

## Variación de la correlación entre la diversidad y el biovolumen de la vegetación sobre un gradiente altitudinal

J. P. de Nicolás, E. Nieto, P. G. Cabrera, J. M. Fernández-Palacios & F. J. Ferrer

*Area de Ecología, Facultad de Biología, Universidad de La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España*

### Introducción

Sobre el concepto de diversidad se han formulado planteamientos contradictorios (7) debido fundamentalmente a su complejidad, que afecta también a otros conceptos que ofrecen una visión holista sobre la Naturaleza. Superar tales contradicciones exige revisar las concepciones sobre la diversidad (12, 20) para eliminar las menos significativas y las más redundantes, a la vez que incorporar nuevas perspectivas (8).

Aunque en los modelos clásicos sobre sucesión se resalta la convergencia hacia un climax espacialmente homogéneo (3) y el aumento progresivo de la diversidad (11), tales parámetros no varían monótonicamente (2, 13, 15).

En las comunidades herbáceas del centro de la Península Ibérica, mientras la presión del pastoreo dificulta la sucesión del pastizal hacia el matorral, aumenta la diferenciación espacial de las comunidades (divergencia) con la sucesión (16, 17). Cuando cesa tal presión, las comunidades convergen hacia una climax arbórea representada mayoritariamente por encinares. Consiguientemente, en algún momento del proceso sucesional debe producirse el cambio de la divergencia a la convergencia, posiblemente asociado al cambio de tamaño de la vegetación por crecimiento individual y por sustitución de unas especies por otras de mayor porte.

Para interpretar los resultados se asume un modelo sobre la sucesión (5, 6, 18) donde la variación de tamaño (biovolumen) en una comunidad contribuye a la diferenciación de nichos relativos a la capacidad de las plantas para competir por el espacio, la luz, el agua y los nutrientes (9), hasta alcanzarse una situación estacionaria con una distribución de tamaños característica (21) y una tasa de renovación reducida (8).

En el presente trabajo se analiza la relación entre el biovolumen y la diversidad de las comunidades a lo largo de un gradiente ambiental, diferenciándose la correlación "entre" comunidades y la correlación "dentro" de tales comunidades con el fin de obtener información sobre la influencia del biovolumen y de posibles fenómenos alelopáticos sobre la diversidad de las comunidades vegetales.

### Area de estudio

El Valle de Güimar se sitúa entre la costa y los 2400 m de altitud sobre la vertiente suroccidental de la isla de Tenerife, limitando en altura con el Parque Nacional del Teide.

Aunque cada parámetro climático parece variar continuamente con la altitud, la particular estructura de la atmósfera en estas latitudes, caracterizada por la presencia de inversiones térmicas, determina la aparición de discontinuidades altitudinales o pisos climáticos (Fig. 1). A ellos se asocian tipos o cinturones de vegetación (tabaibal-cardonal, laurisilva xérica, pinar y retamar de cumbre) con fisionomía, grado de desarrollo y especies características, correlacionados con las condiciones climáticas (Tabla 1).

La inversión térmica, cuya situación oscila entre los 1300 m de altitud durante el verano y los 1500 m durante el resto del año, divide horizontalmente la isla en la una parte inferior, con atmósfera húmeda y fresca, y otra superior afectada por aire más seco. A esa diferenciación se añade la capa de nubes ("mar de nubes") formada al embalsarse por debajo de la inversión el aire húmedo del viento alisio que asciende por las laderas de barlovento. Este ambiente nuboso protege la vegetación de la radiación y la permite interceptar gotas de agua ("precipitación horizontal") en una proporción

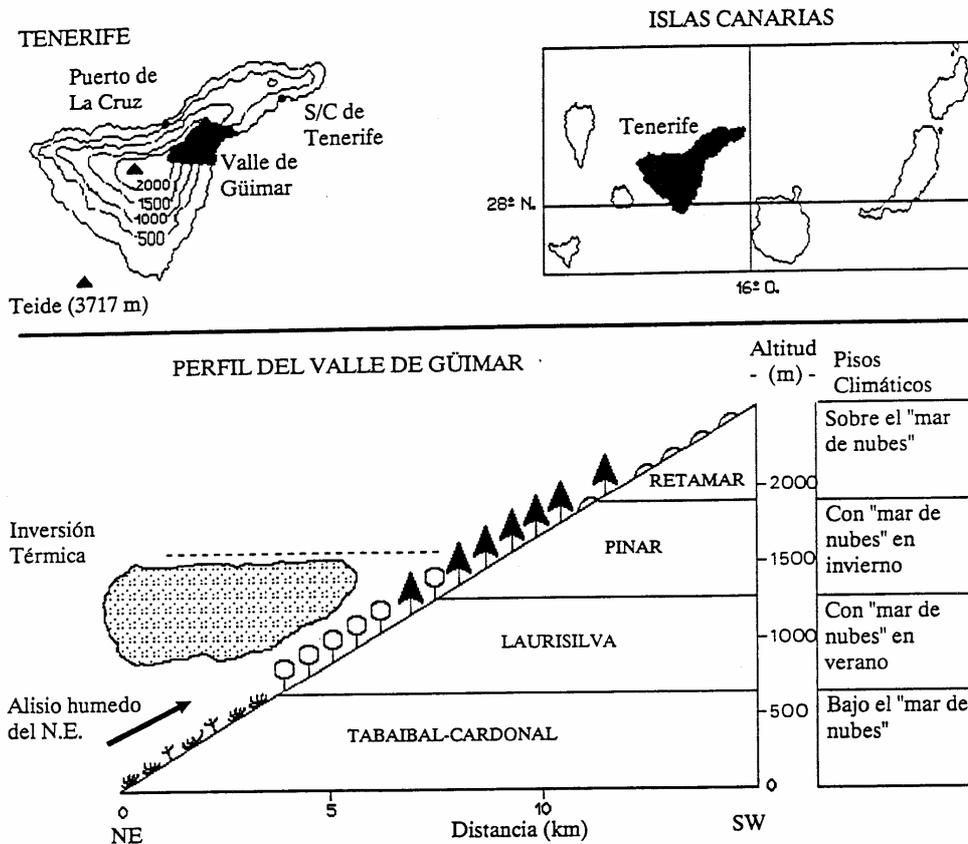


Fig. 1. Localización geográfica, orientación, gradiente altitudinal, climático y pisos de vegetación de la zona de estudio.

que triplica localmente el aporte pluvial.

La oscilación anual de la altura de la capa de nubes varía con la de la inversión térmica, diferenciándose una zona entre 800 y 1300 m con mar de nubes en verano y una zona entre 1300 y 1600 m que durante el verano queda por encima del mar de nubes sufriendo la vegetación estrés hídrico.

#### Metodología

Se analizaron 175 estaciones ( $j=1...m$ ) de 25 x 25 m estratificadas altitudinalmente (1) que correspondían a comunidades sobre diferentes sustratos (coladas antiguas, coladas recientes, picones, etc.) y con diverso grado de explotación.

En cada estación  $j$  se determinó el recubrimiento ( $R_{ij}$ ), la altura media ( $H_{ij}$ ) y el biovolumen ( $BV_{ij}=R_{ij} \cdot H_{ij}$ ) de las

especies ( $i=1...n$ ) presentes. Se anotó también la altitud de la estación, el tipo de sustrato y el grado de alteración de la comunidad vegetal. A partir de estos datos se calculó el biovolumen total de la vegetación ( $BV_j = \sum BV_{ij}$ ) y la diversidad específica mediante el índice de Shannon, calculando la probabilidad de cada especie respecto al biovolumen total de la comunidad.

#### Resultados y discusión

La correlación entre la variación del biovolumen y la diversidad entre pisos de vegetación (correlación "entre") no es significativa (Fig. 2). Ambos parámetros no varían conjuntamente, sino que los pisos más cálidos (inferiores) presentan valores altos de diversidad, y los más húmedos (intermedios) presentan el mayor biovolumen. Esto sugiere

que la temperatura influye significativamente sobre la diversidad, mientras que la disponibilidad hídrica afectaría particularmente sobre el desarrollo de la vegetación.

Al considerar por separado cada piso de vegetación, el biovolumen y la diversidad aparecen correlacionados positivamente en el tabaibal-cardonal ( $r = 0,33$ ) y la laurisilva xérica ( $r = 0,66$ ) ( $\alpha = 0,05$ ). En el pinar la correlación es negativa ( $r = -0,60$ ) y también en el retamar de cumbre ( $r = -0,40$ ), aunque solamente resulta significativa ( $\alpha = 0,05$ ) en el primero (Fig. 3).

A cada cinturón de vegetación correspondería una distribución específica de tamaños (21) según sus condiciones de producción, que se repartirían entre un componente asociado a la variación interespecífica (diversidad) y otro a la variación intraespecífica (estructura demográfica). La magnitud de uno y otro componente dependería de las condiciones ambientales, de las especies que pueden acceder al área, de su tamaño, de sus características adaptativas, de sus requerimientos ambientales y de la naturaleza positiva (simbiosis, mutualismo) o negativa (competencia, alelopatía) de las relaciones inter e intraespecíficas.

La correlación positiva entre diversidad y biovolumen en

el tabaibal-cardonal y en la laurisilva se considera resultado del predominio de interacciones positivas o neutras. En estas condiciones, al aumentar el biovolumen se diversificaría el habitat, favoreciéndose la diversidad específica. Esto explicaría la correlación positiva. Por el contrario, la correlación negativa en el pinar (Fig. 3) entre el biovolumen y la diversidad se atribuye a la incidencia de fenómenos alelopáticos en este tipo de comunidad (22), que potenciaría la dominancia de algunas especies al aumentar el biovolumen.

Desde una perspectiva aplicada, en las comunidades donde la correlación entre el biovolumen y la diversidad es positiva, la diversidad disminuye al aumentar el nivel de explotación. En las comunidades donde tal correlación es negativa, los valores más altos de diversidad se asocian a ciertos niveles de explotación (4, 6, 14), y una política maximalista de conservación podría afectar negativamente a la diversidad.

Los criterios de valoración de comunidades naturales utilizados en programas de planificación y de evaluación del impacto ecológico no deberían limitarse a aplicar los índices clásicos de diversidad (19), si no desarrollar otros que incorporen información significativa sobre el desarrollo del biovolumen y la naturaleza de las interacciones específicas, como los índices de desarrollo-diversidad (10).

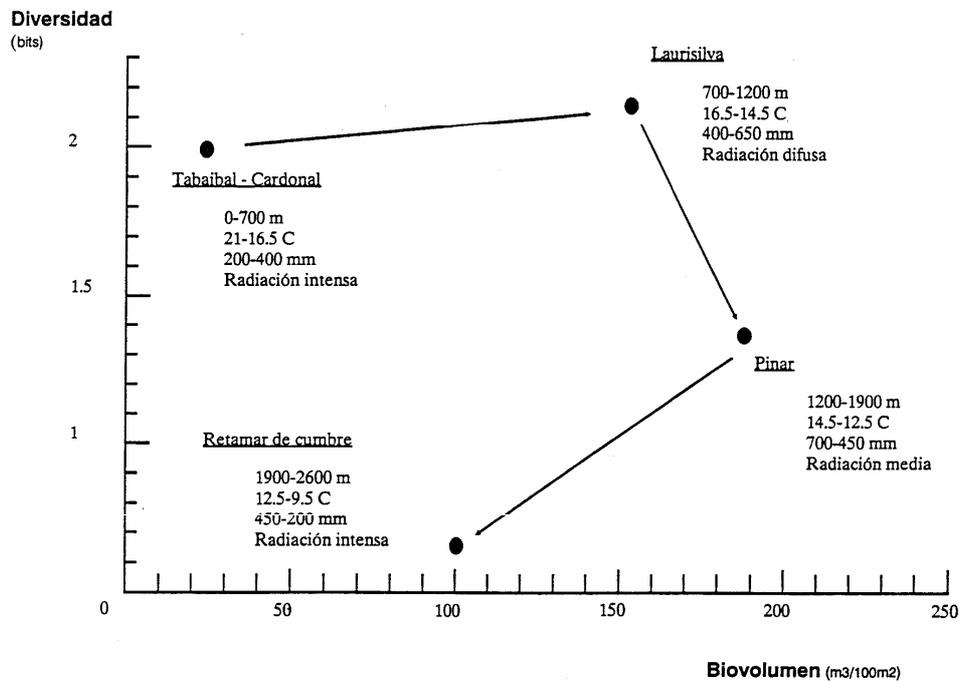


Fig. 2. Variación de la diversidad específica y del biovolumen entre pisos de vegetación. Cada punto representa un piso de vegetación, al cual se ha asociado un intervalo altitudinal, temperatura media, precipitación anual e intensidad de radiación.

Tabla 1. Correspondencia esquemática entre tipos de vegetación y condiciones climáticas a lo largo del gradiente ambiental analizado.

Altitud (m)	0 - 700	700 - 1.200	1.200 - 1.900	1.900 - 2.600
Tipo vegetación	Tabaibal-Cardonal	Laurisilva xérica	Pinar	Matorral de cumbre
Especies representativas	<i>Euphorbia balsamifera</i> <i>Plocama pendula</i> <i>Euphorbia canariensis</i>	<i>Laurus azórica</i> <i>Myrica faya</i> <i>Erica arborea</i>	<i>Pinus canariensis</i> <i>Cistus monspeliensis</i> <i>Cistus symphytifolius</i>	<i>Spartocytisus supranusius</i> <i>Descurainia bourgaeana</i> <i>Pterocephalus lasicspermus</i>
Fisionomía característica	Matorral craso	Bosque planifolio	Bosque aciculifolio	Matorral almohadillado
Altura máxima vegetación (m)	3	5	20	2
Tipología climática	Mediterráneo caluroso y seco	Mediterráneo húmedo	Mediterráneo seco	Subcontinental seco
Precipitación anual media (mm)	200 - 500	500 - 700	300 - 900	100 - 250
Temperatura media (°C)	19	15	13	10
Radiación	Intensa	Difusa	Intensa	Muy intensa
Precipitación horizontal	No	Todo el año	Excepto en verano	Excepcionalmente

Dado que la vegetación representativa del Parque Nacional del Teide pertenece al tipo de retamar de cumbre y que los resultados obtenidos sobre esta comunidad no son totalmente concluyentes, convendría realizar allí un análisis

más preciso sobre la variación del biovolumen, la diversidad específica y estructura demográfica de la vegetación, que permitiera definir estrategias de protección que eviten el envejecimiento que puede estar sufriendo esta comunidad.

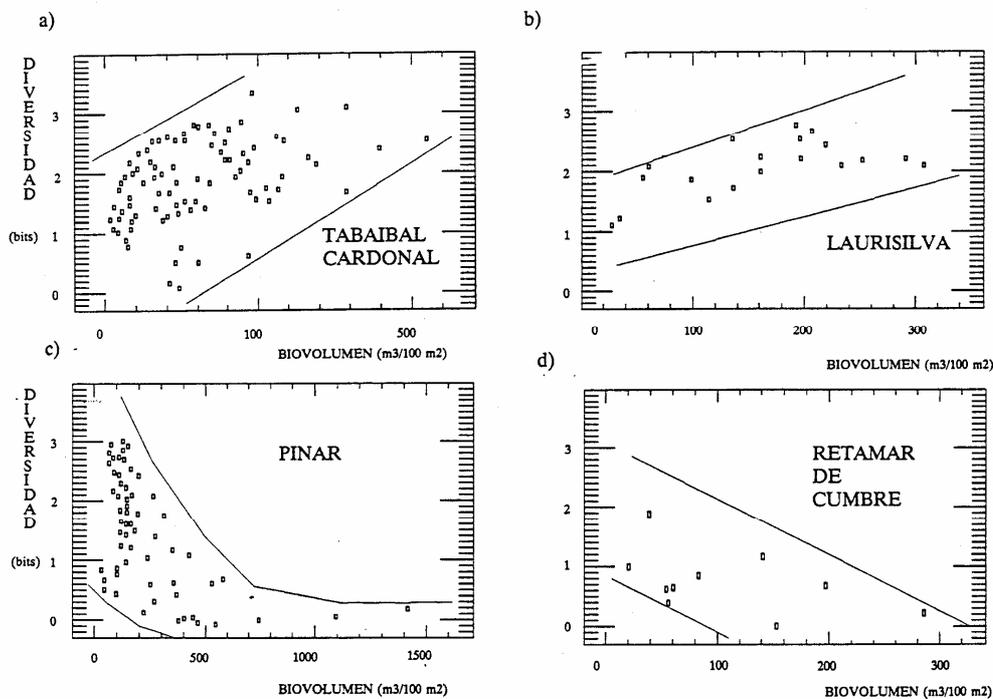


Fig. 3. Correlación entre la diversidad y el biovolumen de la vegetación en diferentes tipos de vegetación.

## Referencias

- (1) Cabrera, P. G., 1989. Cartografía ecológica del Valle de Güimar. Análisis metodológico de dos estrategias complementarias. Tesis de doctorado, Universidad de La Laguna.
- (2) Christensen, N. L. & Peet, R. K., 1984. Convergence during secondary forest succession. *J. Ecol.*, 72: 25-36.
- (3) Clements, F. E., 1916. Plant succession: An analysis of the development of vegetation. Carnegie Institute Publication 242, Washington, D.C.
- (4) Connell, J. H., 1978. Diversity in Tropical Rain Forest and Coral Reefs. *Science*, 199: 1302-1310.
- (5) Connell, J. H. & Orias, E., 1964. The ecological regulation of species diversity. *The American Naturalist*, 98: 399-414.
- (6) Connell, J. H. & Slatyer, R. O., 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Naturalist*, 111: 1119-1144.
- (7) Hurlbert, S. H., 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, 52: 577-586.
- (8) Margalef, R., 1989. Reflexiones sobre la diversidad y significado de su expresión cuantitativa. En: Pineda, F. D. *et al.* (eds.): *Diversidad Biológica*. F. Areces-WWF-SCOPE, Madrid.
- (9) May, R. M., 1986. The search for patterns in the balance of Nature: advances and retreats. *Ecology*, 67: 1115-1125.
- (10) Nicolás, J. P. de, 1991. Evaluación de la biodiversidad y conservación de la naturaleza. En: F. D. Pineda *et al.* (eds.), *Diversidad biológica/Biological diversity*. F. Areces-ADENA/WWF-SCOPE, Madrid. 57-62.
- (11) Odum, E. P., 1969. The strategy of ecosystem development. *Science*, 164: 262-270.
- (12) Peet, R. K., 1974. The measurement of species diversity. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 5: 285-307.
- (13) Peet, R. K., 1978. Forest vegetation of the Colorado Front Range: Patterns of species diversity. *Vegetatio*, 37: 65-78.
- (14) Peet, R. K., Glenn-Lewin, D. C. & Walker Wolf, J., 1983. Prediction of man's impact on plant species diversity. In: Holzner, W., Werger, M. J. A. & Ikusima, I. (eds.). *Man's impact on vegetation*. Junk, Berlin, 41-54.
- (15) Peet, R. K. & Christensen, N. L., 1988. Changes in species diversity during secondary forest succession on the North Carolina Piedmont. In: During H. J., Werger, H. J. A. & Williams, J. H. (eds.). *Diversity and pattern in plant communities*. SPB Academic Publishing, London, 233-245.
- (16) Pineda, F. D., Nicolás, J. P., Pou, A. & Galiano, E. F., 1981a. Ecological succession in oligotrophic pasture of central Spain. *Vegetatio*, 44: 165-176.
- (17) Pineda, F. D., Nicolás, J. P., Ruiz, M., Peco, B. & Bernáldez, F. G., 1981b. Succession, diversité et amplitude de niche dans les pâturages du centre de la péninsule ibérique. *Vegetatio*, 47: 267-277.
- (18) Straskraba, M., 1979. Natural control mechanisms in models of aquatic ecosystems. *Ecological Modelling*, 6: 305-321.
- (19) Usher, M. B. (ed.), 1986. *Wildlife Conservation Evaluation*. Chapman and Hall, London.
- (20) Van der Maarel, E., 1988. Species diversity in plant communities in relation to structure and dynamics. In: During, H. J., Werger, H. J. A. & Williams, J. H. (eds.). *Diversity and pattern in plant communities*. SPB Academic Publishing, London: 1-14.
- (21) Wagensberg, J., López, D. & Valls, J., 1988. Statistical Aspects of Biological Organization. *J. Phys. Chem. Solids*, 49: 695-700.
- (22) Whittaker, R. H., 1969. Evolution of Diversity in Plant Communities. In: Woodwell, G. M. & Smith, H. H. (eds.). *Diversity and stability in ecological systems*. Brookhaven Symp. Biol., 22, 178-196.