

# Análisis comparativo preliminar de localidades notables de gastrópodos de Nicaragua

A. Mijail Pérez\* y Adolfo López SJ\*

**Resumen.**- Se aplicaron métodos de clasificación numérica para explorar patrones biogeográficos entre localidades notables de gastrópodos terrestres de Nicaragua. Se analizaron 121 especies, distribuidas en 30 familias y 54 géneros. Se consideraron veinte (20) localidades en total. La medida de similitud empleada fue el índice de similitud de Sorensen, que viene dado por la expresión  $S = 2c/(a+b)$ . Los resultados obtenidos muestran la existencia de cuatro agrupamientos más o menos generales a diferentes niveles de similitud. El primero ( $S = 0.47$ ) comprende todas las localidades de la región climática del Pacífico, el segundo ( $S = 0.67$ ), involucra dos localidades de la región Central del país. El tercer agrupamiento ( $S = 0.33$ ), comprende localidades de las regiones del Centro Sur y del Atlántico Sur, entre las que existen notables diferencias climáticas y de vegetación. El cuarto grupo está constituido por una sola localidad (Wani) y se une con el resto con una similitud de 0.13.

## Introducción

Los métodos de clasificación numérica, también conocidos como *cluster analysis*, han sido ampliamente usados por los biólogos para identificar relaciones entre especies y/o patrones biogeográficos entre localidades de estudio (Peters, 1971; Harvey, 1978, 1981; Legendre y Legendre, 1984).

La aplicación de estos métodos en la comparación de comunidades de gastrópodos terrestres puede aportar patrones biogeográficos muy interesantes, dada la naturaleza en general poco vágil de este grupo y el alto endemismo que frecuentemente presentan sus comunidades.

La geografía de Nicaragua está compuesta por tres regiones naturales con

características notablemente diferenciales entre sí (Incer, 1973; Fenzel, 1989; Oviedo, 1993), así como algunas regiones ecológicas que constituyen subregiones de las anteriores (ver Salas, 1993). Estos ecosistemas sugieren la posibilidad de ser al mismo tiempo zonas de distribución para determinado tipo de comunidades de gastrópodos terrestres. En el presente trabajo, hemos aplicado el método de clasificación numérica para explorar las relaciones biogeográficas entre las comunidades de gastrópodos terrestres de varias localidades, distribuidas en las tres regiones naturales del país. Se analiza si los núcleos de especies que componen estas comunidades siguen patrones biogeográficos congruentes con las tres regiones naturales (ilustración 1), o con las subregiones ecológicas dentro de las mismas (ilustración 2).

\* Investigadores del Centro Malacológico de la UCA.

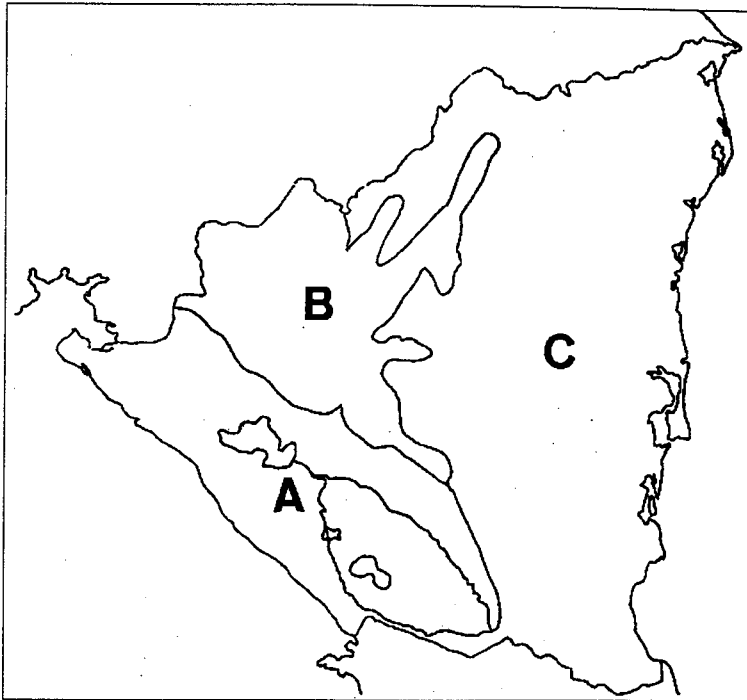


Ilustración 1. Las tres regiones naturales de Nicaragua, según Oviedo (1993). Las abreviaturas significan: A, Región Natural del Pacífico; B: Región Central; C: Región Natural del Atlántico.

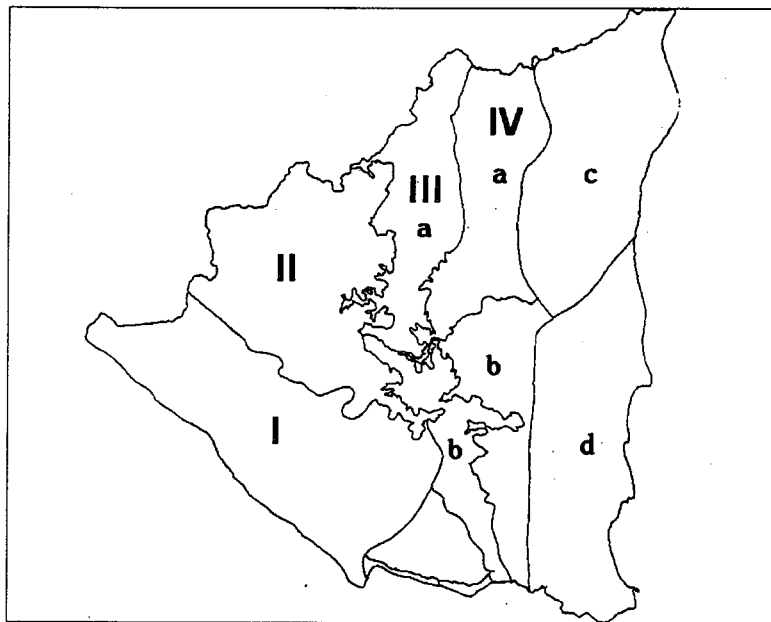


Ilustración 2. Las cuatro regiones ecológicas de Nicaragua y sus subregiones, según Salas (1993). Las abreviaturas significan: I, Región Ecológica I; II, Región Ecológica II; III, Región Ecológica III; IV, Región Ecológica IV. Las letras identifican a las subregiones ecológicas que existen dentro de las regiones según Salas (*op. cit.*).

Dada la escasez de este tipo de estudios en el país, los pasos del método se detallan para su posible uso por personal de investigación y/o docencia en este u otro grupo faunístico o florístico.

## Material y métodos

### *Localidades de estudio*

Las localidades de estudio fueron elegidas a partir de la información publicada e inédita de inventarios en algunas

localidades del país (cuadro 1), para lo cual el único requisito fue que se listara un mínimo de 12 formas, entre géneros, especies y subespecies, ya que se plantea que éste es un valor notable de riqueza de especies (Solem y Climo, 1985).

Los datos inéditos de algunas localidades estudiadas se incluyen por la necesidad de tener una mayor representatividad del territorio nacional, pero no se listan en el trabajo (ver matriz original de datos).

Cuadro 1  
LISTADO DE LAS LOCALIDADES ESTUDIADAS  
EN EL PRESENTE TRABAJO.

Localidad de estudio	Región	Departamento	Coordenadas (UTM)	Referencia
Asososca	Pacífico	León	16PEJ37	Inédito
Apoyeque	Paccífico	Managua	16PEJ74	Inédito
Apoyo	Paccífico	Granada	16PFJ01	López y Pérez (1993)
Laguna Blanca	Paccífico	León	16PFJ10	Inédito
Laguna Monte Galán	Paccífico	León	16PEJ47	Inédito
Ometepe	Paccífico	Rivas	16PFH67	López (1990,1991)
Pochote	Paccífico	Managua	16PEJ92	Inédito
Xiloá	Paccífico	Managua	16PEJ74	Inédito
El Caracol	Pacífico	Boaco	-	Inédito
Estanzuela	Central	Estelí	16PEK73	Inédito
Fuente Pura	Central	Matagalpa	16PFK13	Inédito
Juigalpa	Central	Chontales	16PFJ73	Inédito
Selva Negra	Central	Matagalpa	16PFK14	Inédito
El Castillo	Central	Río San Juan	16PGH81	López (1992)
Bluefields	RAAS	-	17P	Fluck (1905-1906)
La Bodega	RAAS	-	17P	Inédito
La Fonseca	RAAS	-	17P	Inédito
Loma del Mico	RAAS	-	17P	Inédito
Wani	RAAN	-	17P	Fluck (1905-1906)
Greytown	RAAN	-	17P	Fluck (1905-1906)

Las abreviaturas significan: RAAS, Región Autónoma del Atlántico Sur; RAAN, Región Autónoma del Atlántico Norte.

## Fauna de estudio

En el estudio se incluyó un total de 121 especies distribuidas en 54 géneros y 30 familias (cuadro 2), lo que constituye un 56% de la malacofauna conocida del país (aproximadamente 216 especies) y un 83% de la identificada (146 especies) (Pérez y López, 1993b).

## Metodología

Para la aplicación de los métodos de clasificación numérica, se deben seguir varios pasos que se detallan a continuación. Los mismos han sido tomados del protocolo propuesto por Herrera (1987), quien introduce una secuencia similar a la de Boesch (1977), pero simplificada.

Cuadro 2  
LISTADO DE LOS TAXONES ESTUDIADOS  
POR GÉNEROS Y FAMILIA

Familia	Género	Cantidad de especies
<i>Neritidae</i>	<i>Neritina</i>	2
<i>Helicinidae</i>	<i>Helicina</i>	4
	<i>Lucidella</i>	1
<i>Poteriidae</i>	<i>Neocyclotus</i>	1
	<i>Adelopoma</i>	2
	<i>Mexyclostus</i>	1
<i>Ampullariidae</i>	<i>Pomacea</i>	2
<i>Pomatiasidae</i>	<i>Chondropoma</i>	1
<i>Hydrobiidae</i>	<i>Pyrgophorus</i>	1
<i>Thiaridae</i>	<i>Melanoides</i>	1
<i>Pleuroceridae</i>	<i>Pachychilus</i>	2
<i>Charychiidae</i>	<i>Charychium</i>	1
<i>Physidae</i>	<i>Physa</i>	3
<i>Planorbidae</i>	<i>Planorbis</i>	1
	<i>Helisoma</i>	2
	<i>Hebetancylus</i>	1
<i>Vertiginidae</i>	<i>Bothriopupa</i>	1
	<i>Gastrocopta</i>	3
<i>Strobilopsidae</i>	<i>Strobilops</i>	1
<i>Bulimulidae</i>	<i>Bulimulus</i>	1
	<i>Drymaeus</i>	6
	<i>Orthalicus</i>	3
<i>Urocoptidae</i>	<i>Macroceramus</i>	2
<i>Ferussacidae</i>	<i>Caeciloides</i>	2
<i>Subulinidae</i>	<i>Subulina</i>	1
	<i>Lamellaxis</i>	2
	<i>Leptinaria</i>	4
	<i>Opeas</i>	1
<i>Spiraxidae</i>	<i>Beckianum</i>	2
	<i>Spiraxis</i>	8
	<i>Miraxidula</i>	1
	<i>Rectaxis</i>	1
	<i>Streptostyla</i>	4
	<i>Salasiella</i>	1
	<i>Euglandina</i>	1
<i>Pseudosubulina</i>	1	
<i>Punctidae</i>	<i>Punctum</i>	1
<i>Charopidae</i>	<i>Radiodiscus</i>	4
<i>Systrophidae</i>	<i>Miradiscops</i>	2
	<i>Drepanostomell</i>	1
<i>Succineidae</i>	<i>Succinea</i>	3
<i>Sagidae</i>	<i>Xenodiscula</i>	1
<i>Zonitidae</i>	<i>Glyphyalimia</i>	3
	<i>Striatara</i>	1
<i>Helicarionidae</i>	<i>Zonitoides</i>	1
	<i>Eucomilus</i>	2
	<i>Guppya</i>	1
<i>Yttrinae</i>	<i>Habroconus</i>	1
	<i>Hawaia</i>	1
<i>Limacidae</i>	<i>Deroceras</i>	1
<i>Polygyridae</i>	<i>Praticolella</i>	1
<i>Thysanophoridae</i>	<i>Thysanophora</i>	6
<i>Helminthoglyptidae</i>	<i>Trichodiscina</i>	1

### *Muestreo ecológico o taxonómico*

Depende de las características del estudio y es decidido por el investigador. Puede ser libre si es un estudio taxonómico, dirigido a inspeccionar la mayor cantidad de microhabitats posibles en una localidad o, si es un estudio ecológico, puede ser, en general, aleatorio, estratificado o sistemático.

Las unidades de muestreo dependen del grupo de estudio y de los intereses del investigador, y pueden ser naturales (p.ej. rocas, troncos de árboles podridos, estructuras de un árbol, excrementos, etc.) y artificiales, dentro de las cuales las más empleadas son los cuadrantes, parcelas y transectos.

### *Confeción de la matriz original de datos*

Se construye partiendo de los datos obtenidos en el campo, los cuales pueden ser binarios (presencia/ausencia), cuantitativos (p.ej. abundancias) y cualitativos, pero estos últimos deben ser previamente codificados.

Los datos empleados en el presente trabajo son datos de presencia/ausencia de especies en las localidades estudiadas del país, de las cuales sólo se listan las tomadas de la bibliografía (cuadro 1). Con ellas también se construye una matriz original de datos simplificada con objetivos puramente demostrativos. En la matriz, las localidades ocuparon la

primera fila y las especies la primera columna.

### *Selección de la medida de similitud*

Crisci y López (1983) distinguen tres tipos de índices para la clasificación de entidades biológicas:

- a. Índices de asociación.
- b. Índices de distancia.
- c. Índices de correlación.

En el presente trabajo se empleará el índice de asociación de Sorensen (1948), que viene dado por la siguiente expresión:

donde:  $S=2C/A+B$

C: número de especies compartidas entre las dos localidades.

A: número de especies de la localidad a.

B: número de especies de la localidad b.

### *Confeción de las matrices de similitud*

En estos estudios, es posible confeccionar dos matrices de similitud. Una, de especies contra especies, donde estas ocupan la primera fila y la primera columna. También es posible confeccionar una matriz de similitud de localidades contra localidades, donde estas ocupan la primera fila y la primera columna. El análisis de similitud entre localidades recibe el nombre de análisis Q o análisis directo. La comparación entre especies, como fue desarrollada

posteriormente al análisis entre localidades recibe el nombre de análisis R o análisis inverso. En el presente trabajo se realizó el análisis Q con el índice de similitud de Sorensen (1948).

### *Técnicas de agrupamiento*

Constituyen un paso previo a la construcción de los dendrogramas. Existen tres técnicas que son ampliamente usadas por los ecólogos y taxónomos (Sneath y Sokal, 1973; Clifford y Stephenson, 1975; Crisci y López, 1983), que son:

- a. Ligamiento simple.
- b. Ligamiento completo.
- c. Ligamiento promedio.

El presente trabajo se realizó partiendo de la técnica de ligamiento simple. Las Unidades de Muestreo se incorporan a grupos o núcleos ya formados tomando en cuenta que el valor de similitud entre la UM candidato a incorporarse y el grupo o núcleo es el de mayor valor de similitud. Si el candidato a incorporarse es un grupo o núcleo en sí mismo, el valor de similitud será igual a la máxima similitud hallada entre dos unidades de muestreo provenientes una de cada grupo o núcleo.

### *Interpretación de las clasificaciones*

Para esto se pueden emplear dos métodos. Uno cualitativo, mediante el cual el investigador decide intuitivamente cuales van a ser sus grupos partiendo de

los resultados obtenidos en los dendrogramas.

El otro método es cuantitativo, y consiste en la confección de un promedio de todos los valores de similitud/ disimilitud obtenidos entre las entidades (especies, ecosistemas, etc.) de estudio. A partir de este nuevo valor calculado se traza una recta perpendicular al eje X que ostenta los valores de referencia de similitud/ disimilitud del dendrograma, y este será el criterio para la definición de los grupos de estudio.

### *Inspección del ajuste entre las técnicas clasificatorias y las matrices de similitud*

Para esto se emplea el coeficiente de correlación cofenética (Sokal y Rohlf, 1962). La técnica consiste en construir una nueva matriz de similitud (matriz cofenética) a partir de los valores del fenograma. Esta matriz se compara con la que dio origen al fenograma. Sin embargo, este paso es omitido por muchos autores.

También es interesante comparar los fenogramas o ecogramas entre sí.

### *Determinación de patrones ecológicos, biogeográficos o morfológicos*

Este paso es el último y se realiza al mismo tiempo que el paso seis.

## Resultados y discusión

### *Localidades de estudio: riqueza de especies y endemismo*

Según Hair (1987), la riqueza de especies (S) es el índice de diversidad más sencillo y consiste en la cantidad de especies que se presentan en una localidad determinada. El endemismo es una categoría que alude al ámbito de distribución de una especie y se dice que ésta es endémica cuando es exclusiva de una zona determinada.

Los valores de endemismo y riqueza de especies (S) para las localidades comparadas se presentan en el cuadro 3. El

endemismo promedio fue del 17.1%, con un mínimo en las localidades de Bluefields y Loma del Mico (0%), ambas en la RAAS, y un máximo en la laguna de Asososca, León (26.30%). Los valores de riqueza de especies oscilaron entre  $S = 6$  (Wani), y  $S = 49$  (Fuente Pura), con una riqueza promedio de 19.

Estos datos son muy elocuentes respecto al valor biogeográfico relativo, concretamente para este grupo taxonómico de las regiones Pacífico y Central con respecto a la región Atlántica y en particular a la zona sur de la región Atlántica. Este aspecto había sido abordado por los autores en campañas anteriores de muestreo.

Cuadro 3  
DATOS DE RIQUEZA DE ESPECIES Y ENDEMISMO  
DE LAS LOCALIDADES ESTUDIADAS

Localidad de estudio	Riquezas de especies	Endemismo %	Localidad de estudio	Riquezas de especies	Endemismo %
Asososca	16	26.30	Fuente Pura	49	20.60
Apoyeque	14	7.14	Juigalpa	15	16.70
Apoyo	47	21.40	Selva Negra	35	24.24
Laguna Blanca	17	25.00	El Castillo	13	7.70
Laguna Monte Galán	9	20.00	Bluefields	12	0.00
Ometepe	32	16.10	La Bodega	7	7.70
Pochote	33	21.62	La Fonseca	9	11.10
Xiloá	30	7.41	Loma del Mico	12	0.00
Greytown	7	22.20	Wani	6	25.00
El Caracol	12	41.7	Estanzuela	10	20.00

### *Matriz original de datos*

Esta matriz se construye partiendo de los datos obtenidos en el campo. Son datos de presencia/ ausencia de especies en las localidades estudiadas del país, de las

cuales solo se listan las tomadas de la bibliografía. La matriz que se presenta está simplificada de la matriz real procesada para obtener el dendrograma de similitud, y cumple objetivos principalmente demostrativos (cuadro 4).

Cuadro 4  
MATRIZ ORIGINAL DE DATOS  
(SIMPLIFICADA DE LA MATRIZ REAL UTILIZADA PARA LA  
COMPARACIÓN)

Especies	Localidades				
	I	II	III	IV	V
<i>Lucidella lirata</i>				x	
<i>Helicina amoena</i>				x	
<i>Helicina dalli</i>			x		
<i>Neocyclotus dysoni</i>	x				
<i>Mexycyclus chrysacme</i>				x	
<i>Diplosolenodes occidentalis</i>					x
<i>Gastrocopta pellucida</i>	x				x
<i>Gastrocopta servilis</i>	x				
<i>Succinea guatemalensis</i>					x
<i>Succinea hyalina</i>	x		x		
<i>Succinea recisa</i>				x	
<i>Bulimulus corneus</i>	x	x	x	x	
<i>Drymaeus attenuatus</i>					x
<i>Drymaeus jonasi</i>					x
<i>Drymaeus uhdeanus</i>					x
<i>Drymaeus multilineatus</i>	x				
<i>Orthalicus ferussaci</i>		x			
<i>Orthalicus princeps</i>			x		
<i>Caecilioides consobrinus</i>	x	x	x		
<i>Caecilioides gundlachi</i>	x				x
<i>Beckianum beckianum</i>	x	x			x
<i>Beckianum sinistrum</i>	x				
<i>Leptinaria interstriata</i>					x
<i>Leptinaria lamellata</i>	x	x	x		
<i>Pseudosubulina sp.</i>					x
<i>Lamellaxis gracilis</i>	x		x		
<i>Lamellaxis micra</i>	x	x	x		
<i>Leptinaria strebeliana</i>	x				
<i>Subulina octona</i>		x		x	
<i>Subulina mimosarum</i>			x		
<i>Opeas pumilum</i>			x		
<i>Euglandina cumingi</i>	x			x	
<i>Streptostyla wani</i>				x	
<i>Glyphyalina paucilirata</i>	x	x			
<i>Drepanostomella stolli</i>	x				
<i>Hawaiiia mimuscula</i>		x			
<i>Eucomulus pittieri</i>	x				
<i>Guppya biolleyi</i>				x	
<i>Guppya gundlachi</i>			x		
<i>Praticolella griseola</i>	x	x		x	
<i>Trichodiscina coactiliata</i>	x			x	
<i>Macroceramus caracasensis</i>			x		
<i>Macroceramus concisus</i>				x	

Simbología: I. Apoyo, Granada-Masaya; II. Ometepe, Rivas; III. El Castillo; IV. Costa Atlántica; V. Estanzuela, Estelí.



### *Indices de clasificación*

Dado que se usaron datos binarios, se trabajó con un índice del primer grupo, es decir, un índice de asociación, concretamente el índice de similitud de Sorensen (1948).

Las otras medidas de similitud se emplean para trabajar con datos cuantitativos o cualitativos codificados. Se debe destacar que Crisci y López (1983) propusieron la aplicación de técnicas de clasificación y ordenación partiendo del mismo grupo de datos, con el objetivo de interpretar más claramente los resultados obtenidos.

Por tratarse de un análisis multivariado que se representa en plano, en los métodos de clasificación siempre existe una deformación en la representación (Crisci y López, 1983) y la misma es diferente para cada índice en particular (Jackson *et al.*, 1989).

### *Matriz de similitud*

De los dos tipos de análisis posibles, 1) entre localidades, análisis Q o análisis directo y, 2) análisis R, análisis entre especies, o análisis indirecto, en el presente trabajo nos interesó realizar el primero.

La matriz obtenida tiene 20 filas y 20 columnas; no se incluye en el texto porque la información que contiene es básicamente la misma del dendrograma de similitud (ver patrones biogeográficos).

### *Interpretación de las clasificaciones*

Con vistas a interpretar los dendrogramas obtenidos se pueden emplear dos métodos. Uno cualitativo, mediante el cual el investigador decide y separa intuitivamente cuáles van a ser los grupos partiendo de los resultados obtenidos en el dendrograma.

El otro método es cuantitativo, y consiste en la confección de un promedio de todos los valores de similitud/ disimilitud obtenidos entre las entidades (especies, ecosistemas, etc) de estudio. A partir de este nuevo valor calculado se traza una recta perpendicular al eje X que ostenta los valores de referencia de similitud/disimilitud del dendrograma, y este será el criterio para la definición de los grupos de estudio. En este caso obtuvimos una similitud promedio de  $S=0.46$ .

### *Patrones biogeográficos*

Partiendo del valor de similitud citado en el apartado anterior, los resultados obtenidos (ilustración 3) muestran la existencia de cuatro agrupamientos más o menos generales a diferentes niveles de similitud. El primero ( $S=0.47$ ) comprende todas las localidades de la región climática del Pacífico, que coincide con la región ecológica I de Salas (1993) (ver ilustración 2). El segundo ( $S=0.67$ ), involucra dos localidades de la región climática del centro del país, o la región ecológica II, correspondiente al Centro Norte. El tercer agrupamiento ( $S=0.33$ ),

comprende localidades de las regiones del Centro Sur (región ecológica III) y del Atlántico Sur (región ecológica IV),

entre las que existen diferencias climáticas y de vegetación.

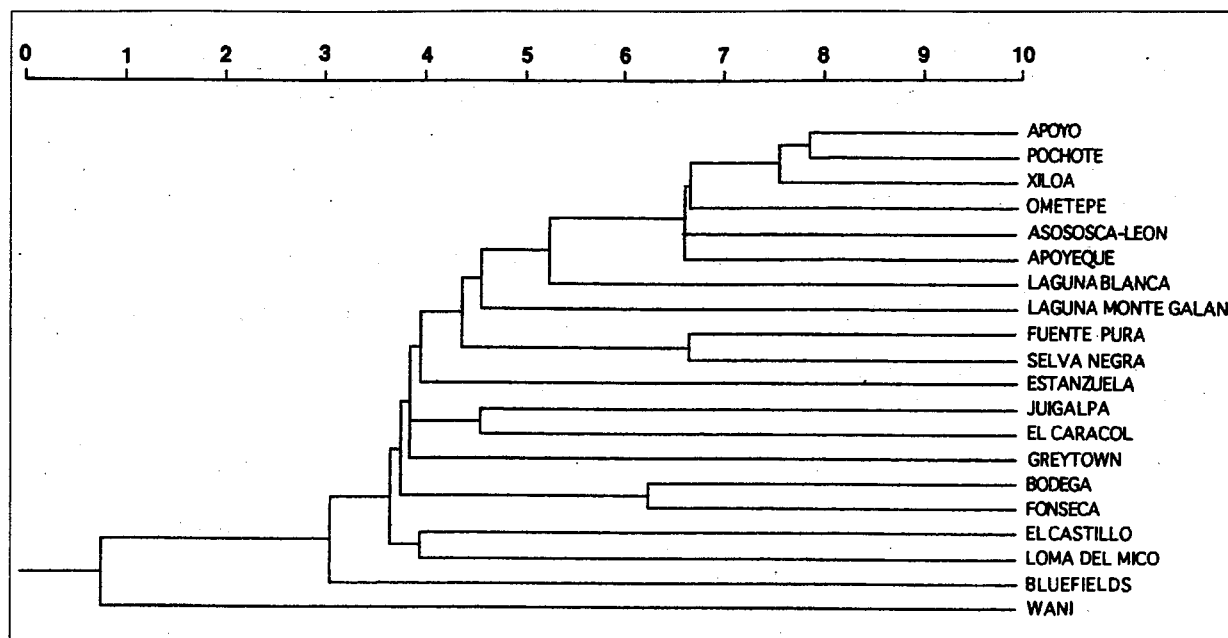


Ilustración 3. Dendrograma de similitud entre las localidades comparadas.

La aparición de este agrupamiento posiblemente se deba a dos razones. En primer lugar, a la falta de información de algunas de las localidades de las que solo se dispone de información bibliográfica, así como otras en las que solo se han realizado muestreos puntuales. La segunda razón consiste en la posible correlación con factores climáticos y florísticos, de las mencionadas regiones ecológicas.

El cuarto agrupamiento está constituido por una sola localidad (Wani) y se une con el resto con una similitud de 0.13. Esta localidad se encuentra ubicada en la

región del Atlántico Norte y coincide con la región ecológica IV.

Estos resultados nos permiten afirmar que, a pesar de la falta de datos para la región del Atlántico y la relativa escasez de los mismos en la región central, se han obtenido unos patrones biogeográficos muy en concordancia con nuestra hipótesis de trabajo.

Lo anterior refleja la existencia de comunidades y, sobre todo, de núcleos de especies dentro de ellas, que se corresponden con las regiones climáticas y ecológicas en las que habitan.

**Bibliografía**

- BOESCH, D.F. (1977). "Applications of numerical classification in ecological investigations of water pollution". *Ecol. Res. Ser. EPA- 600/3-77-033*.
- CLIFFORD, H.T. y STEPHENSON, W. (1975). *An introduction to numerical classification*. New York, Academic Press.
- FENZEL, N. (1989). *Geografía, clima, geología y hidrometeorología*. UFPA. INETER, INAN, Belem.
- FLUCK, W.H. (1905). "Shell-Collection on the Mosquito Coast of Nicaragua". *Nautilus*, 19(1):8-12, (2):16-19, (3):32-34, (5):55- 57, (7):78-80.
- FLUCK, W.H. (1906). "Shell-Collection on the Mosquito Coast of Nicaragua". *Nautilus*, 20(1): 1-4.
- INCER, J. (1973). *Geografía ilustrada de Nicaragua*. Managua, Editorial Recalde.
- JACCARD, P. (1901). "Etude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura", *Bull. Soc. Vaudoise Sci. Nat.*; 37:547-579.
- JACKSON, D.A.; SOMERS, K.M. y HARVEY, H.H. (1989). "Similarity coefficients: measures of co-occurrence and association or simply measures of occurrence?". *The American Naturalist*, 133:437-453.
- HAIR, J.D. (1987). "Medida de la diversidad ecológica", en Tarrés, R. R. (ed.), *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre*. W.W.F.
- HARVEY, H.H. (1978). "The fish communities of the Mannitoulin Island lakes". *Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. Verh.*; 20:2031-2038.
- HARVEY, H.H. (1981). "Fish communities of lakes of the Bruce Peninsula". *Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. Verh.*; 21:1222-1230.
- HERRERA, A.; DEL VALLE R. y CASTILLO, N. (1987). *Aplicación de métodos de clasificación numérica en el estudio ecológico del litoral rocoso. Reporte de Investigación*. Instituto de Oceanología, 70:1-17.
- LEGENDRE, P. y LEGENDRE, V. (1984). "The postglacial dispersal of freshwater fishes in Quebec Peninsula". *Can. J. Fish Aquat. Sci.*; 41:1781-1802.
- LÓPEZ, A. (1990). "Shelling in Nicaragua: Springtime I". Ometepe Volcanos. Hawaiian Shell News, 39(9):9-10. New Ser. 369.
- LÓPEZ, A. (1991). "Shelling in Nicaragua, Springtime II". Ometepe Lake Shore. Hawaiian Shell News, pp. 5-6. New Ser.
- LÓPEZ, A. (1992). "Shelling in Nicaragua' s El Castillo". Hawaiian Shell News, 40(9): 1, 4. New. Ser. 393.
- LÓPEZ, A. S.J. y PÉREZ, A.M. (1993). "The Malacofauna of a Volcanic Lake, Nicaragua". Hawaiian Shell News, 41(6):1,6 (New Series 402).
- OVIEDO, E. (1993). *Atlas básico ilustrado de Nicaragua y el mundo*. Madrid, EPADISA-SALMA.
- PÉREZ, A.M. y A. LÓPEZ. (1993a). "Laguna de Apoyo: Valor paisajístico y diversidad malacológica". *Siempreverde*, 7:1-2.
- PÉREZ, A.M. y A. LÓPEZ. (1993b). "Estado actual del conocimiento de la malacofauna continental de Nicaragua". *Encuentro*, 40:23-38.
- PETERS, J.A. (1971). "A new approach in the analysis of biogeographic data". *Smithson. Contrib. Zool.*; 107:1-28.
- SALAS, J.B. (1993). *Arboles de Nicaragua*. Managua, Editorial Hispamer.
- SNEATH, P.H.A. y SOKAL, R.R. (1973). *Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification*. San Francisco, Freeman.
- SOKAL, R.R. y ROLHF, F.J. (1962). "The comparison of dendrograms by objective methods". *Taxon*, 11:30-40.
- SOLEM, A. y CLIMO, F.M. (1985). "Structure and habitat correlations of sympatric New Zealand land snail species". *Malacologia*, 26(1-2):1-30.
- SORENSEN, T. (1948). "A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons". *K. Dan. Vidensk. Selsk. Biol. Skr.*; 5:1-34.