

## AFINIDADES MORFOLOGICAS ENTRE *PASPALUM DISTICHUM SENSU LATO* Y *PASPALUM VAGINATUM* (POACEAE)

Por ADRIANA M. ECHARTÉ<sup>1</sup> y ANDREA M. CLAUSEN<sup>1,2</sup>

**Summary** *Morphological affinities between Paspalum distichum sensu lato and P. vaginatum* (Poaceae). Thirty-one exomorphological characters of *P. distichum* and *P. vaginatum* were studied in order to: (a) supply more characters to differentiate both species, specially at vegetative stages, and, (b) establish the degree of similarity between *P. vaginatum* and the two morphotypes already cited for *P. distichum*. Cluster and principal component analysis indicated a strong similarity among hexaploids, pentaploids and hiperpentaploids clones of *P. distichum*. Tetraploids of this species and *P. vaginatum* showed a lower degree of similarity with the above mentioned cytotypes. In spite of the intraspecific morphological differences exhibited by *P. distichum*, it can be differentiated from *P. vaginatum* by 20 characters. Six of them also discriminate both morphotypes of *P. distichum*. Finally, it has been established that for other 6 characters the tetraploid cytotype of *P. distichum* shows clear differences with the other cytotypes of the same species and, at the same time, with *P. vaginatum*.

### INTRODUCCION

*Paspalum distichum* L. y *P. vaginatum* Sw. son dos especies perennes, rizomatosas y estoloníferas, únicas representantes del grupo Disticha (*sensu* Chase, 1929) en América Austral (Nicora & Rúgolo de Agrasar, 1987). Ambos *taxa* pueden ser distinguidos, básicamente, por ciertos atributos relacionados con la morfología de las espiguillas y de las inflorescencias (ver Chase, 1929; Parodi, 1937; Acevedo de Vargas, 1944; Barreto, 1957; Burkart, 1969; Cabrera, 1970; Rosengurt et al., 1970; Loxton, 1974; Nicora, 1978). Sin embargo, debido a la elevada afinidad morfológica que presentan ambas especies, suele haber confusiones en su determinación taxonómica (Acevedo de Vargas, 1944; Schulz, 1962; Renvoize & Clayton, 1980) especialmente en ejemplares en estado vegetativo. Estas confusiones han sido incrementadas, en varios artículos referidos a estas especies, por problemas nomenclaturales (ver Renvoize & Clayton, 1980; Guédès, 1981) de relativamente reciente solución (Report of the Committee for Spermatophyta, 1983).

*P. distichum* constituye un complejo poliploide con una elevada variabilidad morfológica debido, por un lado, a la heteroploidía y, por el otro, a la existencia de diferencias genéticas entre individuos pertenecientes al mismo citotipo (Echarte et al., 1992). Tal variabilidad morfológica permite distinguir dos grupos de individuos netamente diferenciados entre sí, uno conformado por plantas tetraploides y el otro por hexaploides, pentaploides e hiperpentaploides (Echarte et al., 1992). Si bien tales diferencias morfológicas contribuirían a considerar la segregación taxonómica de ambos grupos a rangos sub-específicos, se ha preferido tratar a los mismos como *P. distichum sensu lato* hasta tanto no se aclare el origen y mantenimiento en la naturaleza de las variantes heteroploides halladas. Se desconoce, sin embargo, el grado de afinidad que presentan ambos grupos con *P. vaginatum*.

En relación con lo expuesto, los objetivos de este trabajo fueron: (a) aportar un mayor número de caracteres, especialmente vegetativos, que contribuyan a diferenciar más claramente a *P. distichum sensu lato* de *P. vaginatum*, y (b) examinar las afinidades morfológicas que presentan *P. vaginatum* con los dos grupos morfológicos citados para *P. distichum*.

Para la consecución de tales objetivos se ha considerado conveniente la utilización de técnicas de análisis multivariado, las cuales han contribuido al estudio detallado de numerosos grupos vegetales, tanto a niveles inter-específicos (v.g.: Taylor, 1966; Clifford et al., 1969; Crisci et al., 1979; Schilling &

Facultad de Ciencias Agrarias (UNMdP) y Estación Experimental Agropecuaria Balcarce del INTA, Casilla de Correo 276, 7620 Balcarce, Buenos Aires.

<sup>1</sup>Docente de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

<sup>2</sup>Miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET e investigador del INTA.

Heiser, 1981; Ferrari & Hunziker, 1986; Clausen & Okada, 1990; entre otros) como intra-específicos (v.g.: Crawford & Reynolds, 1974; Narayan & Macefield, 1976; Riggins, 1977; Engels, 1983; Clausen & Crisci, 1989; Echarte *et al.*, 1992; entre otros)

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron 51 individuos de *P. distichum* y 26 individuos de *P. vaginatum* cuyos números de colección, procedencias y niveles de ploidía se detallan en la Tabla 1.

Los ejemplares de herbario de los materiales examinados se hallan depositados en el Herbario de la Unidad Integrada por la Facultad de Ciencias Agrarias (UNMDP) y la Estación Experimental Balcarce del INTA, Buenos Aires (BAL).

Los materiales procedentes de cada sitio de colección fueron multiplicados y cultivados bajo condiciones ambientales homogéneas, tomando los

recaudos descritos en un trabajo previo (Echarte *et al.*, 1992).

Con el objeto de evaluar la similitud morfológica entre individuos y de ordenar a los mismos sobre la base de dichas similitudes se utilizaron técnicas de análisis multivariado, en particular análisis de agrupamiento (fenogramas) y de ordenación (componentes principales). Tales análisis se efectuaron sobre 31 caracteres, los cuales se midieron durante la floración sobre dos plantas (repeticiones) de cada clon. Los caracteres utilizados incluyeron 10 variables doble estado, 2 multiestado y 19 cuantitativas. Se denominó eje caulinar primario a aquel estolón desarrollado a partir del brote original plantado y ejes caulinares secundarios a los estolones generados por éste. La terminología utilizada en relación a la morfología de las inflorescencias de esta especie fue tomada de Burkart (1969). Los racimos espiciformes y los ejes caulinares serán nombrados racimos y ejes, respectivamente. Los caracteres medidos se listan a continuación conjuntamente con sus respectivos estándares o unidades de medida, según corresponda:

Tabla 1.— Procedencias y números cromosómicos de los materiales analizados de *Paspalum distichum* y *P. vaginatum*.

Especie/número de colección <sup>3</sup>	Procedencia <sup>1</sup> y número de identificación <sup>2</sup> (OTU)	Número cromosómico (2n)
<i>Paspalum distichum</i>		
E.O.A. 19	Pdo. Ayacucho, ruta 2 km 307,5 (19)	60
E.O.A. 24	Pdo. Mar Chiquita, ruta 2 km 330 (24)	40
E.O.A. 25	Pdo. Mar Chiquita, ruta 2 km 330 (25)	40
E.O.A. 26	Pdo. Maipú, ruta 2 Km 278 (26)	50
E.O.A. 28	Pdo. Mar Chiquita, ruta 2 km 330 (28)	40
E.A.C. 32	Pdo. Mar Chiquita, ruta 11, "La Caleta" (32)	60
E.A.C. 33	Pdo. Gral. Madariaga, ruta 11, Arroyo Las Gallinas (33)	60
E.A.C. 42	Pdo. Tordillo, ruta 11, paraje "El Centinela" (42)	50
E.A.C. 43	Pdo. Tordillo, ruta 11 (43)	60
E.A.C. 46	Pdo. Dolores, ruta 63, Dolores (46)	60
E.C.A. 47	Pdo. Tandil, ruta 226 km 194 (47)	60
E.C.A. 48	Pdo. Tandil, ruta 226 km 194 (48)	60
E.C.A. 49	Pdo. Azul, ruta 226 km 243 (49)	60
E.C.A. 50	Pdo. Azul, ruta 3 km 255 (50)	40
E.C.A. 52	Pdo. Las Flores, ruta 3 km 208 (52)	60
E.C.A. 54	Pdo. Las Flores, ruta 3 km 208 (54)	60
E.C.A. 55	Pdo. Las Flores, ruta 61, paraje "El Trigo" (55)	60
E.C.A. 57	Pdo. Gral. Alvear, ruta 51, Alvear (57)	60
E.A.C. 58	Pdo. Tapalqué, E <sup>a</sup> "San Roque" (58)	60
E.A.C. 61	Pdo. Tapalqué, ruta 51, Tapalqué (61)	60
E.A.C. 62	Pdo. Azul, cruce rutas 3 y 60 (62)	60
E.A.C. 63	Pdo. Rauch, ruta 60, Rauch (63)	60
E.A.C. 66	Pdo. Rauch, ruta 30, Rauch (66)	60
E.A.C. 67	Pdo. Rauch, ruta 50, Rauch (67)	60

E.A.C. 68	Límite entre Pdos. Ayacucho y Tandil, ruta 30 (68)	60
E.C. 69	Pdo. Cnel. Dorrego, Guisasola (69)	60
E.C. 70	Pdo. Cnel. Dorrego, E <sup>a</sup> "El Uno" (70)	60
E.C.A. 71	Pdo. Gral. Pueyrredón, Mar del Plata (71)	60
E.C.A. 73	Pdo. Gral. Alvarado, Mechongué (73)	60
E.C.A. 74	Pdo. Lobería, ruta 88, Necochea (74)	50
E.C.A. 75	Pdo. Necochea, ruta 228 km 28 (75)	60
E.C.A. 76	Pdo. San Cayetano, ruta 228 km 77,5 (76)	60
E.C.A. 77	Pdo. Necochea (77)	60
E.C.A. 78	Pdo. Necochea (78)	60
E.C.N. 80	Pdo. Ayacucho, ruta 29, Ayacucho (80)	60
E.C.N. 84	Pdo. Ayacucho, ruta 29, Gral. Belgrano (84)	60
E.C.N. 85	Pdo. Gral. Paz, ruta 29, Gral. Belgrano (85)	52
E.C.N. 86	Pdo. Pila, ruta 41, Gral. Belgrano (86)	60
E.C.N. 89	Pdo. Magdalena, Magdalena (89)	60
E.C.N. 90	Pdo. Brandsen, ruta 215, Brandsen (90)	60
E.C.N. 91	Pdo. Lobos, ruta 205, Lobos (91)	58
E.C.N. 94	Pdo. Gral. Alvear, ruta 205, Saladillo (94)	60
E.C.N. 95	Pdo. Gral. Alvear, ruta 205, Bolívar (95)	54
E.C.N. 96	Pdo. Bolívar, ruta 205, Bolívar (96)	60
E.C.N. 97	Pdo. Olavarría, ruta 226, Bolívar (97)	50
E.C.N. 98	Pdo. Olavarría, ruta 226, Olavarría (98)	58
E.C.N. 99	Pdo. Tandil, ruta 226 km 140 (99)	60
E.C.N. 100	Pdo. Gral. Balcarce, ruta 226 km 90 (100)	60
E.C.N. 101	Pdo. Gral. Balcarce, ruta 226 km 45 (101)	60
Ce. s.n.	Pdo. Lobería, ruta 55, A <sup>o</sup> "Las Flores" (102)	60
F. s.n.	Partido Olavarría, Cuartel XIII, E <sup>a</sup> "San José" (104)	57

*Paspalum vaginatum*

E.O.A. 20	Pdo. Ayacucho, ruta 2 km 307,5 (20)	20
E.O.A. 21	Pdo. Gral. Balcarce, ruta 55 Ea. "El Pantanoso" (21)	20
E.O.A. 22	Pdo. Mar Chiquita, ruta 2 km 372 (22)	20
E.O.A. 23	Pdo. Maipú, ruta 2 km 276 (23)	20
E.A.C. 30	Pdo. Mar Chiquita, ruta 11 a 3 km de "La Caleta" (30)	20
E.A.C. 34	Pdo. Gral. Madariaga, ruta 11, A <sup>o</sup> "Las Gallinas" (34)	20
E.A.C. 35	Pdo. Gral. Madariaga, ruta 11, A <sup>o</sup> "Las Gallinas" (35)	20
E.A.C. 36	Pdo. de la Costa, ruta 11 a 200 m del cruce hacia Valeria del Mar (36)	20
E.A.C. 37	Pdo. de la Costa, ruta 11 a 200 m cruce hacia Valeria del Mar, sobre dunas (37)	20
E.A.C. 38	Pdo. de la Costa, ruta 11 a 30 km de Pinamar hacia San Clemente del Tuyú (38)	20
E.A.C. 39	Pdo. de la Costa, ruta 11, en el cruce hacia San Clemente del Tuyú (39)	20
E.A.C. 40	Pdo. Gral. Lavalle, ruta 11 a 3 km del cruce a San Clemente del Tuyú (40)	20
E.A.C. 41	Pdo. Gral. Lavalle, ruta 11 a 3 km del cruce a San Clemente del Tuyú (41)	20
E.A.C. 44	Pdo. Dolores, ruta 63 a 6 km de Dolores (44)	20
E.C.A. 51	Pdo. Azul, ruta 3 km 255 (51)	20
E.C.A. 53	Pdo. Las Flores, ruta 3 km 208 (53)	20
E.C.A. 56	Pdo. Saladillo, ruta 51 a 1 km del cruce con ruta 63 (56)	20
E.A.C. 59	Pdo. Tapalqué, ruta 51 a 10 km de Tapalqué, E <sup>a</sup> "Los Robles" (59)	20
E.A.C. 60	Partido Tapalqué, ruta 51 a 10 km de Tapalqué, E <sup>a</sup> "Los Robles" (60)	20
E.A.C. 64	Pdo. Rauch, ruta 30 a 40 km de Rauch (64)	20
E.A.C. 65	Pdo. Rauch, ruta 30 a 40 km de Rauch (65)	20
E.C.A. 72	Pdo. Gral. Alvarado, Miramar, Vivero Dunicola (72)	20
E.C.A. 73a	Pdo. Gral. Alvarado, Ruta 88, cruce a Mechongué (73a)	20
E.C.N. 79	Pdo. Ayacucho, ruta 29 a 50 km del cruce con ruta 226 (79)	20
E.C.N. 82	Pdo. Pila, ruta 29 a 150 km del cruce con ruta 226 (82)	20
E.C.N. 87	Pdo. Chascomús, a 15 km de Chascomús hacia Magdalena (87)	20

<sup>1</sup> Todas las localidades corresponden a la provincia de Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> Número de identificación utilizado en la Fig. 1.

<sup>3</sup> Los coleccionistas fueron A.: S.I. Alonso; C.: A. M. Clausen; Ce: J. Ceron; E.: A. M. Echarte; F.: O.N. Fernández; N.: M.C. Nuciari; O.: K.A. Okada.

- 1.— Altura máxima de los vástagos erectos (mm).
- 2.— Angulo formado por los vástagos erectos con la horizontal: recto (0), agudo (1).
- 3.— Diámetro del eje primario en su región basal (mm).
- 4.— Diámetro del eje primario en su región media (mm).
- 5.— Diámetro de los ejes secundarios en su región basal (mm).
- 6.— Longitud del eje primario (mm).
- 7.— Longitud de los ejes secundarios (mm).
- 8.— Longitud de los entrenudos del eje primario en su región basal (mm).
- 9.— Longitud de los entrenudos del eje primario en su región media (mm).
- 10.— Longitud de las láminas foliares del eje primario (mm).
- 11.— Ancho máximo de las láminas foliares del eje primario (mm).
- 12.— Longitud de las vainas foliares del eje primario (mm).
- 13.— Longitud de las láminas foliares de los ejes secundarios (mm).
- 14.— Ancho máximo de las láminas foliares de los ejes secundarios (mm).
- 15.— Longitud de las vainas foliares de los ejes secundarios (mm).
- 16.— Longitud de las láminas foliares de los vástagos erectos (mm).
- 17.— Ancho máximo de las láminas foliares de los vástagos erectos (mm).
- 18.— Longitud de las vainas foliares de los vástagos erectos (mm).
- 19.— Angulo formado por las láminas foliares y los ejes caulinares: sobre-agudo (0), agudo (1).
- 20.— Grado de enrollamiento de las láminas foliares: planas (0), enrolladas (1).
- 21.— Grado de pilosidad de las vainas foliares: glabras (0), pubescentes en los márgenes (1), totalmente pubescentes (2).
- 22.— Tono de las hojas: verde glauco (0), verde opaco (1), verde brillante (2).
- 23.— Color de la nervadura media de las láminas foliares: verde (1), blanca (0).
- 24.— Pilosidad de los nudos: ausente (0), presente (1).
- 25.— Pedúnculos de los racimos de las panojas: ambos pedunculados (0), uno sésil o subsésil y el otro pedunculado (1).
- 26.— Longitud de los racimos de las panojas (mm).
- 27.— Número de espiguillas en los racimos de las panojas.
- 28.— Pubescencia de la gluma superior: ausente (0), presente (1).
- 29.— Presencia de la gluma inferior: ausente (0), presente (1).
- 30.— Forma de la espiguilla: ovado-lanceolada (0), lanceolada (1).
- 31.— Prominencia de la nervadura media de la lema: no prominente (0), prominente (1).

Con los 77 individuos y los 31 caracteres estudiados se construyó una matriz básica de datos (MBD) de 77 OTU's (Unidades Taxonómicas Operacionales) por 31 caracteres, la cual se encuentra depositada en el Herbario BAL. Para registrar el estado de cada uno de los caracteres cuantitativos se obtuvo el valor promedio de los dos individuos de cada clon. La MBD fue estandarizada (MBDE) por caracteres a fin de expresar los mismos en unidades de desviación estándar. A cada par posible de OTU's de la matriz estandarizada se le aplicaron dos coeficientes de similitud: "Manhattan Distance" y distancia euclídeana, volcándose los valores obtenidos en sendas matrices de similitud. Sobre cada una de estas matrices se aplicó la técnica de agrupamiento UPGMA (Sokal & Sneath, 1963), obteniéndose dos fenogramas que muestran la relación de similitud entre la totalidad de las OTU's. La distorsión de cada fenograma con la matriz de similitud de la cual derivó se obtuvo por medio del coeficiente de correlación cofenético (Sokal & Rohlf, 1962). Valores mayores o iguales a 0,70 ó 0,80 se consideraron indicadores de escasa distorsión.

El análisis de los componentes principales se realizó sobre la matriz de correlación de 31 x 31 caracteres obtenida de la MBDE y sobre ella se calculó el coeficiente de correlación del producto-momento de Pearson entre cada par de los 31 caracteres. Para examinar la eficiencia de la ordenación, se volcó la distancia euclídeana entre las OTU's en el nuevo espacio determinado por los componentes principales en una matriz de similitud, que fue comparado con la matriz de distancia euclídeana obtenida en el paso anterior por medio del coeficiente de correlación cofenético.

Para obtener una visualización más simple de las relaciones inter e intra-específicas se construyó a partir de la MBD, la MBD-2, en la cual *P. vaginatum* y cada citotipo de *P. distichum* estuvieron representados por una OTU. El valor para cada carácter se obtuvo como el promedio del mismo en la especie o citotipo considerado. La MBD-2 fue analizada de igual modo que la MBD.

Más detalles acerca de los métodos y procedimientos de análisis multivariado utilizados pueden hallarse en Sokal & Sneath (1963) y en Crisci & López Armengol (1983).

Los datos fueron procesados en un ordenador IBM mediante el sistema de programas NTSYS-PC, versión 1.4 ("Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System") desarrollado por Rohlf (1988).

## RESULTADOS Y DISCUSION

La matriz de similitud con mayor coeficiente de correlación cofenético ( $r = 0,91$ ) fue aquella obtenida con el coeficiente de distancia euclidea. El análisis de agrupamiento UPGMA realizado sobre la misma generó el fenograma que se muestra en la Fig. 1. En dicho gráfico puede observarse la formación de dos grandes grupos, cada uno de los cuales está constituido por individuos pertenecientes a la misma especie. En el grupo de clones pertenecientes a *P. distichum* puede apreciarse que los individuos E.O.A. 24, E.O.A. 25, E.O.A. 28 y E.C.A. 50 (todos tetraploides) conformaron un sub-grupo netamente diferenciado de los restantes clones de la misma especie. Estos últimos, al igual que los clones pertenecientes a *P. vaginatum*, se asociaron entre sí en dos grupos amplios que presentaron una considerable variabilidad, pero sin discontinuidades aparentes.

La agrupación de las OTU' s en el fenograma no estuvo relacionada con la localización geográfica. De hecho, muchos individuos de localidades distantes (v.g.: E.A.C. 61 y E.C.N. 84) aparecieron estrechamente asociadas en el fenograma, mientras que individuos provenientes de áreas cercanas, o aún del mismo sitio (v.g.: E.C.A. 47 y E.C.A. 48) generalmente no presentaron asociaciones definidas entre sí.

Para la representación gráfica del análisis de los componentes principales se escogieron los tres primeros componentes, los cuales expresaron el 69,7% de la variación total. El coeficiente de correlación cofenético hallado ( $r = 0,93$ ) indica que el análisis presentó escasa distorsión.

La proyección bidimensional de las OTU' s en los ejes que representan los dos primeros componentes (49,62 y 10,72% de la variación total, respectivamente) se muestra en la Fig. 2. Como puede observarse en este gráfico, la disposición de las OTU' s se correspondió con los dos grupos establecidos por el análisis de agrupamiento. El primer componente fue eficaz en separar a *P. vaginatum* de *P. distichum*. El segundo componente, en cambio, presentó escaso valor para discriminar ambos grupos, si bien contribuyó a explicar parte de la variabilidad morfológica existente dentro de cada uno. El tercer componente expresó el 9,4% de la variación total. El gráfico de la Fig. 3 muestra la proyección bidimensional de las OTU' s en los ejes que representan el primer y el tercer componente. Como puede observarse, este último fue eficaz en separar de los restantes clones a los individuos tetraploides de *P. distichum*.

En el fenograma de la Fig. 4 ( $r = 0,98$ ) obtenido a partir de la MBD-2 puede observarse que los

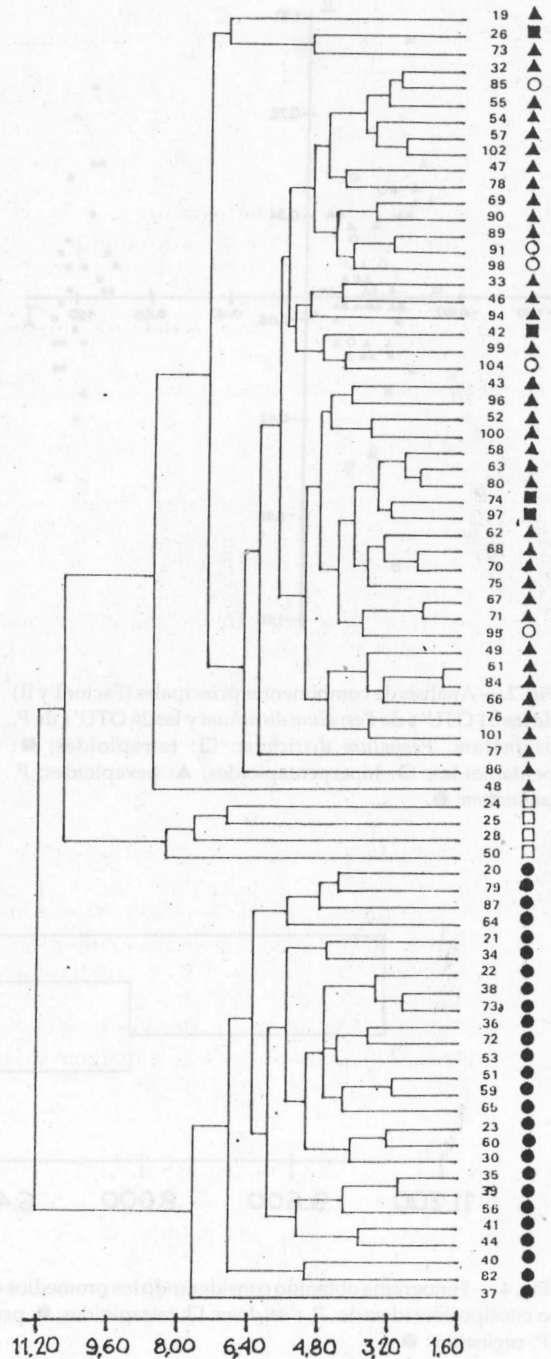


Fig. 1.— Fenograma de las 51 OTU' s de *Paspalum distichum* y las 26 OTU' s de *P. vaginatum*. *P. distichum*: □: tetraploides; ■: pentaploides; ○ hiperpentaploides; ▲: hexaploides; *P. vaginatum*: ●.

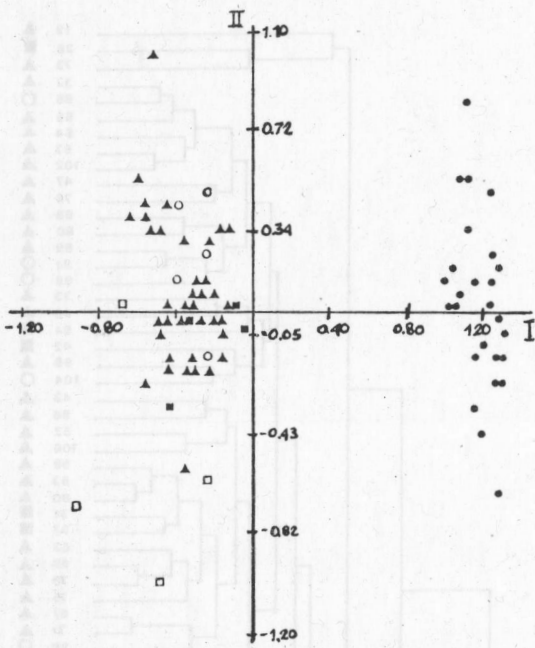


Fig. 2.—Análisis de componentes principales (Factor I y II) de las 51 OTU's de *Paspalum distichum* y las 26 OTU's de *P. vaginatum*. *P. distichum*: □: tetraploides; ■: pentaploides; ○: hiperpentaploides; ▲: hexaploides; *P. vaginatum*: ●.

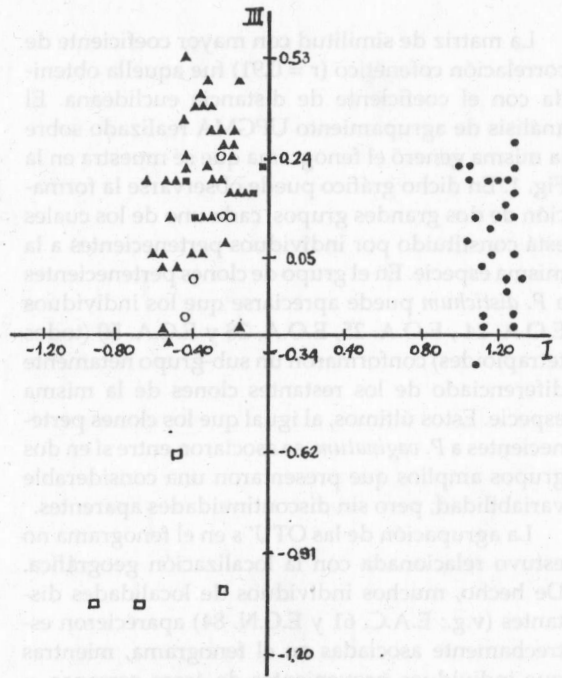


Fig. 3.—Análisis de componentes principales (Factor I y III) de las 51 OTU's de *Paspalum distichum* y las 26 OTU's de *P. vaginatum*. *P. distichum*: □: tetraploides; ■: pentaploides; ○: hiperpentaploides; ▲: hexaploides. *P. vaginatum*: ●.

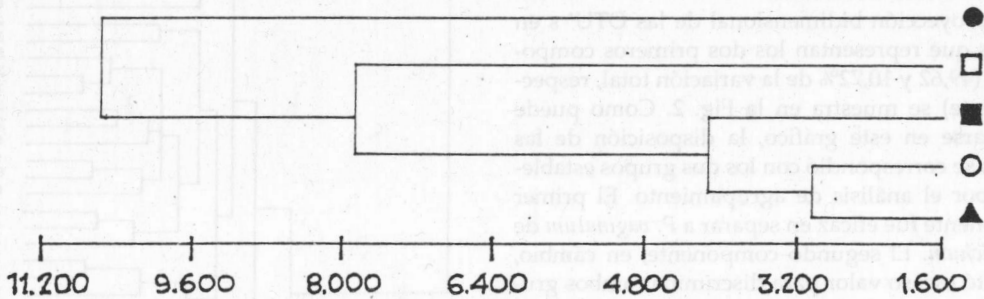


Fig. 4.—Fenograma obtenido considerando los promedios de los 31 caracteres morfológicos analizados para cada especie o citotipo considerado. *P. distichum*: □: tetraploides; ■: pentaploides; ○: hiperpentaploides; ▲: hexaploides. *P. vaginatum*: ●.

citotipos hexaploide, hiperpentaploide y pentaploide de *P. distichum* son los que presentan un mayor grado de similitud entre sí, mientras que, el citotipo tetraploide de esta especie y *P. vaginatum*

se asocian con ellos a niveles crecientes de disimilitud.

Con respecto al análisis de componentes principales, en la Fig. 5 se integraron en un gráfico

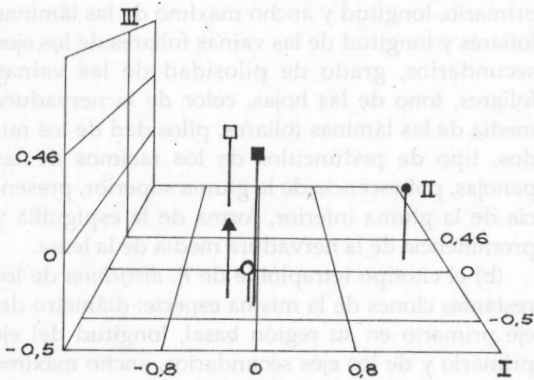


Fig. 5.— Análisis de componentes principales considerando los promedios de los 31 caracteres morfológicos analizados para cada especie o citotipo considerado. Proyección tridimensional de las OTU's en los ejes que representan los tres primeros componentes. *P. distichum*: □: tetraploides; ■: pentaploides; ○: hiperpentaploides; ▲: hexaploides; *P. vaginatum*: ●.

tridimensional los tres primeros componentes. Como puede apreciarse en esta figura, la disposición de las OTU's en el espacio se correspondió con las asociaciones formadas por el análisis de agrupamiento. Además, en esta figura puede observarse, que los caracteres morfológicos utilizados revelan una estrecha afinidad entre los clones pentaploides, hiperpentaploides y hexaploides de *P. distichum*. Los clones tetraploides y *P. vaginatum* se hallan alejados entre sí y del grupo anterior. El primer componente expresó el 59,5% de la variación total y separó netamente a *P. vaginatum* de *P. distichum*. El segundo componente expresó el 30,7% de la variación total y contribuyó a separar al citotipo tetraploide de *P. distichum* de los otros 3 citotipos de este taxón. El tercer componente sólo expresó el 7,2% de la variación total y no contribuyó a discriminar entre sí a los grupos en estudio.

El análisis de los componentes principales permitió, además, determinar el valor discriminatorio de los caracteres utilizados, de acuerdo a las corre-

Tabla 2.— Contribución de los caracteres a los tres primeros componentes.

Caracteres	Componentes principales		
	I comp.	II comp.	III comp.
Alt. máx. vást. erectos	0,985	0,144	0,093
Ang. vást. erectos	-0,988	-0,127	0,033
Diám. eje 1° reg. basal	0,242	-0,969	0,035
Diám. eje 1° reg. media	-0,900	-0,402	0,155
Diám. ejes 2° reg. basal	0,200	-0,841	0,500
Long. eje 1°	-0,526	0,753	-0,356
Long. ejes 2°	-0,062	0,937	-0,117
Long. entrenudos eje 1° basal	-0,870	0,079	0,487
Long. entrenudos eje 1° media	-0,882	-0,438	-0,089
Long. lám. foliares eje 1°	-0,993	0,045	0,032
Ancho máx. lám. fol. eje 1°	-0,889	0,442	-0,111
Long. vainas fol. eje 1°	-0,882	0,463	-0,065
Long. lám. foliares ejes 2°	-0,988	0,003	0,145
Ancho máx. lám. fol. ejes 2°	-0,923	-0,357	0,139
Long. vainas fol. ejes 2°	-0,878	0,472	0,079
Long. lám. fol. eje erecto	0,107	-0,793	0,266
Ancho máx. lám. fol. eje erecto	-0,457	-0,875	0,157
Long. vain. fol. eje erecto	-0,689	0,596	0,385
Ang. lám. fol. y ejes caulin.	0,370	-0,928	0,030
Grado enrollamiento lám. fol.	-0,370	0,928	-0,030
Grado pilosidad vainas fol.	-0,859	0,507	0,002
Tono de las hojas	0,859	0,507	-0,002
Color nervad. media lám. fol.	0,988	0,127	-0,033
Pilosidad de los nudos	-0,988	-0,127	0,033
Pedúnculos racimos panojas	-0,988	-0,127	0,033
Long. racimos panojas	0,374	0,313	0,730
N° espiguillas rac. panojas	0,510	0,789	0,324
Pubescencia gluma superior	-0,988	-0,127	0,033
Presencia de gluma inferior	-0,988	-0,127	0,033
Forma de la espiguilla	-0,988	-0,127	0,033
Prom. nervad. media lema	-0,988	-0,127	0,033

laciones que los mismos presentaron con cada uno de los componentes principales (Crisci & López Armengol, 1983), las cuales se muestran en la Tabla 2. De acuerdo a este análisis y a las medias aritméticas de los caracteres para cada especie y citotipo analizado (Tabla 3) se pudo establecer caracteres que discriminan entre sí a: (a) *Paspalum distichum sensu lato* de *Paspalum vaginatum*: altura máxima de los vástagos erectos, ángulo formado por los vástagos erectos con la horizontal, diámetro del eje primario en su región media, longitud de los entrenudos del eje primario en su región basal y media, longitud y ancho máximo de las láminas foliares y longitud de las vainas foliares del eje

primario, longitud y ancho máximo de las láminas foliares y longitud de las vainas foliares de los ejes secundarios, grado de pilosidad de las vainas foliares, tono de las hojas, color de la nervadura media de las láminas foliares, pilosidad de los nudos, tipo de pedúnculos de los racimos de las panojas, pubescencia de la gluma superior, presencia de la gluma inferior, forma de la espiguilla y prominencia de la nervadura media de la lema.

(b) el citotipo tetraploide de *P. distichum* de los restantes clones de la misma especie: diámetro del eje primario en su región basal, longitud del eje primario y de los ejes secundarios, ancho máximo de las láminas foliares y longitud de las vainas del

Tabla 3.— Medias aritméticas o estados de los caracteres que contribuyen a diferenciar entre sí a los citotipos de *P. distichum* y a *P. vaginatum*.

Caracteres	<i>P. vaginatum</i>	Medias aritméticas o estados <sup>1</sup>			
		<i>P. distichum</i>			
		4x	5x	5x+n	6x
Alt. máx. vást. erectos	● 220	134	141	128	128
Ang. vást. erectos	● 0	1	1	1	1
Diám. eje 1° reg. basal	+* 19	17	19	19	19
Diám. eje 1° reg. media	● 24	27	28	27	28
Diám. ejes 2° reg. basal	* 22	19	23	21	22
Long. eje 1°	+* 846	1318	800	978	1013
Long. ejes 2°	+* 706	928	541	559	676
Long. entrenudos eje 1° basal	● 4	9	9	7	8
Long. entrenudos eje 1° media	● 23	38	41	44	49
Long. lám. foliares eje 1°	● 22	68	58	57	66
Ancho máx. lám. fol. eje 1°	●+ 3	5	6	7	7
Long. vainas fol. eje 1°	●+ 16	35	25	26	27
Long. lám. foliares ejes 2°	● 25	69	65	58	68
Ancho máx. lám. fol. ejes 2°	●+ 3	5	6	6	6
Long. vainas fol. ejes 2°	●+ 17	35	27	25	27
Ang. lám. fol. y ejes caulin.	+* 1	0	1	1	1
Grado enrollamiento lám. fol.	+* 0	1	0	0	0
Grado pilosidad vainas fol.	●+ 0	2	1	1	1
Tono de las hojas	●+ 2	0	1	1	1
Color nervad. media lám. fol.	● 1	0	0	0	0
Pilosidad de los nudos	● 0	1	1	1	1
Pedúnculos racimos panojas	● 0	1	1	1	1
N° espiguillas rac. panojas	+ 22	22	19	15	17
Pubescencia gluma superior	● 0	1	1	1	1
Presencia de gluma inferior	● 0	1	1	1	1
Forma de la espiguilla	● 0	1	1	1	1
Prom. nervad. media lema	● 0	1	1	1	1

●: caracteres que diferencian a *P. distichum* de *P. vaginatum*.

+ : caracteres que diferencian al citotipo tetraploide de *P. distichum* de los restantes clones de la misma especie.

\*: caracteres que diferencian al citotipo tetraploide de *P. distichum* de los restantes clones de la misma especie y, además, de *P. vaginatum*.

<sup>1</sup> La unidad de medida utilizada para los caracteres cuantitativos es mm, la codificación de los caracteres doble o multiestado constan en el texto.

eje primario, ancho máximo de las láminas foliares y longitud de las vainas foliares de los ejes secundarios, ángulo formado por las láminas foliares y los ejes caulinares, grado de enrollamiento de las láminas foliares, grado de pilosidad de las vainas foliares, tono de las hojas y número de espiguillas en los racimos de las panojas.

(c) el citotipo tetraploide de *P. distichum* de los restantes clones de la misma especie y, al mismo tiempo, de *P. vaginatum*: diámetro del eje primario y de los ejes secundarios en su región basal, longitud del eje primario y de los ejes secundarios, ángulo formado por las láminas foliares y los ejes caulinares y grado de enrollamiento de las láminas foliares.

En conclusión, los individuos tetraploides de *P. distichum* presentaron diferencias morfológicas con los restantes citotipos de la misma especie (Tabla 2), como ya fuera destacado en un trabajo previo (Echarte *et al.*, 1992). Sin embargo, e independientemente de estas diferencias intra-específicas, todos los clones de *P. distichum* pueden distinguirse claramente de *P. vaginatum* por los 20 caracteres citados anteriormente en el ítem (a). Seis de los caracteres que contribuyen a apartar entre sí a *P. distichum* y a *P. vaginatum*, son también discriminatorios de los dos grupos morfológicos de *P. distichum*. También se ha determinado que para seis de los caracteres utilizados en este trabajo los clones tetraploides de *P. distichum* se diferencian de los restantes citotipos del mismo taxón y también de *P. vaginatum* (ver Tabla 2).

Numerosos taxónomos han establecido la eficacia de muchos de estos caracteres para diferenciar entre sí a ambos *taxa*. Ejemplos de los mismos son: la pubescencia de la gluma superior (Chase, 1929; Parodi, 1937; Acevedo de Vargas, 1944; Barreto, 1957; Burkart, 1969; Rosengurt *et al.*, 1970; Loxton, 1974; Renvoize & Clayton, 1980), la presencia o ausencia de la gluma inferior (Acevedo de Vargas, 1944; Barreto, 1957; Loxton, 1974), la prominencia de la nervadura media de la lema (Rosengurt *et al.*, 1970; Loxton, 1974), la forma de las espiguillas (Chase, 1929; Barreto, 1957; Loxton, 1974; Renvoize & Clayton, 1980) y la longitud de los pedicelos de los racimos de las inflorescencias (Parodi, 1937; Acevedo de Vargas, 1944; Barreto, 1957; Burkart, 1969; Guédès, 1981). En este trabajo se ha establecido que, además de los mencionados, muchos otros caracteres (ver Tabla 2) contribuyen a diferenciar entre sí más claramente a ambas especies, especialmente en estudios a campo o sobre material en estado vegetativo.

#### AGRADECIMIENTOS

Las autoras desean agradecer a los Dres. Jorge Crisci, Edgardo Ortiz Jauregui y Fernando Zuloaga y a los Ings.

Agrs. Carlos Sala y Sara Alonso las valiosas sugerencias que han realizado y a la Dra. Elisa Nicora por su colaboración.

#### BIBLIOGRAFIA

- ACEVEDO DE VARGAS, R. 1944. Contribución al conocimiento del género *Paspalum* en Chile. *Bol. Mus. Nac. de Hist. Nat* 21: 121-135.
- BARRETO, I. L. 1957. Las especies de *Paspalum* con dos racimos conjugados en Río Grande del Sur (Brasil). *Rev. Arg. Agr.* 24 (3): 89-117.
- BURKART, A. 1969. Gramíneas. En: Burkart, A. (Ed.). *Flora ilustrada de Entre Ríos (Argentina)*. Col. Cient. INTA, Tomo VI, Parte II, Buenos Aires. 551p.
- CABRERA, A. L. 1970. Gramíneas. En: A. L. Cabrera (Ed.). *Flora de la provincia de Buenos Aires*. Col. Cient. INTA, Buenos Aires, 621 p.
- CLAUSEN, A. M. & J. V. CRISCI. 1989. Análisis multivariado de la variación morfológica de poblaciones diploides y tetraploides de *Solanum gourlayi* (*Solanaceae*) y especies relacionadas. *Darwiniana* 29: 247-259.
- & K. A. OKADA. 1990. Electroforesis de proteínas de los tubérculos en *Solanum tuberosum* silvestres (*Solanaceae*). *Darwiniana* 30: 163-169.
- CLIFFORD, H. T., W. T. WILLIAMS & G. N. LANCE. 1969. A further numerical contribution to the *Poaceae*. *Aust. J. Bot.* 17: 119-131.
- CRAWFORD, D. J. & J. F. REYNOLDS. 1974. A numerical study of the common narrow-leaved taxa of *Chenopodium* occurring in the western United States. *Brittonia* 26: 398-410.
- CRISCI, J. V. & M. F. LOPEZ ARMENGOL. 1983. *Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica*. OEA, Washington D. C., 132 p.
- , J. H. HUNZIKER, R. A., PALACIOS & C. A. NARANJO. 1979. A numerical taxonomic study of the genus *Bulnesia* (*Zygophyllaceae*): cluster analysis, ordination and simulation of evolutionary trees. *Amer. J. Bot.* 66: 133-140.
- CHASE, A. 1929. The North American species of *Paspalum*. *Contr. U. S. Natl. Herb.* 28: 1-310.
- ECHARTE, A. M., A. M. CLAUSEN & C. A. SALA. 1992. Números cromosómicos y variabilidad morfológica de *Paspalum distichum* (*Poaceae*) en la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Darwiniana* 31 (1-4): 185-197.
- ENGELS, J. M. 1983. A systematic description of cacao clones. III. Relationships between clones, between characteristics and some consequences for the cacao breeding. *Euphytica* 32: 719-733.
- FERRARI, M. R. & J. H. HUNZIKER. 1986. Taxonomía numérica exomorfológica de cuatro especies sudamericanas de *Elytrigia* (*Gramineae*). *Darwiniana* 27: 389-398.
- GUEDES, M. 1981. Against rejecting the name *Paspalum distichum* L.: comment on proposal 528. *Taxon* 30: 301.
- LOXTON, A. E. 1974. The taxonomy of *Paspalum paspalodes* and *Paspalum vaginatum* as represented in South Africa. *Bothalia* 11(3): 243-245.
- NARAYAN, R. & A. MACEFIELD. 1976. Adaptive

- responses and genetic divergence in a world germplasm collection of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Theor. Appl. Genet.* 47: 179-183.
- NICORA, E. G. 1978. Gramíneas. En: Correa, M. H. (Ed.), *Flora patagónica*. Col. Cient. INTA, Tomo VIII, Parte III. Buenos Aires, 563 p.
- NICORA, E. G. & Z. E. RUGOLO de AGRASAR. 1987. *Los géneros de Gramíneas de América Austral*. Hemisferio Sur, Buenos Aires, 611 p.
- PARODI, L. 1937. Contribución al estudio de las gramíneas del género *Paspalum* de la flora uruguaya. *Rev. Museo de La Plata* (N.S.) 1: 211-250.
- RENVOIZE, S. A. & W. D. CLAYTON. 1980. Proposal to reject the name *Paspalum distichum* L. *Syst. Nat. ed. 10* (2): 855; 1759 (*Nom. rejic. prop.*). *Taxon* 29: 339.
- REPORT OF THE COMMITTEE FOR SPERMATOPHYTA. 1983. Proposal 528. Rejection of *Paspalum distichum* L. (*Gramineae*). *Taxon* 32: 281.
- RIGGINS, R. 1977. A biosystematic study of the *Sporobolus asper* Complex (*Gramineae*). *Iowa St. J. Res.* 51: 287-321.
- ROHLF, F. J. 1988. NTSYS-PC. *Numerical taxonomy and multivariate analysis system*. Exeter Pub. Ltd.
- ROSENGURTT, B., R. R. ARRILLAGA DE MAFFEI & P. IZAGUIRRE DE ARTUCIO. 1970. *Gramíneas uruguayas*. Univ. de La República, Depto. de publicaciones. Montevideo. p. 489.
- SCHILLING, E. E. & C. B. HEISER. 1981. Infrageneric classification of *Helianthus* (*Compositae*). *Taxon* 30: 393-403.
- SCHULZ, A. G. 1962. Plantas forrajeras indígenas del Chaco. Nota preliminar. *Est. Exp. Agr. Colonia Benitez Foll. N° 4*
- SOKAL, R. R. & F. J. ROHLF. 1962. The comparison of dendrograms by objective methods. *Taxon* 11: 33-40.
- & P. H. SNEATH. 1963. *Principles of numerical taxonomy*. Freeman & Cía., San Francisco & London, 359 p.
- TAYLOR, R. L. 1966. Taximetrics as applied to the genus *Lithophragma* (*Saxifragaceae*). *Amer. J. Bot.* 53: 372-377.