









Tabla 4. Relaciones sociológicas de *E. schultzi*

<p><b>Especies más frecuentes de lo esperado cuando la cobertura de <i>E. schultzi</i> es superior a 30%</b></p>	<p><i>Hypericum brathys</i> S.M. <i>Cyperus</i> sp. <i>Carex acutata</i> Boot.</p>
<p><i>Hypericum laricifolium</i> Juess. <i>Geranium chamaense</i> Pitt. <i>Aciachne pulvinata</i> Benth. <i>Lorenzochloa erectifolia</i> (SW) J.R. <i>Rumex acetosella</i> L. <i>Arenaria venezuelana</i> Briq.</p>	<p><b>Especies indiferentes a la cobertura de <i>E. schultzi</i></b></p>
<p><b>Especies más frecuentes de lo esperado cuando la cobertura de <i>E. schultzi</i> está entre 1% y 30%</b></p>	<p><i>Hypochoeris selosus</i> Russ. <i>Bidens humilis</i> H.B.K. <i>Stachys venezuelana</i> Briq. <i>Relbunium hypocarpium</i> Hesml. <i>Halenia viridis</i> Gilg. <i>Carex amicta</i> Boot. <i>Acaena elongata</i> L. <i>Bromus pitensis</i> H.B.K. <i>Azorella julianii</i> Math. <i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav. <i>Aster emarginatus</i> H.B.K. <i>Lachemilla aphanoides</i> L. <i>Wernoria pygmaea</i> Gill. <i>Lucilia radians</i> Cuatr. <i>Rhizocophalum candollei</i> Wedd. <i>Carex bomplandii</i> Kunth. <i>Carex abolutescens</i> Schaw. <i>Agrostis venezuelana</i> Briq. <i>Trisetum irazuense</i> Hitch. <i>Hinterhubera lanuginosa</i> Cuatr. et A. <i>Piptochaetium</i> sp.</p>
<p><i>Hesperomeles pernatyoides</i> Wedd. <i>Pernettya elliptica</i> DC. <i>Poa trachyphylla</i> Pilg. <i>Castilleja fissifolia</i> L. F. <i>Luzula racemosa</i> Desv. <i>Hieratium venezuelense</i> A.T. <i>Calamagrostis effusa</i> Steud. <i>Acaena cylindrostachya</i> R. et P. <i>Sisyrinchium bogotense</i> H.B.K. <i>Gnaphalium paramorum</i> Bl. <i>Paepelanthus karstenii</i> Ruhl.</p>	
<p><b>Especies más frecuentes cuando <i>E. schultzi</i> está ausente</b></p> <p><i>Agrostis trichodes</i> R. et S. <i>Gnaphalium antenaroides</i> DC</p>	

cuando la especie presenta una cobertura baja (1%-30%) y seis son más frecuentes de lo esperado cuando su cobertura es mediana (>30%). Las 20 especies restantes son indiferentes a la cobertura de *E. schultzi*.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### Relaciones ambientales

La frecuencia de *E. schultzi* en el valle de Mucubají está asociada positivamente a las partes altas de las morrenas y negativamente a las bajas, donde están las menores pendientes, lo que la relaciona con el drenaje, aunque es indiferente a factores del drenaje interno como el porcentaje de arena y el porcentaje de grava gruesa superficial; sin embargo, se asocia positivamente a lugares con alto porcentaje de grava gruesa en el subsuelo. Estas asociaciones con la estructura física del suelo sugieren que la presencia de la especie es favorecida por sitios bien drenados: partes altas de las morrenas, sitios que, además, son los menos fríos del valle; y podría pensarse que la especie es favorecida también por las temperaturas menos extremas, ya que no sería afectada por las bajas temperaturas nocturnas registradas en el fondo del valle (Azócar y Monasterio, 1980b). Sin embargo, se sabe que la especie, por lo menos en sus estados adulto y juvenil, soporta temperaturas extremadamente bajas sin sufrir daño por congelación

(Goldstein *et al.*, 1985; Meinzer *et al.*, 1985; Rada *et al.*, 1985 y 1987; Squeo *et al.*, 1991), lo que permite descartar el efecto de las bajas temperaturas como causa principal de la menor frecuencia de la especie en el fondo del valle. Lo anterior, unido a su indiferencia a la exposición a los rayos solares, refuerza la idea de la independencia a la temperatura. Por otra parte, en los sitios altos y bien drenados ocurre un déficit hídrico matutino que podría afectar la especie; pero ésta, sin embargo, es más frecuente de lo esperado en esos sitios, lo que tal vez se explica por la presencia del reservorio de agua en la médula (Goldstein *et al.*, 1984 y 1985; Goldstein y Meinzer, 1983), que la haría prácticamente independiente del agua del suelo en ese período. De tal manera que si el déficit hídrico matutino (que sería muy acentuado en el fondo del valle dadas las bajas temperaturas que se alcanzan) no parece afectar la especie, y las temperaturas bajas tampoco, se debe pensar en las condiciones hídricas del fondo del valle como las que causan la menor frecuencia de la especie, es decir, un exceso de humedad temporal o permanente. En efecto, se observa que la especie está asociada negativamente a los sitios con mayores valores de punto de marchitez permanente, de capacidad de campo, de pH, de fósforo soluble, de nitrógeno total, de calcio, magnesio, sodio, potasio, de porcentaje de saturación de bases y de valores bajos de la relación carbono/nitrógeno, lo que corresponde, precisamente, a los sitios más húmedos del valle.



- Fariñas, M. R. y M. Monasterio.** 1980. La vegetación del páramo de Mucubají. Análisis de ordenamiento y su interpretación ecológica. *En: Monasterio, M., ed. Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos.* Ediciones de la Universidad de los Andes, Mérida, pp 263-297.
- Goldstein, G., F. Rada, M. Canales & O. Zabala.** 1989. Leaf gas exchange of two giant caulescent rosette species. *Oecol. Plant.* 10:355-370.
- Goldstein, G. & F. Meinzer.** 1983. Influence of insulating dead leaves and low temperature on water balance in an andean giant rosette species. *Plant Cell Environ.* 6:649-656.
- Goldstein, G., F. Meinzer & M. Monasterio.** 1984. The role of capacitance in the water balance of an andean giant rosette. *Plant Cell Environ.* 7:179-186.
- Goldstein, G., F. Rada & A. Azócar.** 1985. Cold hardiness and supercooling along an altitudinal gradient in andean giant rosette species. *Oecologia* 68:147-152.
- Gounot, M.** 1969. *Méthodes d'étude quantitative de la végétation.* Masson, Paris, 314 p.
- Guillerm, J. L.** 1971. Calcul de l'information fournie par un profil écologique et valeur indicatrice des espèces. *Oecol. Plant.* 6:209-225.
- Hedberg, O.** 1964. Features of afroalpine plant ecology. *Acta Phytogeografica Suecica* 49:1-114.
- Meinzer, M. & G. Goldstein.** 1985. Some consequences of leaf pubescence in the andean giant rosette plant *Espeletia timotensis*. *Ecology* 66:512-520.
- Meinzer, F., G. Goldstein & R. Rundel.** 1985. Morphological changes along an altitudinal gradient and their consequences for an andean giant rosette plant. *Oecologia* 65:278-283.
- Monasterio, M.** 1980a. Los páramos andinos como región natural. Características biogeográficas generales y afinidades con otras regiones andinas. *En: Monasterio, M., ed. Estudios Ecológicos en los Paramos Andinos.* Ediciones de la Universidad de los Andes, Mérida, pp 16-27.
- Monasterio, M.** 1980b. Las formaciones vegetales de los páramos de Venezuela. *En: Monasterio, M., ed. Estudios Ecológicos en los Paramos Andinos.* Ediciones de la Universidad de los Andes, Mérida, pp 93-153.
- Monasterio, M. & L. Sarmiento.** 1991. Adaptive radiation of *Espeletia* in the cold andean tropics. *Trends Ecol. Evol.* 9:387-391.
- Orloci, L.** 1978. *Multivariate analysis in vegetation research.* 2ª ed. Dr Junk. The Hague. 451 p.
- Rada, F., G. Goldstein, A. Azócar & F. Meinzer** 1985. Freezing avoidance in andean giant rosette plants. *Plant Cell Environ.* 8:501-507.
- Rada, F., G. Goldstein, A. Azócar & A. Torres.** 1987. Supercooling along an altitudinal gradient in *Espeletia schultzii*, a caulescent giant rosette species. *J. Exp. Bot.* 188:491-497.
- Sarmiento, G.** 1986. Ecological features of climate in high tropical mountains. *En: Villeumieur, F. & M. Monasterio, eds. High Altitude Biogeography.* Oxford University Press, pp 11-48.
- Schubert, C.** 1972. Cronología glacial tardía y evidencias neotectónicas en los Andes venezolanos nororientales. *Acta Cient. Venezol.* 23:89-94.
- Schubert, C.** 1980. Aspectos geológicos de los andes venezolanos: Historia, breve síntesis, el cuaternario y bibliografía. *En: Monasterio, M., ed. Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos.* Ediciones de la Universidad de los Andes, Mérida, pp 29-46.
- Smith, A.** 1974. Bud temperature in relation to nyctinastic leaf movement in an andean rosette plant. *Biotropica* 6:263-266.
- Sokal, R. & F. Rohlf.** 1981. *Biometry.* 2ª ed. Freeman, San Francisco, 859 p.
- Squeo, S. F., F. Rada, A. Azócar & G. Goldstein.** 1991. Freezing tolerance and avoidance in high tropical andean plants: Is it equally represented in species with different plant height? *Oecologia* 86:378-382.