

Asociaciones de especies a plantas en cojín: sus consecuencias sobre la diversidad de especies vegetales en comunidades alto-Andinas

E. Badano

Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción. Casilla 160-C, Concepción. Chile

Aunque todos los organismos interactúan con su medio ambiente, algunos lo hacen en mayor medida que otros, creando parches de hábitat con condiciones microambientales diferentes al entorno que las rodea y, así, pueden afectar la incidencia y las abundancias de otras especies (Jones *et al.*, 1994, 1997). Cuando encontramos estos organismos en las comunidades naturales, una pregunta casi inevitable es: ¿qué consecuencias acarrea su presencia para la diversidad local de especies? Este podría ser el caso de las plantas en cojín de la alta cordillera de Los Andes. Las plantas en cojín son una forma de crecimiento conspicua en ecosistemas de alta montaña y ha sido ampliamente demostrado que estos organismos pueden alterar las condiciones de temperatura, humedad del sustrato y concentración de nutrientes con relación al hábitat que las rodea (Cavieres *et al.*, 2005; Arroyo *et al.*, 2003; Körner 2003). Para plantas en cojín alto-andinas, se ha sugerido que esos cambios microambientales pueden afectar tanto la incidencia como la abundancia de otras especies de plantas (Cavieres *et al.*, 1998; Badano *et al.*, 2002; Arroyo *et al.*, 2003). Además, se ha indicado que la esta modulación de condiciones ambientales serían de mayor importancia para otras especies en sitios donde las condiciones ambientales son más severas, por ejemplo, a mayores altitudes (Cavieres *et al.*, 2002; Arroyo *et al.*, 2003). Sobre esta base, la hipótesis principal de este estudio fue que la presencia de plantas en cojín afecta la diversidad de especies en comunidades vegetales, constituyendo un fenómeno generalizado observable en distintos sitios a lo largo de la cordillera de Los Andes de Chile y Argentina. Además, dada la habilidad de las plantas en cojín para modular la temperatura del sustrato (Cavieres *et al.*, 1998; Arroyo *et al.*, 2003), se propuso que sus impactos sobre la diversidad serían mayores en sitios más elevados, donde las bajas temperaturas suelen ser más limitantes para el establecimiento y supervivencia de otras plantas.

Para poner a prueba la hipótesis principal, se evaluaron los efectos de ocho especies de plantas en cojín distribuidas desde los 23°S hasta los 41°S (**Fig. 1**) sobre los tres atributos comunitarios básicos de las comunidades: la riqueza, la diversidad y la equidad de especies. Para todas las especies de cojín, se propuso que su presencia conduciría a: (1) incrementos en la riqueza local de especies mediante la adición de especies que no podrían sobre vivir en el hábitat circundante (i.e., espacios abiertos principalmente compuestos por rocas y suelo desnudo); (2) cambios en la equidad de especies mediante alteraciones de los patrones de abundancias de las mismas; y (3) cambios en la diversidad de las comunidades debido a los cambios en la riqueza y/o la equidad de especies.

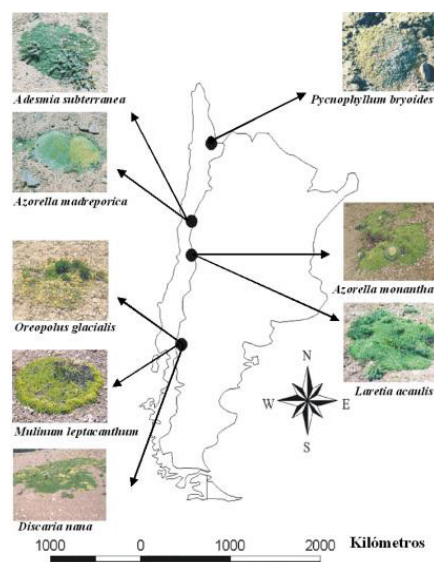


Figura 1. Especies en cojín consideradas en este estudio a lo largo de la cordillera de Los Andes: *Pycnophyllum bryoides* Rohrb. (Caryophyllaceae) en el norte de Chile (23°S, 68°W; 4400 m); *Azorella madreporica* Clos (Apiaceae) y *Adesmia subterranea* Clos (Fabaceae) en el norte-centro de Chile (30°S, 70°W; 3700-4000 m); *Azorella monantha* Clos (Apiaceae) y *Laretia acaulis* (Cav.) Gill et Hook. (Apiaceae) en Chile central (33°S, 70°W; 3200-3600 m); y *Mulinum leptacanthum* Phil. (Apiaceae), *Oreopolus glacialis* (Poepp. & Endl.) Ricardi (Rubiaceae) y *Discaria nana* (Gay) Weberb. (Rhamnaceae) en el sur de Argentina (41°S, 71°W; 1600-1700 m).

Dado que la diversidad es una función de la riqueza y de la equidad de especies (Stirling y Wilsey, 2001), se propuso que las distintas especies en cojín poseen efectos generalizados si todas ellas afectan la diversidad mediante sus efectos sobre la riqueza de especies, la equidad o ambos atributos; de otra manera, si algunas especies afectan la diversidad mediante sus efectos sobre la riqueza, mientras que otras lo hacen mediante sus efectos sobre la equidad, los efectos de las plantas en cojín serían idiosincrásicos. Los resultados indicaron que las plantas en cojín siempre incrementan la riqueza, la equidad y la diversidad de las comunidades, pero la magnitud de estos efectos presentó una gran variación entre especies en cojín y entre sitios (**Tabla 1**). También se observó que las diferentes especies en cojín presentes en un mismo sitio afectan la diversidad de manera similar, mientras que especies de diferentes sitios lo hacen de manera distinta. Estos resultados sugieren que los efectos de las plantas en cojín serían generalizables desde una perspectiva local, comparando especies en cojín de un mismo sitio. En cambio, los efectos los cojines serían idiosincrásicos cuando se comparan especies de distintos sitios a lo largo de la cordillera de Los Andes. Estos resultados, entonces, sustentan sólo parcialmente la hipótesis principal de este estudio, acerca de la generalidad de los efectos de las plantas en cojín sobre la diversidad de las comunidades (**Fig. 2**).

Tabla 1. Incrementos proporcionales en la riqueza de especies (S), la diversidad (H' = índice de Shannon-Wiener) y la equidad ($J = H' / \ln(S)$; ver detalles en Magurran 1988) debidos a la presencia de las diferentes especies de plantas en cojín consideradas en este estudio.

Sitio	Especie de cojín	S	H'	J
Norte de Chile	<i>Pycnophyllum bryoides</i>	54.8%	20.5%	8.6%
Norte-centro de Chile	<i>Azorella madreporica</i>	54.6%	34.2%	34.2%
	<i>Adesmia subterranea</i>	34.1%	19.3%	26.6%
Chile central	<i>Azorella monantha</i>	22.3%	17.0%	5.5%
	<i>Laretia acaulis</i>	55.7%	34.0%	10.6%
Sur de Argentina	<i>Mulinum leptacanthum</i>	232.3%	103.0%	100.3%
	<i>Oreopolus glacialis</i>	236.7%	93.8%	93.8%
	<i>Discaria nana</i>	243.0%	111.5%	101.5%



Figura 2. Dos especies de cojín características de los Andes. A la izquierda, *Azorella compacta* en el altiplano, a 4500 m de altura. A la derecha, *Azorella monantha* en Chile central a 3500 m de altura, albergando distintas especies herbáceas a las que facilita.

Para poner a prueba la segunda hipótesis, referida a las variaciones altitudinales de los efectos de las plantas en cojín sobre la diversidad, se evaluaron los efectos de tres especies en cojín, cada una de ellas presentes a dos elevaciones: *Azorella madreporica* y *Adesmia subterranea*, a 3700 y 4000 m.s.n.m. en el norte-centro de Chile, y *Azorella monantha*, a 3200 y 3600 m.s.n.m. en Chile central (ver **Fig. 1**). Para cada especie, se estimó la magnitud con que afectaba la riqueza, la equidad y la diversidad de las comunidades a cada elevación. Los resultados indicaron que las tres especies en cojín incrementan la riqueza, la equidad y la diversidad de las comunidades, y que la magnitud de estos cambios variaban con la altitud. Sin embargo, mientras los efectos positivos sobre riqueza y diversidad de especies aumentaron consistentemente con la altitud para las tres especies en cojín, sus efectos positivos sobre la equidad aumentaron con la elevación para *A. monantha* en Chile central pero disminuyeron con la elevación para *A. madreporica* y *A. subterranea* en el norte-centro de Chile (**Tabla 2**). Esto sugiere que, en Chile central, los efectos positivos de *A. monantha* sobre la equidad y la riqueza de especies podrían contribuir a incrementar la diversidad de especies en el sitio a mayor elevación. En cambio, en el norte-centro de Chile, la mayor diversidad de la comunidad observada en los sitios más elevados se debería principalmente a los efectos positivos de *A. madreporica* y *A. subterranea* solamente sobre la riqueza de especies. Estos resultados permiten sugerir que los efectos de las plantas en cojín sobre la diversidad de las comunidades vegetales alto-andinas podría depender del contexto ambiental (en este caso la altitud), donde los cojines tendían mayores efectos en ambientes donde su presencia es más crítica para la persistencia otras especies.

Tabla 2. Incrementos proporcionales en la riqueza de especies, la diversidad y la equidad debidos a la presencia de cojines a las menores (L) y las mayores (H) elevaciones consideradas en este estudio.

Especie	Riqueza		Diversidad		Equidad	
	L	H	L	H	L	H
<i>Azorella madreporica</i>	20%	144%	20%	77%	17%	8%
<i>Adesmia subterranea</i>	10%	53%	10%	55%	15%	10%
<i>Azorella monantha</i>	13%	23%	< 1%	35%	< 1%	26%

A modo de síntesis, los resultados de este estudio permiten proponer que, mediante sus efectos sobre las condiciones ambientales, las plantas con arquitectura en cojín podrían considerarse “ingenieros ecosistémicos” (*sensu* Jones *et al.*, 1994, 1997) en ambientes alto-andinos. Sin embargo, dada la gran influencia que estas formas de crecimiento tendrían sobre los atributos emergentes de las comunidades vegetales, también puede sugerirse que podrían estar actuando como “especies clave”, cuya presencia sería crítica para el mantenimiento de los niveles de diversidad observados actualmente en la naturaleza (**Fig. 3**).



Figura 3. El autor y una colega en Valle Nevado, Andes de Chile central a 3500 m, anotando las especies facilitadas por los cojines.

ERNESTO BADANO

Asociaciones de especies a plantas en cojín: sus consecuencias sobre la diversidad de especies vegetales en comunidades alto-Andinas

**Tesis Doctoral
Universidad de Concepción, Chile**

Director: Lohengrin A. Cavieres

Referencias

- Arroyo, M.T.K., Cavieres, L.A., Peñaloza, A. y Arroyo-Kalin, M.A. 2003. Positive interactions between the cushion plant *Azorella monantha* (Apiaceae) and alpine plant species in the Chilean Patagonian Andes. *Plant Ecology* 169: 121-129.
- Badano, E.I., Molina-Montenegro, M.A., Quiroz, C.L. y Cavieres, L.A. 2002. Efectos de la planta en cojín *Oreopolus glacialis* (Rubiaceae) sobre la riqueza y diversidad de especies en una comunidad alto-andina de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 757-765.
- Cavieres, L.A., Peñaloza, A., Papic, C. y Tambutti, M. 1998. Efecto nodriza del cojín *Laretia acaulis* (Umbelliferae) en la zona alto-andina de Chile Central. *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 337-347.
- Cavieres, L.A., Arroyo, M.T.K., Peñaloza, A., Molina-Montenegro, M.A. y Torres, C. 2002. Nurse effect of *Bolax gummifera* cushion plants in the alpine vegetation of the Chilean Patagonian Andes. *Journal of Vegetation Science* 13: 547-554.
- Cavieres, L.A., Badano, E.I., Sierra-Almeida, A., Gómez-González, S. y Molina-Montenegro, M.A. 2006. Positive interactions between alpine plant species and the nurse cushion plant *Laretia acaulis* do not increase with elevation in the Andes of central Chile. *New Phytologist* (en prensa).
- Jones, C.G., Lawton, J.H. y Shachak, M. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69: 373-386.
- Jones, C.G., Lawton, J.H. y Shachak, M. 1997. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. *Ecology* 78: 1946-1957.
- Körner, C. 2003. *Alpine plant life*, 2 edn, pp. 1-344. Springer, Berlin, Germany.
- Stirling, G. y Wilsey, B. 2001. Empirical relationships between species richness, evenness, and proportional diversity. *American Naturalist* 158: 286-299.