile es muy incipiente (e. g., Cepeda, 1997), particularmente respecto de aquellos que habitan humedales. En este trabajo se estudió el ensamble de la fauna de hexápodos asociados a tres vegas presentes en una subcuenca altoandina de la hoya hidrográfica del río Elqui (Región de Coquimbo). Se eligió a este grupo de organismos en atención a que constituyen abundantes recursos tróficos, particularmente para diversas especies de aves, algunas de ellas endémicas; otras migratorias que llegan a estos humedales en las estaciones favorables (Tabilo, 2006). En atención a que se trata de ambientes húmedos insertos en una matriz árida y a que se ha reportado que las condiciones hídricas de los humedales juegan un papel importante en la presencia y ciclos de vida de diversas especies de invertebrados (Muñoz, 2010), se estableció como hipótesis de trabajo que la condición hídrica de la vega influye en la estructura taxonómica del ensamble y en las relaciones de abundancia relativa de sus componentes. Los objetivos del trabajo fueron: (1) describir el ensamble de Hexapoda en términos de los grupos taxonómicos superiores (orden) y sus abundancias relativas y (2) documentar el efecto de la condición hídrica de la vega sobre la estructura taxonómica y las relaciones de abundancia del ensamble de interés.

Materiales y Métodos

Vegas estudiadas

Las vegas estudiadas forman parte de la subcuenca río del Toro (~430 km²), en la zona altoandina de la hoya hidrográfica del río Elqui (Figura 1). Estas vegas fueron *Las Mulas* (considerada vega seca), Pastos Largos (vega mésica) y Tambo (vega húmeda) (Figura 2, Tabla 1). En atención a Grillet & Barrera (1997), ellas fueron seleccionadas de aquellas ubicadas dentro de un radio de ~10 km, fueran similares en tamaño y pertenecieran al mismo piso andino de vegetación. Para evaluar la condición hídrica de la vega se usó la presencia de cuerpos de agua y la condición de humedad del prado. Se consideró vega húmeda a la que –bajo las condiciones de pluviometría registradas durante el trabajo– presentara tanto una superficie significativa de sitios anegados como pozas interiores y cursos superficiales de agua. Para el reconocimiento de las vegas mésica y seca se tomó en cuenta tanto el nivel de humedad del prado como la ausencia de cuerpos superficiales de agua. La vega mésica fue la que presentó saturación hídrica dentro de los 0,2 m superficiales del colchón vegetal. Vega seca fue aquella con saturación hídrica bajo los 0,2 m y presencia de parches secos y sin vegetación. La profundidad del nivel de humedad se evaluó mediante el examen a columnas de pasto (0,3 m) obtenidas con calicatas para suelo y compresión mecánica de ellas.

Análisis del ensamble de hexápodos

Las relaciones de abundancia relativa se estudiaron mediante trampas de caída tipo Barber (TB en adelante) y Malaise (TM en adelante) instaladas en el centro de cada una de las vegas. Las TB se instalaron en una parcela de monitoreo de 15 x 20 m, siguiendo el procedimiento descrito en trabajos previos (p.e., Cepeda *et al.*, 2005). Se instalaron 20 trampas de intercepción por vega. Aledaño a la parcela TB se instaló una TM de 0,8 m de altura. La captura de la TM se obtuvo con acetato de etilo contenido en un dispositivo *ad hoc* instalado en el vértice superior de la trampa. Ambos tipos de trampas permanecieron activas quincenalmente durante la estación de crecimiento (diciembre 2006 a marzo de 2007), según la siguiente secuencia: del 1 al 15 de diciembre (primera campaña); del 9 al 24

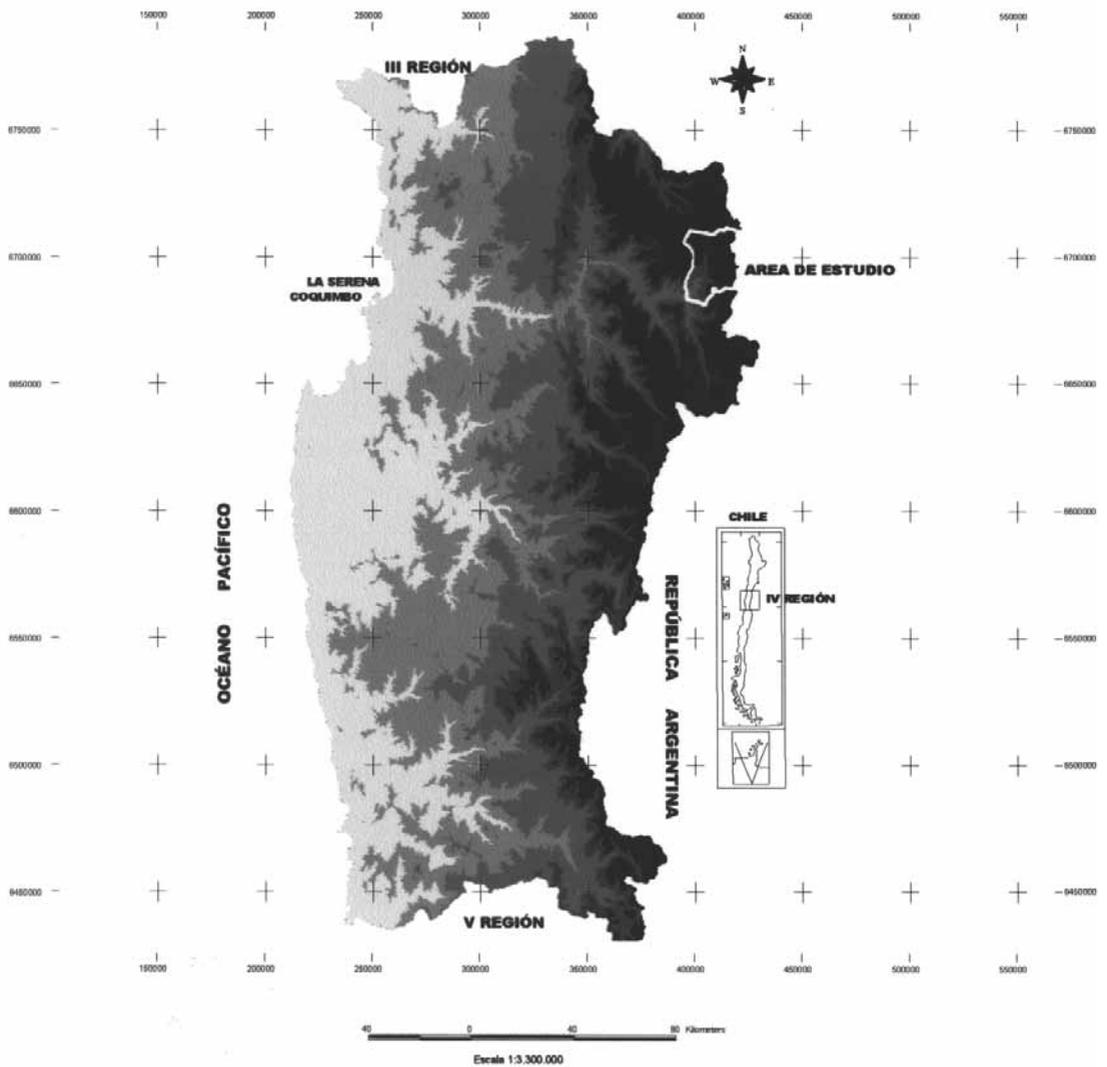


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio ($29^{\circ}45'S$, $69^{\circ}59'O$) y principales rasgos orográficos de la cordillera de los Andes, en la región desértico-transicional de Chile. Áreas oscuras corresponden a sectores sobre 3500 m snm; áreas grises a altitudes 1500-3500 m snm; áreas claras, a valles y sectores costeros. Inserto: ubicación de la hoya hidrográfica del río Elqui en la región desértico-transicional de Chile.

de enero de 2007 (segunda campaña) y del 1 al 15 de febrero de 2007 (tercera campaña). Cada una de estas campañas constituye la unidad de muestreo ($n = 3$) (Steel & Torrie, 1985). Durante el período de receso las TB se inactivaron cubriendo su boca con un cuadrado de madera prensada, mientras que las TM fueron retiradas y reacondicionadas. Dado el estado actual del conocimiento taxonómico de los hexápodos de estos ambientes, se empleó la jerarquía taxonómica ordinal en la evaluación

de la hipótesis. En la nomenclatura taxonómica y reconocimiento de órdenes se siguió a Artigas (1994a, b).

Análisis y procesamiento de la información

Para el análisis estadístico, la situación de pseudorréplica se obvió, siguiendo a Steel & Torrie (1985). En la evaluación de la hipótesis nula se utilizó la prueba MANOVA (mediciones independientes,

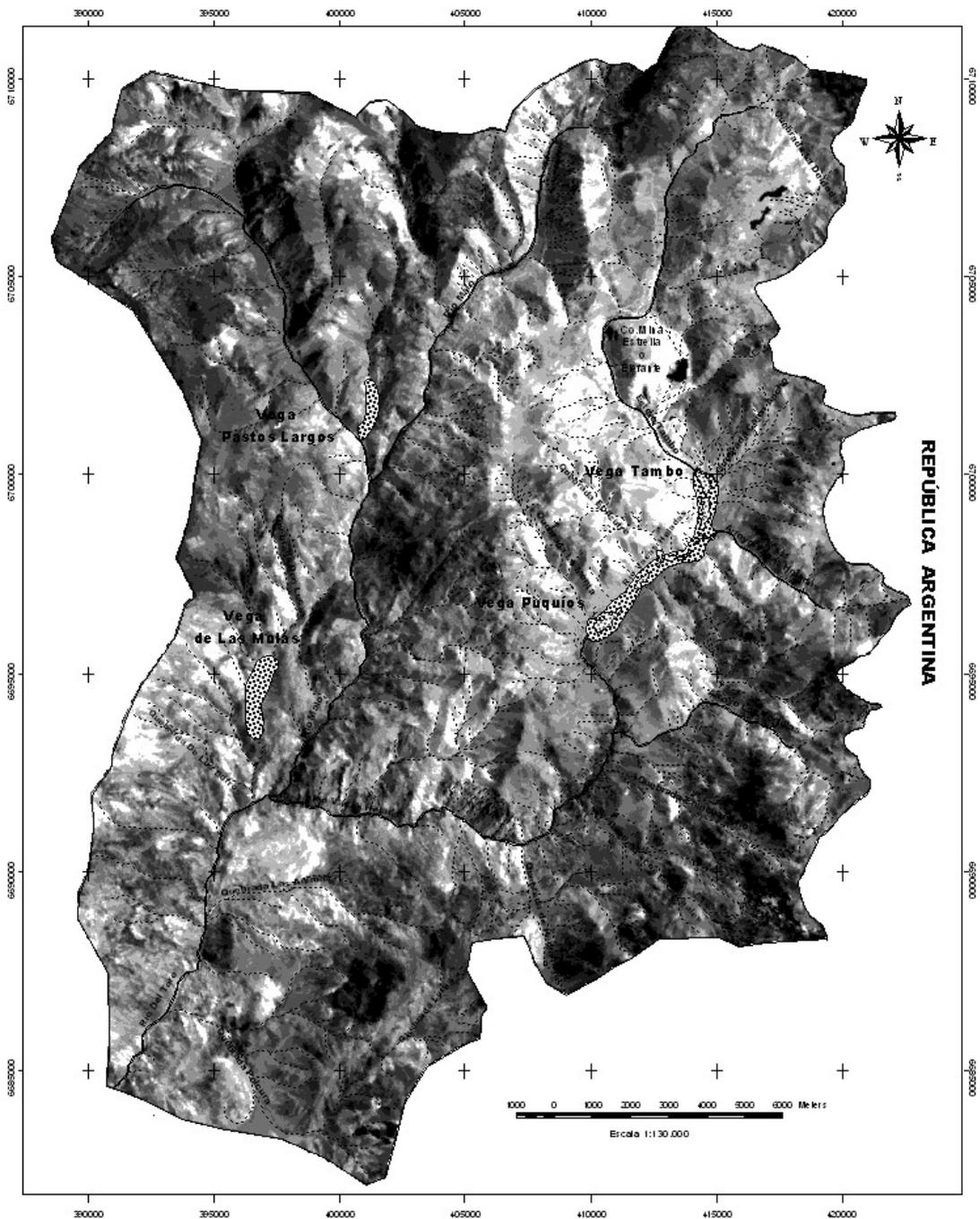


Figura 2. Sistema hidrográfico de la subcuenca río del Toro y posición de las vegas estudiadas.

$n = 3$) (Cao *et al.*, 1996). La diferencia entre vegas en abundancia relativa de cada uno de los cinco órdenes numéricamente dominantes se evaluó con ANDEVA y HSD (Tukey). Para homogenizar las varianzas y

normalizar la distribución de los datos, los valores originales fueron transformados logarítmicamente mediante $Y = \ln(X+1)$. Los análisis estadísticos fueron realizados con el programa SAS (1995).

Tabla 1. Diferencias fisiográficas entre las vegas estudiadas (subcuenca río del Toro, hoya hidrográfica del río Elqui, Coquimbo, Chile).

Vega	Área	Estructura	Aportes de agua	Flora dominante
LM	~1 ha.	sustrato parcialmente anegado, sin pozas, con curso de agua efímero, en quebrada estrecha, con pendiente de ~20°.	filtraciones y escurrimiento desde laderas circundantes de pendientes abruptas (~50°).	<i>Acaena magellanica</i> , <i>Carex gayana</i> , <i>Calceolaria biflora</i> , <i>Juncus chilensis</i> , <i>Mimulus luteus</i> , <i>Hypsella reniformis</i> , <i>Wemeria pygmaea</i> .
PL	1-2 ha.	sustrato parcialmente anegado, con algunas pozas, con cursos de agua semipermanente, semiplanicie rodeada por laderas de pendientes entre 20 y 25°.	escurrimiento subterráneo y superficial.	<i>Deschampsia caespitosa</i> , <i>Oxychloe andina</i> , <i>Nastanthus caespitosus</i> .
TB	1-2 ha.	compleja, con pozas permanentes y efímeras, con curso de agua permanente, planicie fértil, con pendiente ~1°, rodeada de laderas con pendientes entre 20 y 25°.	escurrimiento subterráneo y superficial.	<i>Puccinellia oresigena</i> , <i>D. caespitosa</i> , <i>Carex maritima</i> , <i>Deyeuxia velutina</i> .

LM: Las Mulas (3.100 m snm); PL: Pastos Largos (3.600 m snm); TB: Tambo (3800 m snm). La nomenclatura de la flora sigue a Squeo et al. (1994). Ver Figura 2 para ubicación de las vegas estudiadas en la subcuenca río del Toro.

Resultados y Discusión

Riqueza taxonómica y dominancias relativas

Sumando las contribuciones de los dos métodos de captura, se capturaron 88.282 especímenes (GT en adelante), entre los que se reconocieron 14 órdenes. El ensamble resultó mayoritariamente constituido por Collembola (~37% GT), Diptera (33%), Hemiptera (~9%), Lepidoptera (6%) e Hymenoptera (~4%) (Tabla 2). Se registró la presencia de 74 familias,

siendo Diptera el orden más diverso, seguido por Hymenoptera (Tabla 3).

Efecto de la condición hídrica de la vega

Las vegas difirieron en sus aportes al GT. El 75% del GT fue aportado por la vega Tambo, seguida por la vega Las Mulas (16,4% GT) y Pastos Largos (8,5% GT). En vega Tambo (vega húmeda), los mayores aportes correspondieron a Collembola (36% GT) y Diptera (~29% GT). Por el contrario,

Tabla 2. Contribución por vega a totales parciales y distribución porcentual de órdenes de Hexapoda asociados a tres vegas altoandinas del desierto transicional de Chile. Números según aportes de trampas de intercepción de caída y Malaise.

Orden	Vega						Gran Total	%
	LM		PL		TB			
	Total	%	Total	%	Total	%		
Collembola	716	0,8	95	0,1	31.770	36	32.581	36,9
Microcoryphia	11	<0,1	22	<0,1	1.577	1,8	1.610	1,8
Ephemeroptera	–	–	7	<0,1	1	<0,1	8	<0,1
Orthoptera	16	<0,1	518	0,6	–	–	534	0,6
Dermoptera	3	<0,1	–	–	–	–	3	<0,1
Psocoptera	8	–	1	<0,1	–	–	9	<0,1
Thysanoptera	3.062	3,5	1.214	1,4	247	0,3	4.523	5,2
Hemiptera	4.094	4,6	1.012	1,1	2.953	3,3	8.059	9,0
Neuroptera	28	<0,1	22	<0,1	–	–	50	<0,1
Coleoptera	633	0,7	490	0,5	1.106	1,3	2.229	2,6
Trichoptera	7	<0,1	641	0,7	–	–	648	0,7
Lepidoptera	1.618	1,8	1.405	1,6	2.306	2,6	5.329	6,0
Diptera	2.584	2,9	1.027	1,1	25.549	28,9	29.160	32,9
Hymenoptera	1.650	1,8	1.050	1,2	774	0,9	3.474	3,9
Total	14.494	16,4	7.505	8,5	66.283	75	88.282	99,9

* Código para vega como en Tabla 1.

Tabla 3. Número de familias de Hexapoda registradas en tres vegas altoandinas de la región desértico-transicional de Chile.*

Orden	Vega**		
	LM	PL	TB
Collembola	1?	1?	3?
Orthoptera	2	2	0
Hemiptera	8	6	6
Neuroptera	2	0	0
Coleoptera	12	8	8
Lepidoptera	6	4	5
Diptera	25	23	29
Hymenoptera	18	21	14
Total	74	65	65

* Según el estado actual del conocimiento taxonómico de Hexapoda del área. No necesariamente las mismas familias.

** Código para vega como en Tabla 1.

en vega Las Mulas (vega seca) los mayores aportes correspondieron a Hemiptera (4,6% GT, mayoritariamente Homoptera) y Thysanoptera (3,5% GT) (Tabla 2). No obstante los números arriba entregados, vega Las Mulas contribuyó con el mayor número de familias (i. e., 74). El orden más diverso en términos de familias fue Diptera, con un mayor registro de ellas en vega Tambo (Tabla 3).

Los resultados de la prueba MANOVA mostraron diferencias entre los ensambles de hexápodos terrestres debidas a la condición hídrica de la vega (Tabla 4). Las pruebas univariadas ANDEVA y HSD-Tukey aplicadas a los cinco órdenes numéricamente dominantes, mostraron diferencias significativas entre vegas en abundancia relativa (Tabla 5).

Aunque en apariencia menos diversas que las turberas de la cordillera Pelada (Chile) (Hermosilla *et al.*, 1975), la riqueza taxonómica de las vegas estudiadas es, considerando su tamaño y la rigurosidad del ambiente, relativamente alta comparada con su entorno (Cepeda, 1997). Esto es probable que se deba a que ellas ofrecen un conjunto diverso de microhábitats y recursos alimentarios en abundancia para su colonización y explotación. Estudios realizados en humedales alpinos (p.e., Wissinger *et al.* 2003) y de tierras bajas (p.e., Batzer & Wissinger, 1996; Keiper *et al.* 2002) sugieren que la variabilidad propia de estos ambientes desempeña un papel importante en la determinación de los patrones de invertebrados. Una situación similar puede ocurrir en las vegas de este estudio.

Según nuestros resultados, la dinámica del ensamble de Hexapoda no solo parece estar determinada por el contraste existente en la disponibilidad

de recursos entre el humedal y la matriz árida circundante, sino también por el patrón hidrológico de la subcuenca (p.e., patrón pluviómetro) y las características propias de la vega, tanto en términos estructurales (p.e., presencia de cuerpos de agua) como en términos dinámicos (e. g., duración de las fases húmeda y seca). De esta manera, los taxa encontrados no sólo son elementos inmigrantes del ambiente terrestre circundante (e. g., algunos taxa de Diptera), sino que también existen elementos acuáticos (e. g., algunos taxa de Hemiptera); otros con fases acuáticas (e. g., algunos taxa de Diptera) tienen requerimientos de humedad edáfica (p. e., Collembola).

El efecto de la condición hídrica se reflejó con mayor claridad en la abundancia relativa de cinco órdenes (p. e., Collembola, Diptera, Hemiptera, Thysanoptera y Lepidoptera), donde la condición de mayor humedad favoreció la dominancia numérica de Collembola y Diptera. Esta situación es consistente con observaciones realizadas en prados húmedos de otras latitudes (Choi *et al.* 2006; Schäfer *et al.* 2006; Lods-Crozet *et al.*, 2009; Roberts *et al.* 2011). Según Hermosilla *et al.* (1975), Collembola es un grupo dominante en suelos de turberas, muy comunes bajo condiciones antárticas y subantárticas. Por otro lado, Cepeda & Whitford (1989), estudiando una subcuenca árida sujeta a lluvia simulada, encontraron que la distribución de la humedad edáfica determina el patrón de diversidad y abundancia de los colémbolos presentes en ella. Aunque las diferencias en riqueza de familias y abundancia relativa observadas en Hemiptera (mayoritariamente Homoptera),

Tabla 4. Test multivariado (MANOVA) para Ho: Las relaciones de abundancia relativa entre órdenes son similares entre las tres vegas.

Modelo:					
Test	Valor	~F	GL Num	GL Den	Prob>F
Wilks' Lambda	0,00011	15,67	12	2	0,0615
Pillai's Trace	1,97	30,52	12	4	0,0024
Roy's max Root	118,99	39,66	6	2	0,0248
Intercepto:					
Test	Valor	~F	GL Num	GL Den	Prob>F
Wilks' Lambda	0,0052	31,54	6	1	0,1355
Pillai's Trace	0,99	31,54	6	1	0,1355
Roy's max Root	189,24	31,54	6	1	0,1355
Vega:					
Test	Valor	~F	GL Num	GL Den	Prob>F
Wilks' Lambda	0,00011	15,67	12	2	0,0615
Pillai's Trace	1,97	30,52	12	4	0,0024
Roy's max Root	118,99	39,66	6	2	0,0248

Tabla 5. Valores F y p de ANDEVA y HSD (Tukey) para comparaciones de abundancia relativa de los principales órdenes de hexápodos terrestres asociados a tres vegas altoandinas con diferente condición hídrica.

Orden	F _{2,6} ; p≤	Vega*		
		LM	PL	TB
Collembola	28,705; 0,001	a	a	b
Diptera	13,924; 0,006	a	a	b
Hemiptera	17,345; 0,003	a	b	a
Thysanoptera	45,489; 0,0001	a	b	c
Lepidoptera	2,0800; 0,2060	a	a	a

* Código para vega como en Tabla 1. Diferencias significativas indicadas en la misma línea con diferente letra.

Thysanoptera y Lepidoptera, todos ellos grupos fitófagos, pudieran también deberse a diferencias, aunque leves, en la composición florística de las vegas (Squeo *et al.*, 2006).

Considerando la presión a que están sometidas estas unidades del paisaje andino-árido como proveedoras de agua y el riesgo que tienen de degradación por sequedad (Contreras, 2002; Squeo *et al.*, 2006), colémbolos y dípteros tendrían la potencialidad para ser usados como indicadores de cambio de ecosistémico, como lo han sugerido Finch & Löffler (2010) para ambientes alpinos de otras latitudes. No obstante, aún no está resuelto si esta potencialidad debe ser explorada a nivel específico o bastan para ello niveles taxonómicos

superiores, como lo han propuesto recientemente diversos autores (p. e., Groc *et al.*, 2010; Buschke *et al.* 2011).

Conclusiones

Los resultados de este estudio permiten señalar que las condiciones hídricas de la vega influyen en la composición taxonómica y en las relaciones de abundancia de la fauna de hexápodos, particularmente en la abundancia de Collembola y Diptera. Aparentemente, la estructura de la vega oscila entre ensamblajes propios de prados secos y de prados húmedos, dependiendo de la condición hídrica del sistema, la cual es tanto estacional (primavera/verano

versus otoño/invierno) como anuales (años secos versus años húmedos). Estos taxa son potenciales indicadores de cambio ecosistémico, particularmente con relación al empobrecimiento hídrico de estas vegas; riesgo a la que están sujetas, consecuencia de la intensiva extracción de agua para consumo humano e industrial, particularmente minero.

Agradecimientos

Hernán Vásquez C. colaboró en el trabajo de campo y de laboratorio. La publicación fue financiada por la Dirección de Investigación de la Universidad de La Serena (Convenio de Desempeño en Investigación, J. Cepeda P., 2012).

Literatura Citada

- Artigas, J.N.
1994a. Entomología económica. Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario (nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos). Volumen 1. Ediciones Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 2126 pp.
- Artigas, J.N.
1994b. Entomología económica. Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario (nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos). Volumen 2. Ediciones Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 942 pp.
- Batzer, D.; Wissinger, S.A.
1996. Ecology of insect communities in nontidal wetlands. *Annual Review of Entomology* 41: 75-100.
- Buschke, F.T.; Seaman, M.T.
2011. Functional groups as a taxonomic surrogate for a grassland arthropod assemblage. *African Invertebrates* 52: 217-228.
- Cao, Y.; Bark, A.W.; Williams, W.P.
1996. Measuring the responses of macroinvertebrate communities to water pollution: a comparison of multivariate approaches, biotic and diversity indices. *Hydrobiologia*, 341: 1-9.
- Cepeda P., J. (ed).
1997. Insectos de la Alta Montaña del Valle del Elqui. Ediciones Universidad de La Serena. La Serena. 215 pp.
- Cepeda-Pizarro, J. G.; Whitford, W.G.
1989. The relationships between abiotic factors and the abundance patterns of soil microarthropods on a desert watershed. *Pedobiologia* 33: 7686.
- Cepeda-Pizarro, J.; Pizarro-Araya J.; Vásquez, H.
2005. Variación en la abundancia de la artrópodo-fauna, con énfasis en tenebriónidos epígeos, del desierto costero transicional de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 78 (4): 651-663.
- CONAF
2003. Plan de acción para la conservación sustentable y uso racional de humedales altoandinos. Corporación Forestal (Ministerio de Agricultura)-Convención Ramsar Chile. Santiago, Chile. 25 pp.
- Contreras, J.P.
2002. Norte de Chile: conservación de humedales altoandinos para un desarrollo productivo sustentable. *Revista Ambiente y Desarrollo*, XVIII: 125-131.
- Cortés, A.; Torres-Mura, J.C.; Contreras, L.; Pino, C.
1995. Fauna de Vertebrados de los Andes de Coquimbo: Cordillera de Doña Ana. Ediciones Universidad de La Serena. La Serena. 96 pp.
- Choi, W.I.; Moorehead, D.L.
2006. A modeling study of soil temperature and moisture effects on population dynamics of *Paronychiurus kimi* (Collembola: Onychiuridae). *Biology and Fertility of Soils* 43: 69-75.
- Finch, O.D.; Löffler, J.
2010. Indicator species at the local scale in an alpine region: a comparative approach between plant and invertebrate taxa. *Biodiversity & Conservation* 19: 1341-1352.
- Grillet, M.E.; Barrera, R.
1997. Spatial and temporal abundance, substrate partitioning and species co-occurrence in a guild of Neotropical blackflies (Diptera: Simuliidae). *Hydrobiologia* 345: 197-208.
- Groc, S.; Delabie, J.H.C.; Longino, J.T.; Drivel, J.; Majer, J.D.; Vasconcelos, H.L.; Dejean, A.
2010. A new method based on taxonomic sufficiency to simplify studies on Neotropical ant assemblages. *Biological Conservation* 143: 2832-2839.
- Hermosilla, W.; Murúa, R.; Barrios, M.
1975. Estudios ecológicos en Cordillera Pelada (Provincia de Valdivia) Chile. IV. Distribución estacional de los invertebrados epígeos en turberas. *Medio Ambiente* 1: 14-28.
- Keiper, J.B.; Walton, W.E.; Foote, B.A.
2002. Biology and ecology of higher Diptera from freshwater wetlands. *Annual Review of Entomology* 47: 207.
- Lods-Crozet, B.; Castella, E.
2009. Colonisation by midges (Chironomidae, Diptera) of recently-created shallow ponds: implications for the restoration of lacustrine fringing wetlands. *Annals de limnologie-international journal of limnology* 45: 257: 266.
- Muñoz, J.
2010. Diversity and distribution of diapausing aquatic invertebrates in inland wetlands: An ecosystem conservation viewpoint. *Journal of Nature Conservation* 18: 55-62.
- Raschmanova, N.; Kovác, L.; Miklisova, D.
2008. The effect of mesoclimate on Collembola diversity in the Zádiel Valley, Slovak Karst (Slovakia). *European Journal of Soil Biology* 44: 463-472.
- Roberts, J.M.K.; Umina, P.A.; Hoffmann, A.A.; Weeks, A.R.
2011. Population dynamics and diapauses response of the springtail pest *Sminthurus viridis* (Collembola: Sminthuridae). *Journal of Economical Entomology* 104: 465-473.
- SAS INSTITUTE INC.
1995. JMPR Statistics and Graph Guide. Version 3.1 of JMP. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 593 pp.
- Schäfer, M.L.; Lundkvist, E.; Landin, J.; Persson, T.Z.; Lundström, J.O.
2006. Influence of landscape structure on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and dytiscids (Coleoptera: Dytiscidae)

- at five spatial scales in Swedish wetlands. *Wetlands* 26: 57-68.
- Squeo, F.A.; Osorio, R.; Arancio, G.
1994. Flora de Los Andes de Coquimbo: Cordillera de Doña Ana. Ediciones Universidad de La Serena. La Serena, Chile. 168 pp.
- Squeo, F.A.; Warner, B.G.; Aravena, R.; Espinoza, D.
2006. Bofedales: high altitude peatlands of the Central Andes. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 245-255.
- Steel, R.G.; Torrie, J.H.
1985. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw Hill. México.
- Tabilo V., E.
2006. Avifauna del humedal Tambo-Puquíos. En: Geocología de los Andes desérticos. La Alta Montaña del Valle del Elqui. Cepeda P., J. (ed.). Ediciones Universidad de La Serena. La Serena, Chile, pp.s 355-379.
- Veit, H.
1993. Upper quaternary landscape and climate evolution in the Norte Chico: an overview. *Mountain Research and Development* 13: 138-144.
- Wettstein, W.; Schmid, B.
1999. Conservation of arthropod diversity in montane wetlands: effect of altitude, habitat quality and habitat fragmentation on butterflies and grasshoppers. *Journal of Applied Ecology* 36: 363-373.
- Wissinger, S.A.; Bronwn, W.S.; Jannot, J.E.
2003. Caddisfly life histories along permanent gradients in high-altitude wetlands in Colorado (USA). *Freshwater Biology* 48: 255-270.

