

ACTA BOTANICA CUBANA



No. 57

4 de Mayo de 1988



ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA

Sobre la variabilidad morfológica y la taxonomía de algunas especies de *Scenedesmus* (Chlorellales)*

Liliana TOLEDO** y Augusto COMAS**

RESUMEN. La amplia variabilidad morfológica de las especies de *Scenedesmus* Meyen es causa de varios problemas taxonómicos, especialmente para una correcta interpretación de los táxones. Como contribución a la taxonomía del género, se compararon poblaciones naturales y cultivos de *S. acuminatus* (Lagerh.) Chod., *S. acutus* Meyen, *S. baculiformis* Chod., *S. dimorphus* (Turp.) Kütz., *S. javanensis* Chod., *S. obliquus* (Turp.) Kütz. y *S. schroeteri* Hub.-Pest. Aplicando métodos numéricos y gráficos, y consideraciones nomenclatoriales, los autores establecen como táxones reconocibles a *S. obliquus* (Incluidos *S. acutus* y *S. dimorphus*), con dos variedades (*obliquus* y *dimorphus*), *S. acuminatus*, y *S. javanensis*, esta última con dos formas taxonómicas: *javanensis* y *schroeteri* (Hub.-Pest.), comb. n.

INTRODUCCIÓN

Scenedesmus Meyen, 1829, considerado por Turpin (1820, 1828) como la diatomea *Achnanthes* Bory, 1822, constituye el género con mayor número de especies dentro de las Chlorellales y uno de los más comunes de las aguas dulces. Debido, entre otras cosas, a la existencia de tipificaciones imprecisas y a la gran variabilidad morfológica, se han descrito muchos táxones, que complican el sistema actual del género.

Numerosos autores han estudiado el género *Scenedesmus* (Chodat, 1913, 1926; Smith, 1916; Ahlstrom, 1934; Korshikov, 1953; Uherkovich, 1966; Philipose, 1967; Komárek y Fott, 1983); sin embargo, la solución a los difíciles problemas taxonómicos requiere aun investigaciones particulares.

En este trabajo estudiamos, mediante la aplicación de métodos numéricos, un grupo de especies muy relacionadas morfoló-

*Manuscrito aprobado en noviembre de 1986.

**Instituto de Ecología y Sistemática, Academia de Ciencias de Cuba.

gicamente y de gran variabilidad, por lo que de acuerdo con los diferentes criterios, ya separando, ya agregando, presentan una taxonomía realmente complicada.

Los métodos de taxonomía numérica han sido aplicados al estudio de las Chlorococcales por Javornicky y Reháková (1964), McGuire (1969), Komárek (1974), Comas (1982), Komáromy (1982), Marvan *et al.* (1984). Marvan (1982) hizo un análisis teórico de la aplicación de dichos métodos en este orden; aunque no son del todo objetivos, constituyen un medio de anular la subjetividad que se presenta en la evaluación taxonómica, al combinarlos con los métodos tradicionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se revisaron poblaciones naturales y en cultivo del grupo de especies seleccionadas, previamente identificadas como *Scenedesmus acuminatus* (Lagerh.) Chod., *S. acutus* Meyen, *S. baculiformis* Chod., *S. dimorphus* (Turp.) Kütz., *S. javanensis* Chod., *S. obliquus* (Turp.) Kütz., y *S. schroeteri* Hub.-Pest.

Las poblaciones naturales, provenientes de diferentes localidades del País (Apéndice I), se fijaron con formalina a 3%, y constituyeron 14 poblaciones.

Para estudiar las poblaciones de cultivo se sembraron en medio L-C bifásico, según Hindák (1970), 17 cepas aisladas provenientes de la colección de algas microscópicas del Jardín Botánico de Cienfuegos (Apéndice II), y se mantuvieron bajo condiciones constantes de luz y temperatura.

En el análisis comparativo se tuvieron en cuenta 23 caracteres morfológicos (6 cuantitativos y 17 cualitativos; Apéndice III) y se utilizaron los métodos numéricos de Dawidson (1947), Jentys-Szaferowa (1959), Sokal y Sneath (1963), y Sneath y Sokal (1973).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variabilidad morfológica

Cultivos en medio L-C bifásico

Los resultados obtenidos mediante los gráficos de Dawidson (1947) y Jentys-Szaferowa (1959), se corresponden con los obtenidos en los dendrogramas de los coeficientes de similitud y correlación de Sokal y Sneath (1963), y de Sneath y Sokal (1973) (Figs. 1-2).

Se pudieron diferenciar algunas poblaciones, que, aunque variables, permitió ubicarlas dentro de un tipo determinado, como es el caso de las representadas por las UTOs 1, 3, 4, 6, 8, 10 y 17 (Fig. 3) y las UTOs 5, 12, 14, 15, 9, 11 y 16 (Figs. 4-6), y otras que presentan características intermedias, cuya identificación con una u otra sería insegura, como las UTOs 2, 7, y 13 (Fig. 7).

En nuestra opinión, las UTOs 1, 3, 4, 6, 8, 10 y 17 se corresponden con el tipo "*obliquus*", cuyas características son las siguientes: células fusiformielípticas, elipsoidales u ovadas, en series ligera- o marcadamente alternas, que a veces forman cenobios en dos hileras; ápices desde agudos hasta redondeados, generalmente sin engrosamiento de la pared; células externas rectas, cuyas caras libres son siempre convexas.

Las UTOs 5, 12, 14, 15, 9, 11 y 16 representan el tipo "*acutus/dimorphus*" de individuos con células estrechas o anchamente fusiformes hasta elípticas, alineadas o ligeramente alternas, siempre en cenobios de una hilera; ápices agudos o digitiformes, polos puntiagudos; células externas lunulares o con sus ápices orientados hacia la parte externa del cenobio, caras libres cóncavas, rectas o convexas, la convexidad sobrepasa o no la línea de los ápices.

No diferenciamos "*acutus*" y "*dimorphus*" como dos tipos diferentes, por la existencia de individuos intermedios. Sin embargo, la expresión de cada población es tal, que permite hacer una separación entre las UTOs 5, 12, 14 y 15 (Figs. 4-5), en cuyas poblaciones predominan individuos con células fusiformes, ápices aguzados, caras libres de las células externas cóncavas y si son convexas no sobrepasan el nivel de los ápices, y las UTOs 9, 11 y 16 (Fig. 6), con tendencia a células elipsoidales o elípticas, ápices digitiformes y cara libre convexa, que sobrepasan el nivel de los ápices.

Poblaciones naturales

Algunas de las poblaciones estudiadas se corresponden solo morfológicamente con los tipos vistos en cultivo; otras representan tipos morfológicos no cultivados, pero de tal importancia, que ameritaban ser estudiados.

De acuerdo con los dendrogramas, ciclogramas y los gráficos de Jentys-Szaferowa (Figs. 8-10), las UTOs 1, 4, 6, 9 y 12 representan el tipo "*acuminatus*", también muy variable (Figs. 11-14), caracterizado por células elongadofusiformes, ligera- o marcadamente alternas en cenobios de 1 ó 2 hileras; ápices acuminados, con polos puntiagudos; células en un mismo plano y las externas lunulares o arqueadas.

Las poblaciones de las UTOs 5, 7 y 14 (Figs. 15-18) se corresponden con el tipo "*javanensis*", caracterizado por el ordenamiento de las células en zigzag; en los demás caracteres se asemeja

al tipo anterior. Dentro de este grupo podemos diferenciar una población, la UTO 5 (Fig. 15), que morfológicamente coincide; solo sus dimensiones son mayores. Este tipo se corresponde con la diagnosis e iconótipo de la especie *S. schroeteri* Hub.-Pest.

Identificamos las UTOs 2 y 3 (Fig. 19), que, por un lado, se asemejan al tipo "*obliquus*", pero, por otro, presentan individuos en cuyas células externas los ápices se orientan hacia la parte externa del cenobio, como en "*acutus/dimorphus*".

Las UTOs 8, 10, 13 y 11 representan el tipo "*acutus/dimorphus*" (Figs. 20-21); entre la UTO 11 y las UTOs 8, 10 y 13 observamos las mismas diferencias halladas entre las poblaciones en cultivo de este tipo.

Discusión taxonómica

Grupo *Scenedesmus obliquus*, *S. acutus*, *S. dimorphus*

El concepto de la presencia de hiato genético entre dos poblaciones para considerarlas especies independientes es consecuente y teóricamente ideal, pero su aplicación presenta a veces dificultades. Hay casos en que al comparar caracteres diacríticos entre dos poblaciones morfológicamente diferentes, aparecen individuos intermedios sólo dentro del rango de variabilidad de uno de los grupos comparados y con una frecuencia muy baja. Tal es el caso de *Scenedesmus opoliensis* Richter y *S. carinatus* Lemm. (Comas y Maldonado, en prensa). En estas situaciones, debe tenerse en cuenta la frecuencia de aparición de los individuos intermedios antes de tomar decisiones. Sin embargo, en sentido general, el criterio del hiato genético es consecuente y muy conveniente como principio de trabajo.

De acuerdo con los resultados obtenidos, mediante la aplicación de los métodos numéricos se definen dos grupos morfológicos básicos: uno que denominamos inicialmente "*obliquus*", y el otro, "*acutus/dimorphus*". Entre ambos existen, no obstante, poblaciones intermedias; es decir con caracteres de uno u otro tipo, cuya identificación sería insegura. El hecho de existir poblaciones intermedias demuestra la ausencia de hiato genético, por lo que opinamos que ambos grupos morfológicos pertenecen a una misma especie. Como cada población —exceptuando a las intermedias— presenta caracteres propios estables que permiten ubicarla con relativa seguridad, las consideraremos dentro de la gama de variación.

Si bien en el grupo inicialmente identificado como "*acutus/dimorphus*" la "expresión morfológica" de cada población, después de su evaluación biométrica, se corresponde con "*acutus*" o "*dimorphus*", existen individuos de uno u otro grupo, por lo que las consideramos dentro de la gama de variabilidad de un mismo taxon; en este caso, dentro de la misma variedad (tal vez podrían establecerse a nivel de formas taxonómicas).

La nomenclatura de esta especie es aun más complicada debido a la larga lista de táxones descritos y a los diferentes cambios en el sistema, de acuerdo con los criterios de los autores. A pesar de que el epíteto "*obliquus*" fue utilizado por Turpin (1820) erróneamente para el género *Achnanthes*, y su tipificación es imprecisa, prevalece —siguiendo el principio de prioridad— sobre el epíteto "*acutus*", usado por Meyen (1829) correctamente dentro de *Scenedesmus*, y con un iconótipo incuestionable. Dentro del rango de variabilidad tiene también prioridad el nombre "*dimorphus*". Este taxon, descrito por Turpin (1828) y re combinado por Hansgirg (1886) como *S. obliquus* var. *dimorphus*, posee un iconótipo impreciso que ofrece más dudas que aclaraciones.

Por tanto, proponemos el siguiente sistema:

Scenedesmus obliquus (Turp.) Kütz., 1833, p. 609.

var. *obliquus*

Sinónimos: *Achnanthes obliqua* Turpin, 1820, fig. 9; *Scenedesmus acutus* var. *obliquus* (Turp.) Rabenh., 1868, p. 64.

var. *dimorphus* (Turp.) Hansgirg, 1886, p. 116.

Sinónimos: *Achnanthes dimorpha* Turp., 1828, p. 313; *Scenedesmus acutus* var. *dimorphus* (Turp.) Rabenh., 1868, p. 64.

Grupo *Scenedesmus acuminatus*, *S. javanensis*, *S. schroeteri*

Este es un grupo también muy relacionado morfológicamente; células elongadofusiformes, con ápices mayormente acuminados y polos puntiagudos. En principio, las formas celulares no son tan variables, sino su disposición dentro del cenobio.

De acuerdo con la evaluación numérica, podemos considerar dos especies: *S. acuminatus* y *S. javanensis*, y la forma *schroeteri* dentro de esta última. El carácter diacrítico entre ambas es el ordenamiento en zigzag de las células de *S. javanensis*. Dentro de *S. acuminatus* s.l., las células son marcadamente alternas en

cenobios de 1 ó 2 hileras, pero nunca en zigzag. Comas y Komárek (1984) discutieron acerca de la taxonomía y nomenclatura de algunas especies de *Scenedesmus* y consideraron a *S. javanensis* independiente de *S. acuminatus*.

Desde el punto de vista nomenclatorial, tampoco es un grupo fácil. Hegewald (1979), tras revisar el material tipo de *S. acuminatus*, consideró que el actual *S. acuminatus* incluye dos especies:

1. *Scenedesmus acuminatus* s.s., en la que las células lunulares se unen espacialmente por sus caras convexas, semejante a los géneros *Tetradesmus* y *Selenastrum*. De hecho, la descripción original la incluye dentro de este último, pero la presencia de pirenoides y ausencia de mucílago se corresponde con la diagnosis de *Scenedesmus*. El ordenamiento de las células en el cenobio caracterizó a *S. acuminatus* var. *tetradesmoides* que, según Hegewald (1979), son sinónimos.
2. *Scenedesmus falcatus* Chod., 1894, en la que las células alternas se encuentran en un mismo plano. Este tipo morfológico se corresponde con la concepción generalizada de *S. acuminatus*. En nuestro trabajo utilizamos *S. acuminatus* s.l.

Bernard (1908) describió para Java, Indonesia, *S. obliquus* f. *magnus*, caracterizada por células fusiformes, delgadas, ordenadas en zigzag. Smith (1916) encontró una especie cuyas células también se disponen en zigzag. A pesar de otros caracteres diferentes, la identificó con el taxon de Bernard y la denominó *S. bernardii*, tomando como tipo a este material indonesio. Chodat (1926) reconoció las dos concepciones y aceptó *S. bernardii*, para el material de Smith, y *S. javanensis*, una nueva especie que se identifica con el material de Bernard. Ambos táxones se basan en el mismo tipo. El nombre correcto para el taxon en cuestión es *S. javanensis* Chodat, ya que *S. bernardii* G. M. Smith es ilegítimo, por ser "nomen ambiguum" (Comas y Komárek, 1984).

Proponemos el siguiente sistema:

Scenedesmus acuminatus s.l. (Lagerh.) Chod., 1902, p. 211.

Sinónimos: *Selenastrum acuminatum* Lagerh., 1883, p. 71; *Scenedesmus obliquus* var. *acuminatus* Playfair, 1912; *S. falcatus* Chod., 1894, p. 625.

Scenedesmus javanensis Chod., 1926, p. 157.

f. *javanensis*

Sinónimos: *S. obliquus* f. *magnus* Bernard, 1908, p. 182; f. *schroeteri* (Huber-Pestalozzi) Comas et Kom., comb. n.

Basónimo: *S. schroeteri* Huber-Pestalozzi, 1936, Ber. Schweizerland Bot. Gessell., vol. 46, p. 153, fig. 5.

Táxones no evaluados

Scenedesmus acutus var. *globosus* Hortob., 1954.

Scenedesmus acuminatus f. *tortuosus* (Skuja) Kors., 1953; var. *elogantus* Smith, 1920; var. *minor* Smith, 1916; var. *tetradesmoides* Smith, 1916; var. *biseriatus* Reinh., 1905; var. *alternans* Svir., 1922; f. *maximus* Uherk., 1966; f. *gyoporosiensis* (Kiss.) Uherk., 1966; var. *asymmetricus* Hortob., 1967; f. *globosus* Hortob. et Nemeth, 1963.

Scenedesmus tetradesmiformis (Wolosz.) Chod., 1926.

REFERENCIAS

- Ahlstrom, E. H. (1934): *The algal genus Scenedesmus* [dissertation]. Ohio State University, 90 pp.
- Bernard, C. (1908): *Protococaceés et desmidiacées d'eau douce récoltées à Java et décrites par Ch. Bernad*. Batavia, 135 pp., 16 láms.
- Chodat, R. (1894): *Algues des environs Genève, Cah. Roy. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, 32:623-625.
- (1902): *Algues vertes de la Suisse. Protococcoides et chroolépides. Matér. Flore Crypt. Suisse*, 1(3):1-373, figs. 1-264.
- (1913): *Monographia d'algues en culture pure. Matér. Flore Crypt. Suisse*, 4(2):1-266.
- (1926): *Scenedesmus. Étude de génétique de systématique et d'hydrologie. Schweizerland Zeitschr. Hydrol.*, 3:71-258.
- Comas, A. (1982): *Beiträge zur Taxonomie einiger Coelastrum-Arten. Arch. Hydrobiol., Suppl.* 60(4), *Algol. Stud.*, 29: 407-419.
- Comas, A., y J. Komárek (1984): *Taxonomy and nomenclature of several species of Scenedesmus (Chlorellales). Arch. Hydrobiol., Suppl.* 67(2), *Algol. Stud.*, 35:135-157.
- Comas, A., y S. Maldonado [en prensa]: *Observaciones taxonómicas sobre algunas clorofíceas unicelulares de la Laguna de Ariguanabo, Cuba. Rev. Jard. Bot. Nacl.*
- Dawidson, J. F. (1947): *The polygonal graph for simultaneous portrayal of several variables in population analysis. Madroño*, 9:105-110.
- Hansgirg, A. (1886): *Prodromus der algenflora von Böhmen*. Praga, vol. 1, 288 pp., 123 figs.
- Hegewald, E. (1979): *Vergleichende Beobachtungen an Herbarmaterial und Freilandmaterial von Scenedesmus. Arch. Hydrobiol., Suppl.* 56, *Algol. Stud.*, 24:264-286.
- Hindák, F. (1970): *Culture collection of algae at Laboratory of Algology in Trebon. Arch. Hydrobiol., Suppl.* 39, *Algol. Stud.*, 2/3:86-126.

- Huber-Pestalozzi, G. (1936): Phytoplankton aus Seen und Sümpfen Javas. *Ber. Schweizerland Bot. Gesell.*, 46:131-168.
- Javornicky, P., y H. Reháková (1964): The use of Fischer's Discriminant Function in the taxonomy of small algae (*Oocystis* A. Braun). *Preslia*, 36:105-113.
- Jentys-Szaferowa, J. (1959): A graphical method of comparing the shapes of plants. *Rev. Polish Acad. Sci.*, 4(1):9-38.
- Komárek, J. (1974): The morphology and taxonomy of crucigenioid algae (Scenedesmaceae, Chlorococcales). *Arch. Protistenk.*, 116:1-75.
- Komárek, J., y B. Fott (1983): Chlorophyceae (Grünalgen), Chlorococcales (G. Huber-Pestalozzi, ed.). En *Das Phytoplankton des Süßwassers*, Stuttgart, vol. 7, 1004 pp.
- Komáromy, Z. P. (1982): Application of cluster analysis in the taxonomy of *Scotillella* species (Chlorophyceae). *Arch. Hydrobiol., Suppl.* 60(4), *Algol. Stud.*, 29:432-438.
- Korshikov, O. A. (1953): *Viznacnik prisnovodnich vodoristej Ukrajinskej R.S.R.V., Protococcineae*, Kiev, 439 pp.
- Kützing, F. T. (1833): Synopsis Diatomacearum oder Versuch einer Systematischen Zusammenstellung der Diatomeen. *Linnaea*, 8:604-609.
- Laggerheim, G. (1883): Bidrag till Sveriges Algenflora. *K. Svenska Vetensk. Akad. Forh.*, 40(2):37-81.
- Marvan, P. (1982): Zur Problematik der Anwendung von numerischen Methoden in der Taxonomie der Chlorokokkalalgen. *Arch. Hydrobiol., Suppl.* 60(4), *Algol. Stud.*, 29:420-431.
- Marvan, P., J. Komárek, y A. Comas (1984): Weighting and scaling of features in numerical evaluation of coccal green algae (genera of the Selenastreae). *Arch. Hydrobiol., Suppl., Algol. Stud.*, 37:363-399.
- McGulre, R. F. (1969): Attributes of *Chlorococcum* species: a numerical analysis. *J. Phycol.*, 5:220-223.
- Meyen, F. J. (1829): Beobachtungen über einige niederen Algenformen. *Nov. Acta, Phys. Med. Acad. Leop. Carol.*, 14:771-778.
- Philipose, M. T. (1967): *Chlorococcales*. Indian Council of Agricultural Research, Nueva Delhi, 365 pp.
- Playfair, G. I. (1912): Plankton of the Sydney water supply. *Proc. Linnæan Soc. N.S.W.*, 37:512-552.
- Rabenhorst, L. (1868): *Flora europaea algarum aquae dulcis et sub-marinae*, vol. 3, 461 pp.
- Smith, G. M. (1916): A monograph of the algal genus *Scenedesmus* based upon pure culture studies. *Trans. Wisconsin Sci. Arts Lett.*, 17(2): 1165-1220.
- Sneath, P. H. A., y R. R. Sokal (1973): *Numerical taxonomy*. Freeman, San Francisco, 573 pp.
- Sokal, R. R., y P. H. A. Sneath (1963): *Principles of numerical taxonomy*. Freeman, San Francisco, 359 pp.
- Turpin, P. J. F. (1820): *Dictionnaire des sciences naturelles. Planches botaniques, vegetaux acotyledones*, Paris.
- (1828): Aperçu organographique sur le nombre deux. *Mém. Mus. Hist. Nat. Paris*, 16:295-343.
- Uherkovich, G. (1966): *Scenedesmus-Arten Ungarns*. Akademiai Kiado, Budapest, 173 pp.

ABSTRACT. The broad morphological variability of the species of *Scenedesmus* Meyen is a source of several taxonomical problems, especially for the correct interpretation of the taxa. As a contribution to the taxonomy of the genus, natural populations and strains of *S. acuminatus* (Lagerh.) Chod., *S. acutus* Meyen, *S. baculiformis* Chod., *S. dimorphus* (Turp.) Kütz., *S. javanensis* Chod., *S. obliquus* (Turp.) Kütz and *S. schroeteri* Hub.-Pest. were compared by numerical and graphical methods. After evaluation and nomenclatural criteria, the authors consider as recognizable taxa *S. obliquus* (including *S. acutus* and *S. dimorphus*), with two varieties (*obliquus* and *dimorphus*), *S. acuminatus* and *S. javanensis*, the last one with two taxonomical forms: *javanensis* and *schroeteri* (Hub.-Pest.), comb. n.

APÉNDICE I

Localidades de las muestras estudiadas (poblaciones naturales).

| UTOs | Localidades |
|------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Pinar del Río, Valle San Juan, Finca La Jarreta; charco |
| 2 | Habana, Batabanó; canales en plantación de <i>Nasturtium</i> sp. |
| 3 | Habana, El Dique |
| 4 | Isla de la Juventud; charco en el camino de Libertad a Ciénaga de Lanier |
| 5 | Pinar del Río, Río Hondo |
| 6 | Pinar del Río, Estación de Acuicultura; estanques de cría B |
| 7 | Isla de la Juventud; río cerca de La Demajagua |
| 8 | Pinar del Río, Laguna Alcatraz Chico |
| 9 | Pinar del Río, San Luis; charco cerca de estanques de cría |
| 10 | Habana, Playa Mayabeque; canales |
| 11 | Isla de la Juventud, Presa La Nueva |
| 12 | Pinar del Río, Río Cuyaguaje |
| 13 | Habana, Playa Rosario; canales |
| 14 | Pinar del Río, Estación de Acuicultura; estanque de cría A |

APÉNDICE II

Cultivos estudiados.

| UTOs | Cepas | UTOs | Cepas |
|------|---------------|------|-----------------|
| 1 | Hindák 79/426 | 9 | Comas 77/3 |
| 2 | Hindák 79/229 | 10 | Hindák 75/20 |
| 3 | Hindák 79/493 | 11 | Hegewald 75/141 |
| 4 | Hindák 75/52 | 12 | Hindák 75/41 |
| 5 | Hindák 79/424 | 13 | Hindák 79/515 |
| 6 | Hindák 75/53 | 14 | Hindák 75/17 |
| 7 | Hindák 79/539 | 15 | Comas 77/58 |
| 8 | Hindák 79/585 | 16 | Hindák 79/469 |
| | | 17 | Hindák 75/36 |

APÉNDICE III

Caracteres morfológicos considerados.

| Número | Carácter |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Largo celular |
| 2 | Ancho celular |
| 3 | Relación largo/ancho |
| 4 | Largo de unión |
| 5 | Índice de alternancia |
| 6 | Largo de ápice |
| 7 | Células fusiformes |
| 8 | Células elipsoidales |
| 9 | Células elípticas |
| 10 | Células ovoides |
| 11 | Ápices agudos |
| 12 | Ápices acuminados |
| 13 | Ápices obtusos |
| 14 | Ápices redondos |
| 15 | Ápices digitiformes |
| 16 | Células externas rectas |
| 17 | Células externas arqueadas |
| 18 | Células lunulares |
| 19 | Cara libre de las células externas, convexa; no sobrepasa el nivel de los ápices |
| 20 | Cara libre convexa; sobrepasa el nivel de los ápices |
| 21 | Cara libre recta |
| 22 | Cara libre cóncava |
| 23 | Células en zigzag |

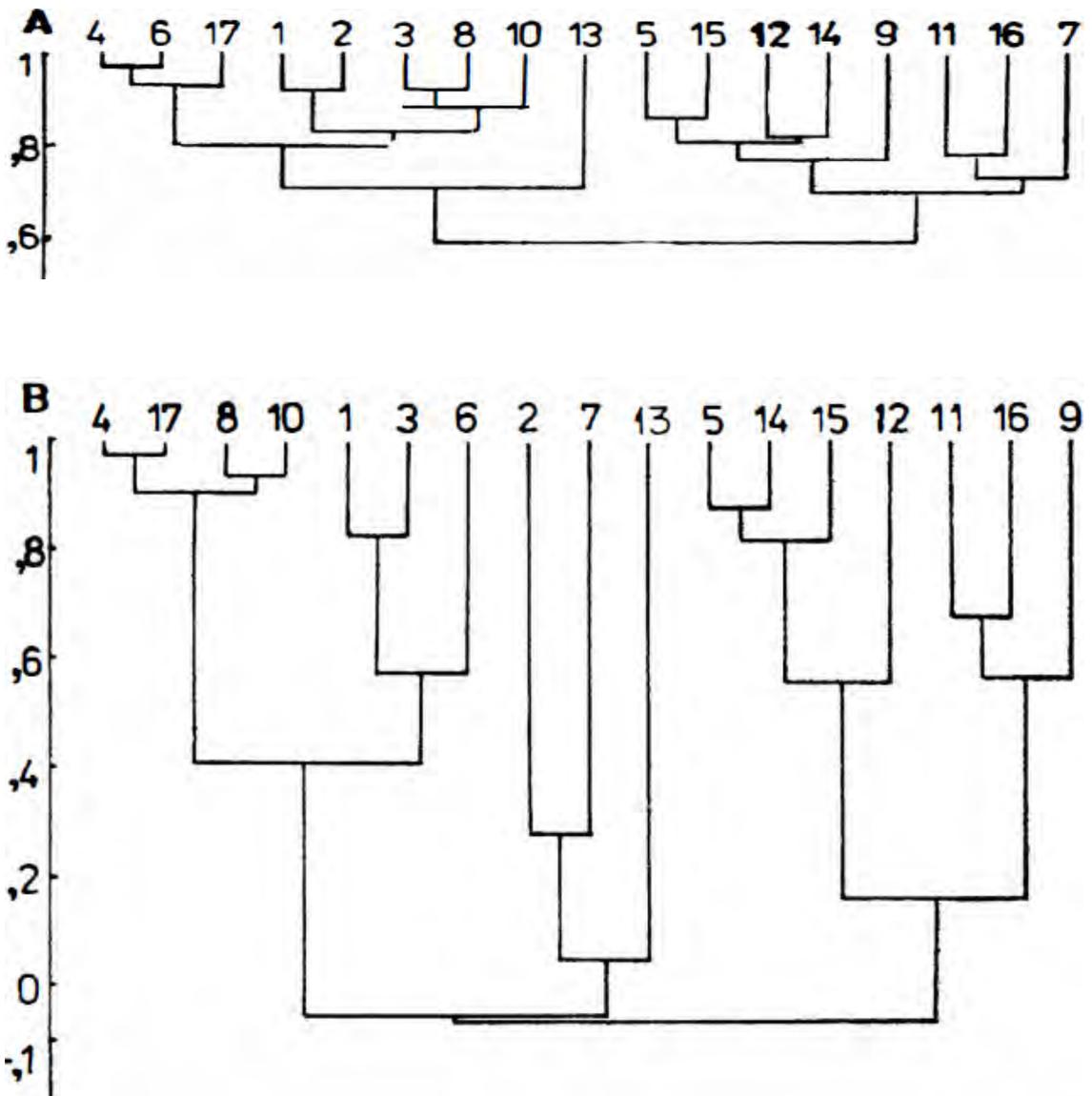


Fig. 1. Dendrogramas que muestran las relaciones morfológicas entre las cepas estudiadas. A, coeficiente de similitud; B, coeficiente de correlación según Sneath y Sokal (1973).

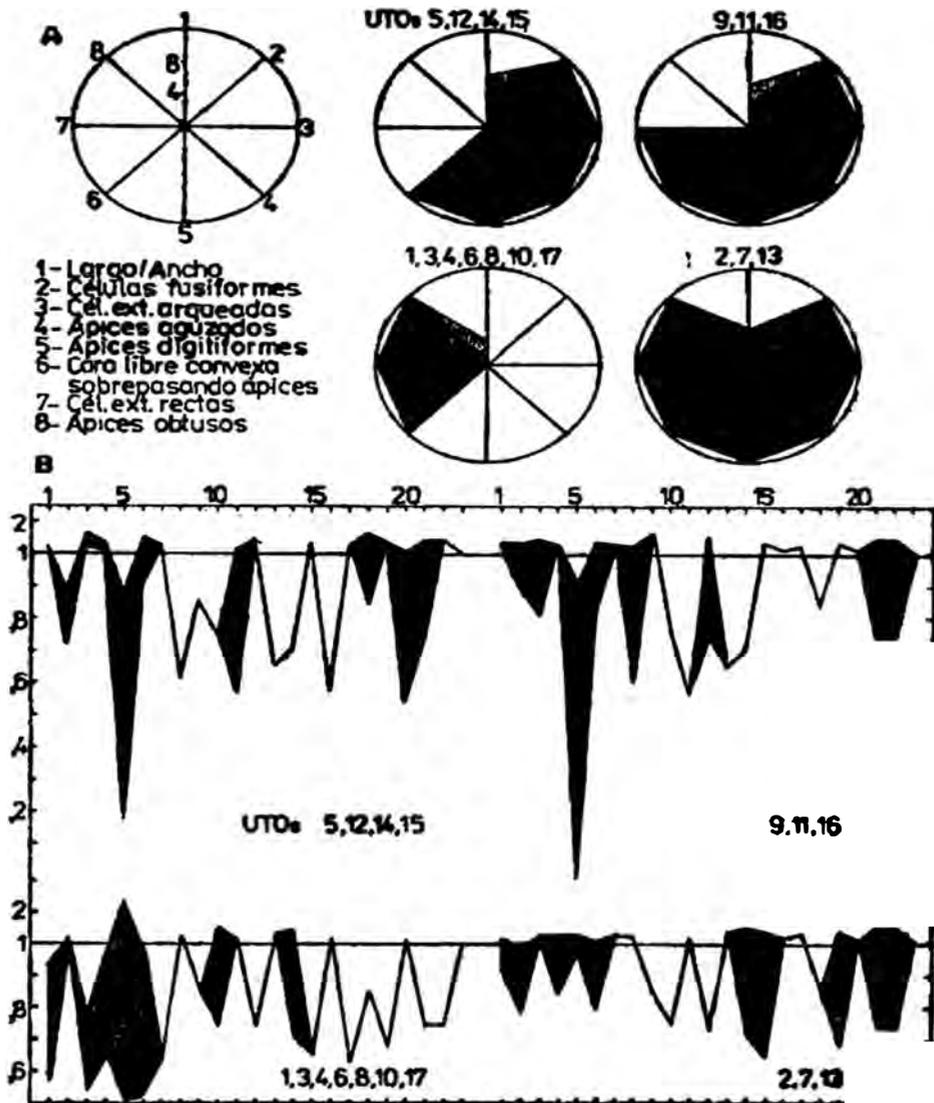


Fig. 2. Comparación de la variabilidad morfológica de las cepas estudiadas. A, ciclogramas según Dawidson (1947); B, gráficos según Jentys-Szaferowa (1959).

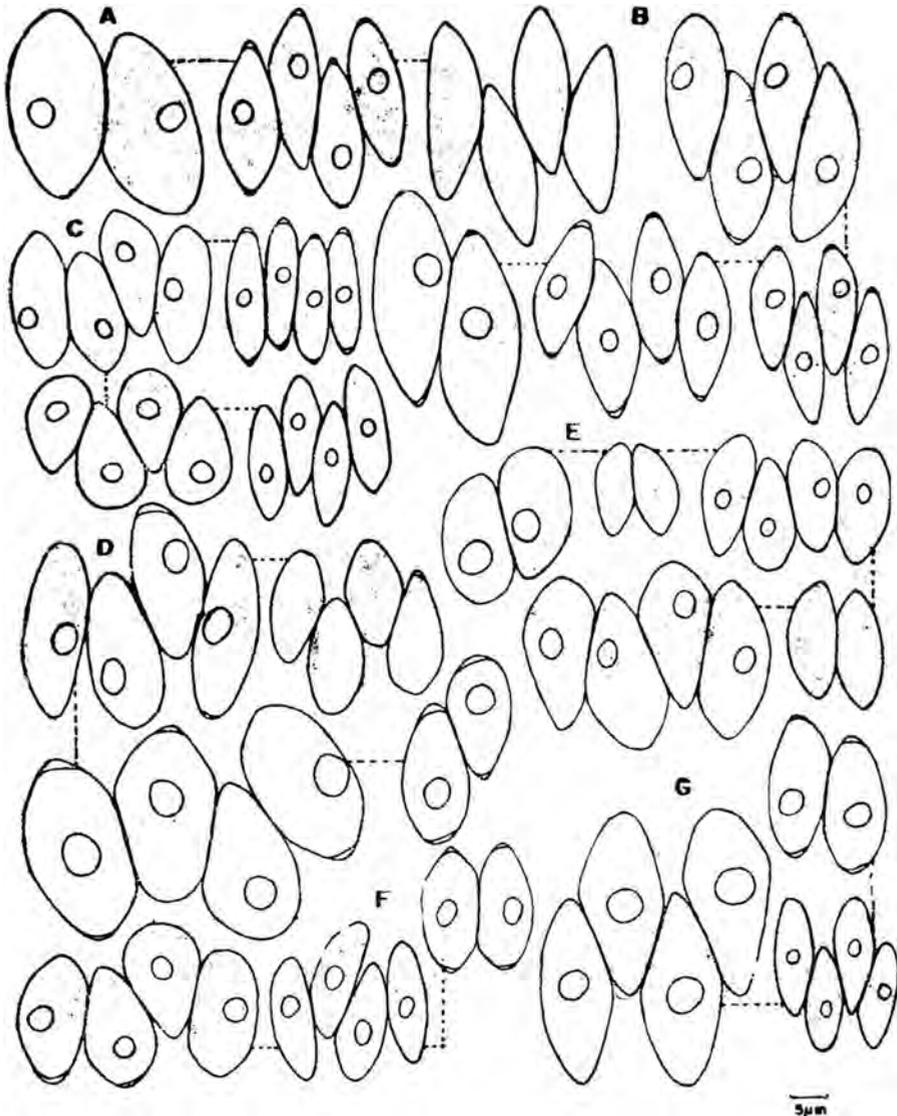


Fig. 3. Variabilidad morfológica de *Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kütz. var. *obliquus* en medio L-C (bifásico). UTOs 1 (A), 3 (B), 4 (C), 8 (D), 6 (E), 17 (F) y 10 (G).

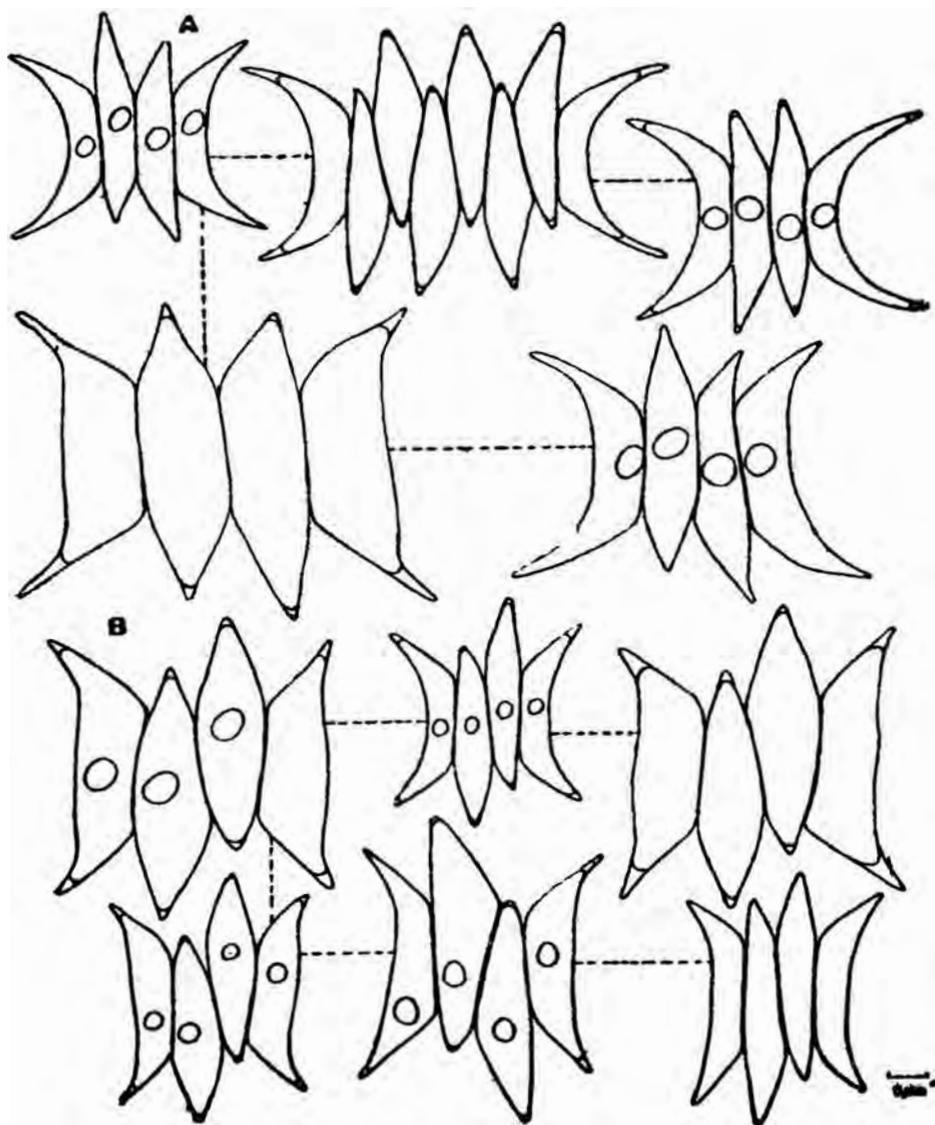


Fig. 4. Variabilidad morfológica de *Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kütz. var. *dimorphus* (Turp.) Hansg. en medio L-C (bifásico). UTOs 5 (A) y 12 (B).

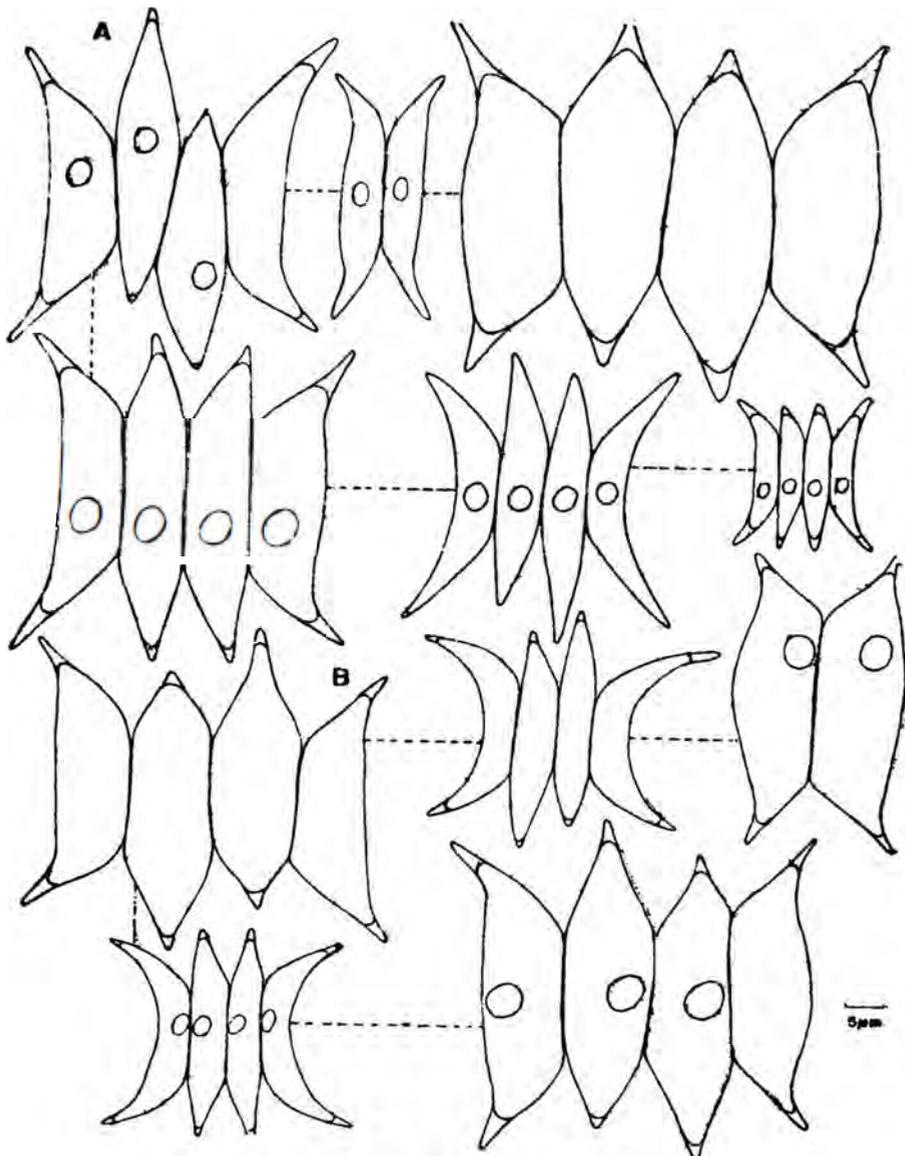


Fig. 5. Variabilidad morfológica de *Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kutz. var. *dimorphus* (Turp.) Hansg. en medio L-C (bifásico). UTOs 14 (A) y 15 (B).

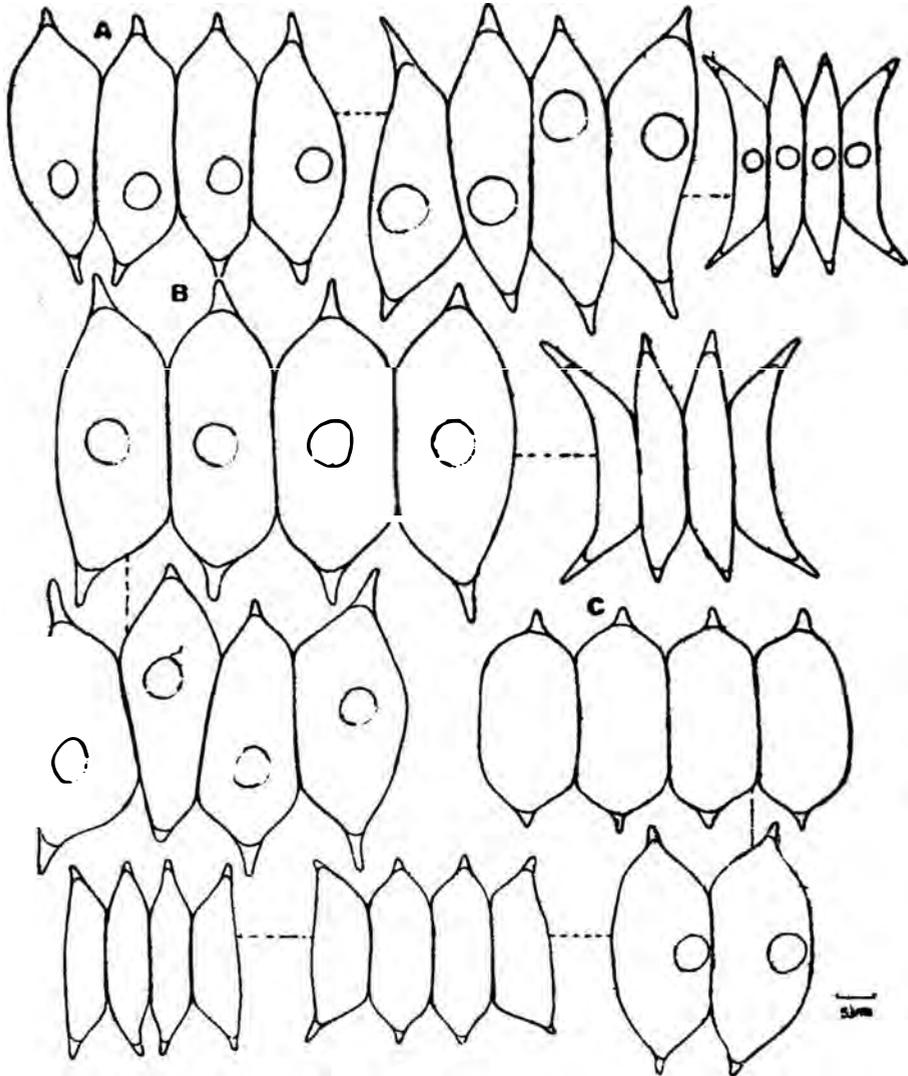


Fig. 6. Variabilidad morfológica de *Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kütz. var. *dimorphus* (Turp.) Hansg. en medio L-C (bifásico). UTOa 9 (A), 11 (B) y 16 (C).

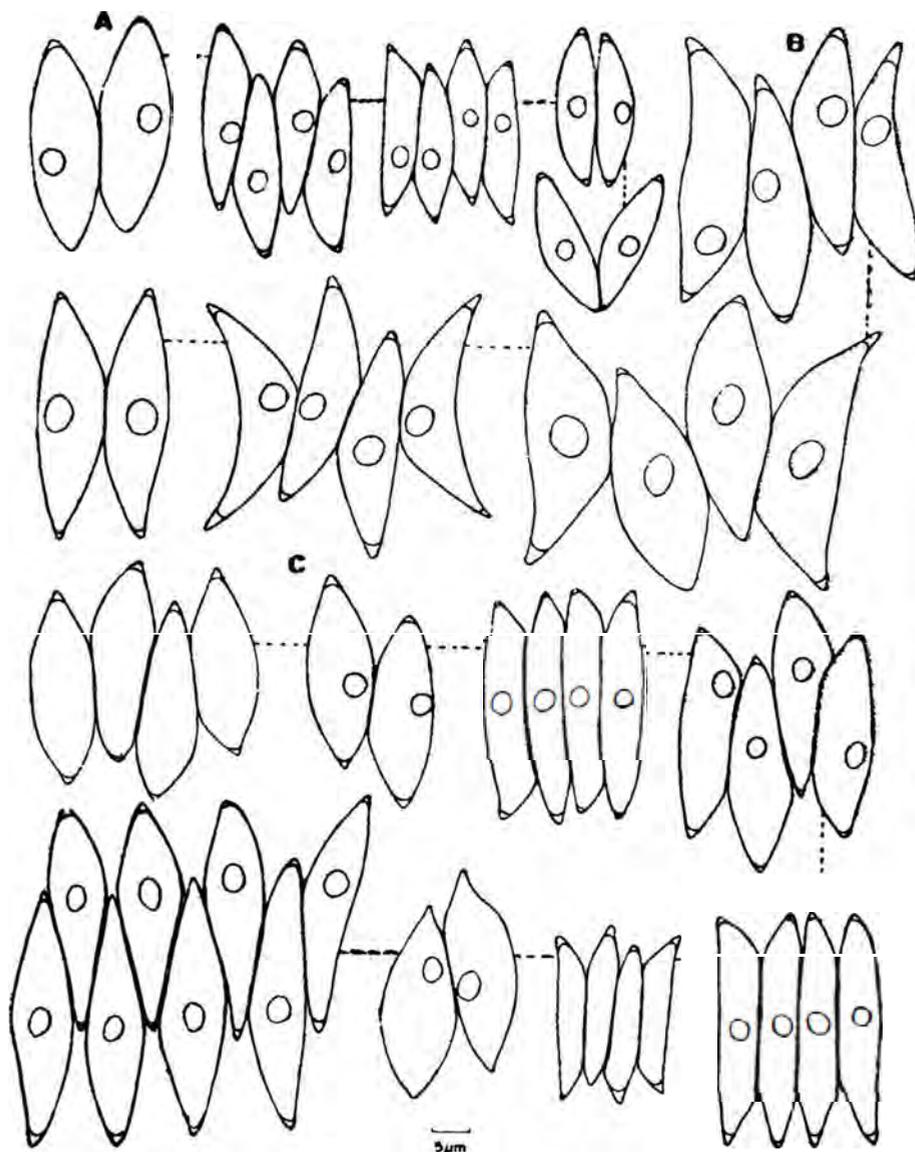


Fig. 7. Poblaciones intermedias entre las variedades *obliquus* y *dimorphus*. UTOs 2 (A), 7 (B) y 13 (C).

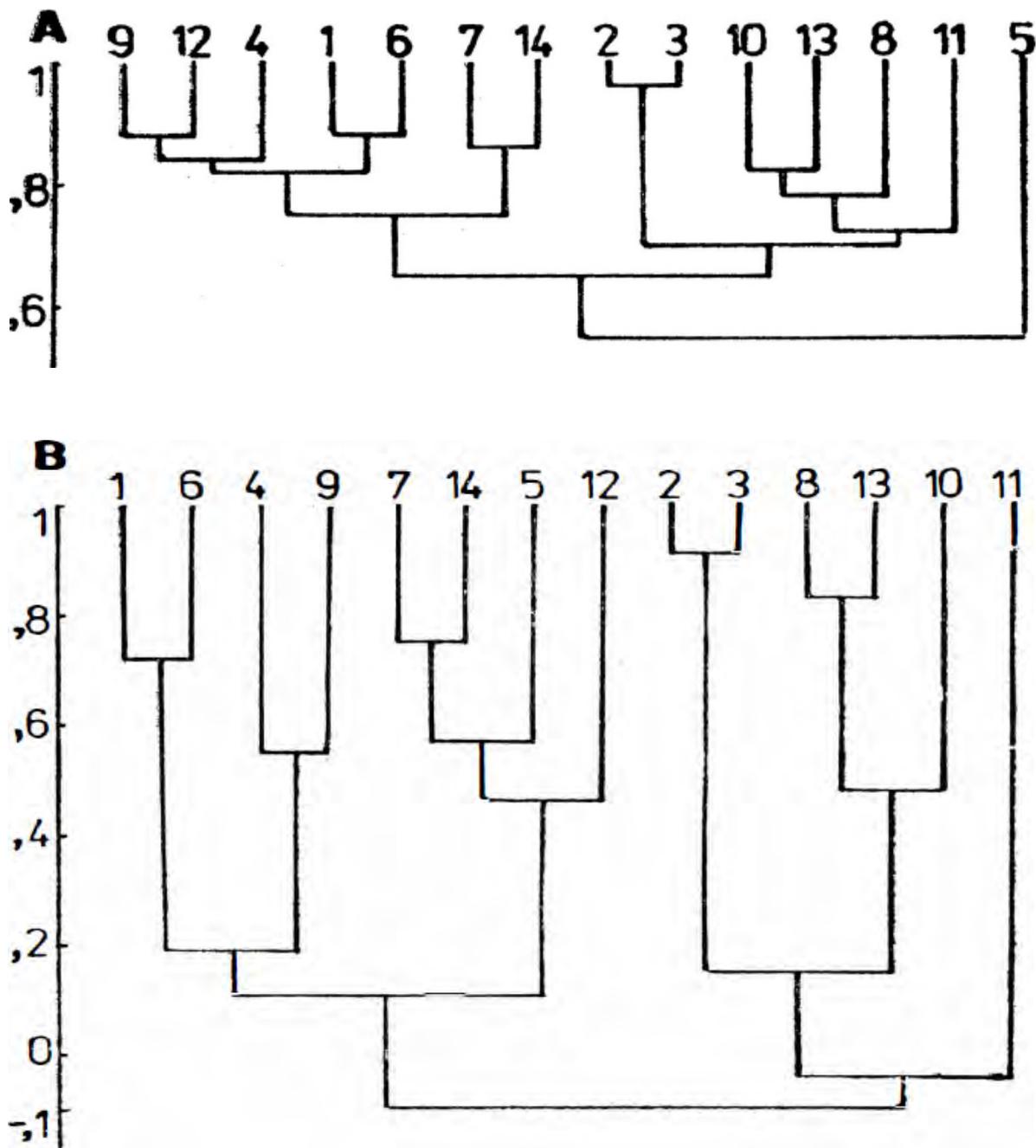


Fig. 8. Dendrogramas que muestran las relaciones morfológicas entre las poblaciones naturales estudiadas. A, coeficiente de similitud; B, coeficiente de correlación según Sneath y Sokal (1973).

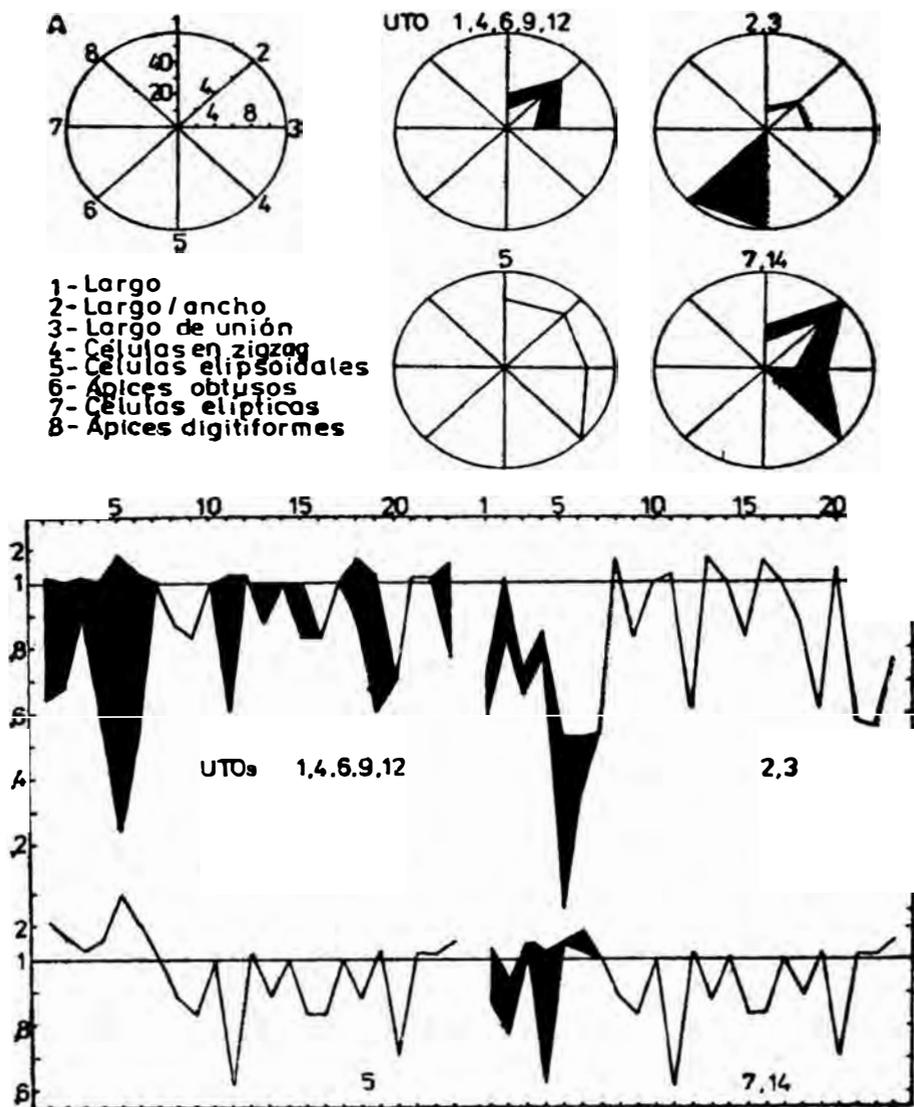


Fig. 9. Comparación de la variabilidad morfológica de las poblaciones naturales estudiadas. A, ciclogramas según Dawidson (1947); B, gráficos según Jentys-Szaferowa (1959).