

ESTUDIOS CROMOSOMICOS EN *TURNERA* Y *PIRIQUETA*
(*TURNERACEAE*)

por AVELIANO FERNANDEZ*

Summary

The chromosome number from 90 populations of 19 species and 5 subspecies of *Turnera* and 7 species of *Piriqueta* are reported for the first time. Previous reports of 6 taxa of *Turnera* and one of *Piriqueta* are confirmed.

Six of the 9 series of the genus *Turnera* were studied cytologically. Four of the six has $x=7$ chromosomes (*Salicifoliae*, *Stenodictyae*, *Leiocarpae* and *Mycrophyllae*). *Canaligerae* has $x=5$ and *Papilliferae* possesses $x=13$ found in the only species of the series *T. chamaedryfolia* with $2n=26$. It is suggested that the most primitive basic number is $x=7$ which gave rise to $x=5$ and $x=13$.

Autopolyploids and aloployploids played an important role in the evolution of the species of the *Turnera* and *Piriqueta*. Among the known species of *Turnera* with basic number $x=7$, 40% are polyploids; one of them, *T. sidoides* with 5 subspecies, has only 2 diploids among 20 populations, the others are autotetraploids, autohexaploids and one autooctoploids. In the series *Canaligerae* with basic number $x=5$, only 34% of the species are diploids, 33% is represented by diploid and tetraploid cytotypes and the remaining 33% are aloployploids. Different degrees of diploidization were found in the different autopolyploids. In the genus *Piriqueta* with basic number $x=7$, 27% of the species are polyploids.

* Miembro de la Carrera del Investigador - CONICET. Instituto de Botánica del Nordeste (UNNE-CONICET), C.C. 209 -3400 Corrientes, Argentina.

Introducción

Urban (1883) en su monografía reconoció 5 géneros en *Turneraceae* y actualmente esta familia cuenta con 10 géneros (Arbo comunicación personal) con aproximadamente 170 especies. El género *Turnera* con alrededor de 100 especies americanas, distribuidas desde el sur de EEUU hasta Argentina y con 2 especies africanas; *Piriqueta* con alrededor de 30 especies distribuidas también desde el sur de EEUU hasta Argentina y con una especie africana. Estos dos géneros representan el 80% de la familia. Los demás géneros son africanos a excepción de *Adenocaulon* monotípico y endémico de Cuba (Arbo, 1977).

De las 170 especies de *Turneraceae*, se conocía el número cromosómico de 6 táxones de *Turnera* y 4 especies de *Piriqueta*. Los 6 táxones de *Turnera* son: *T. ulmifolia* var. *angustifolia* $2n=30$ (Hamel, 1965; Barrett, 1978), var. *intermedia* $2n=10$ y 20 , var. *surinamensis* $2n=10$, var. *grandiflora* $2n=10$, var. *orientalis* $2n=30$ (Barrett y Shore, 1980). La var. *elegans* se conocía únicamente con $2n=20$ (Raman y Kesavan, 1964; Barrett, 1978); recientemente Arbo y Fernández (1983) encontraron poblaciones tetraploides, $2n=20$ y diploides, $2n=10$. Estos últimos autores reconocen las variedades de *T. ulmifolia* como especies independientes por presentar una combinación característica de rasgos morfológicos diferenciales (Arbo y Fernández, 1983; Arbo, 1985).

Las 4 especies de *Piriqueta* que fueron estudiadas cariológicamente son: *P. glabrescens*, *P. tomentosa* (Lewis *et al.*, 1962), *P. cistoides* y *P. caroliniana* (Ornduff, 1970), todas ellas poseen $2n=14$.

En el presente trabajo se da a conocer el número cromosómico de 19 especies de *Turnera* y 5 subespecies de *T. sidoides* y de 7 especies de *Piriqueta*. Se confirma el número cromosómico de los 6 táxones de *Turnera* anteriormente contados y el de *P. cistoides*. Se discute la importancia taxonómica del nivel de ploidía y del comportamiento de los cromosomas durante la meiosis en *Turnera*, como también el rol de la poliploidía en la evolución de las especies de *Turnera* y *Piriqueta*.

Material y métodos

La procedencia de las especies estudiadas figura en el cuadro I y en su mayoría están cultivadas en el Jardín del Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE). Las semillas utilizadas para efectuar los preparados para los estudios mitóticos, fueron extraídas por M.M. Arbo de ejemplares de herbario que se encuentran depositados en el Herbario del IBONE, CTES. Una vez cortadas las puntas de las raíces de las semillas germinadas, éstas fueron transferidas a macetas y de las plantas obtenidas fueron tomados los botones florales para los estudios meióticos.

Los estudios mitóticos fueron realizados en puntas de raíces, las que fueron pretratadas con 8-oxiquinoleína (0,002M) durante tres horas a temperatura de laboratorio y los estudios meióticos en botones florales. En ambos casos el material fue fijado en etanol absoluto y ácido láctico (5:1) toda la noche, en refrigerador; conservado en etanol 70° durante tres a cinco días, en refrigerador y coloreado con la técnica de Feulgen que consiste en: a) hidrólisis en ClH 1 N a 60° durante ocho minutos, b) coloración en reactivo de Schiff, c) aplastado en orceína lacto-acética modificada (Mroginski y Fernández, 1979).

La fertilidad de polen se estimó coloreándolo con carmín-glicerina, contando no menos de 700 granos de polen.

Resultados y discusión

Turnera

En el cuadro I se indican los números cromosómicos de las 25 especies de *Turnera* y 8 especies de *Piriqueta* estudiadas.

En la serie *Salicifoliae* se estudió una especie, *T. Weddelliana* con $2n=14$ (Fig. 1) y en la serie *Stenodictyae* se estudió *T. macrophylla* también con $2n=14$.

A la serie *Leiocarpae* pertenecen las siguientes especies di-

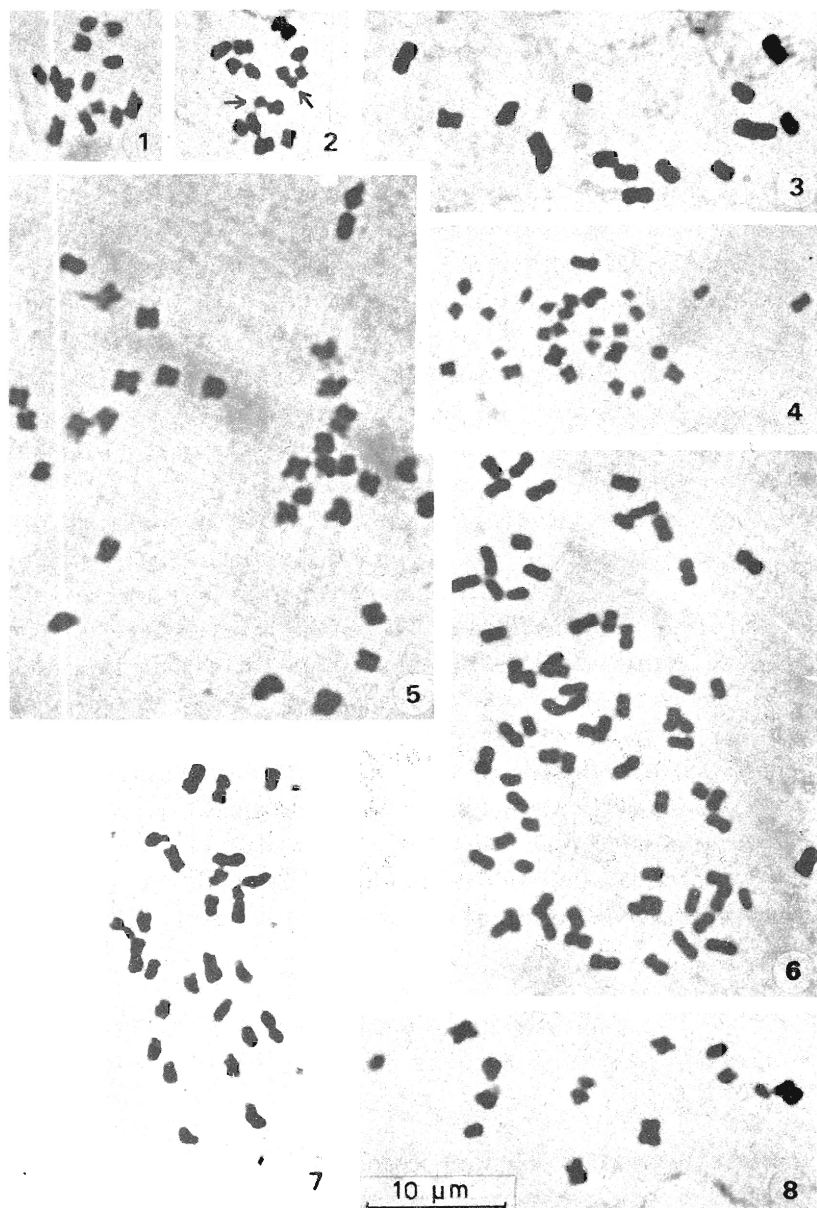


Fig. 1-8. Cromosomas mitóticos. 1, *Turnera Weddelliana*, $2n=14$; 2, *T. pumilea*, $2n=14$, las flechas indican cromosomas con satélite; 3, *T. Hassleriana*, citotipo diploide, $2n=14$; 4, *T. Hassleriana*, citotipo tetraploide, $2n=28$; 5, *T. sidoides* ssp. *sidoides*, $2n=32$; 6, *T. opifera*, $2n=70$; 7, *T. chamaedryfolia*, $2n=26$; 8, *Piriqueta* aff. *duarteana*, $2n=14$.

Cuadro I. Números cromosómicos, coleccionista, números de herbario y procedencia del material

Especie	2n	Fig.	Coleccionista* y procedencia
<i>Turnera</i>			
Serie <i>Salicifoliae</i>			
<i>T. Weddelliana</i> Urban & Rolfe	14	1	S.21213. Paraguay, dep. Chaco, Colonia San Alfredo.
Serie <i>Stenodictyae</i>			
<i>T. macrophylla</i> Urban	14		Cid 2452, Brasil, PA, río Trombetas, 5 km da cidade de Oriximiná.
Serie <i>Leiocarpae</i>			
<i>T. nervosa</i> Urban	14		A.2076, Argentina, Ctes., dep. Ituzaingó, arroyo Itaembé.
<i>T. pumilea</i> L.	14	2	A.2110, Argentina, Ctes. dep. Ituzaingó, Villa Olivari.
"	14		K.37189, Brasil, Maranhao, Timon, 7 km del puente a Teresina.
<i>T. melochioides</i> Camb.	14		K.36653, Bolivia, dep. S. Cruz, 10 km S de San José de Chiquitos.
"	14		K.38621, Brasil, PI, Floriano.
"	14		K.38695, Brasil, BA, 65 km W de Barreiras.
"	14		K.38754, Brasil, PI, 7 km E de Nazaré.
<i>T. Hassleriana</i> Urban	14	3	K.36444, Bolivia, dep. S. Cruz, 8 km W de Santiago.
"	28		A.1735, Paraguay, dep. Paraguairí, Salto del Chooló.
"	28	4	Vanni 351, Paraguay, dep. Concepción.
<i>T. lamifolia</i> Camb.	28		K.33168, Brasil, Brasilia, Parque Nacional.
<i>T. sidoides</i> L. ssp. <i>sidoides</i>	28		A.2497, Uruguay, dep. Lavalleja, Cerro Arequita, 12 km N de Minas.
"	32, 34, 39	5	A.2435, Brasil, RS, Alegrete, BR-290.

* Las siguientes iniciales significan: A.: Arbo, K.: Krapovickas y S.: Schinini.

Cuadro I (continuación)

Especie	2n	Fig.	Coleccionista y procedencia
<i>T. sidoides</i> L. ssp. <i>carnea</i> (Camb.) Arbo	14		S.21711, Argentina, Ctes. dep. Mercedes.
"	28		A.2510, Uruguay, dep. Tacuarembó, Cerro de las Minas.
"	42		Cristóbal 1782, Argentina, Ctes. dep. Ituzaingó, 10 km W de Colonia Liebig.
"	42		K.25847, Argentina, Ctes., dep. Santo Tomé, Garruchos.
<i>T. sidoides</i> L. ssp. <i>integrifolia</i> (Griseb.) Arbo	14		A.385, Argentina, Ctes. dep. Concepción, Tabay.
"	28		A.2418, Argentina, Ctes. dep. P. de los Libres.
"	28		A.2506, Uruguay, dep. Durazno, 35 km N de Durazno, ruta 5.
"	42		A.2421, Brasil, RS, 14 km W de Alegrete.
"	42		A.2487, Brasil, RS, 50 km S de Bajé.
"	56		A.2419, Brasil, RS, 6 km E de Uruguayana.
<i>T. sidoides</i> L. ssp. <i>holosericea</i> (Urban) Arbo	28		A.2525, Uruguay, dep. Artigas, 64 km SE de Artigas, ruta 30.
"	28		A.2461, Brasil, RS, 70 km E de S. Gabriel.
"	28		A.2513, Uruguay, dep. Tacuarembó, 53 km SSW de Tacuarembó.
"	28		A.2478, Brasil, RS, 27 km S de Caçapava do S. BR-153.
"	42		A.2494, Uruguay dep. Cerro Largo, 15 km S de Melo, ruta 8.
"	42		A.2495, Uruguay, dep. Treinta y Tres, 40 km N de Treinta y Tres.
<i>T. sidoides</i> L. ssp. <i>pinnatifida</i> (Juss. ex Poir.) Arbo	28		S.21648, Argentina, Ctes. dep. Curuzú Cuatiá, arroyo Punta.
"	28		A.2411, Argentina, Ctes. dep. Capital, Molina Punta.
<i>T. opifera</i> Mart.	70	6	Fernández 370, Cult. Ctes. Brasil, MG, Grão Mogol.

Cuadro I (continuación)

Especie	2n	Fig.	Coleccionista y procedencia
Serie <i>Microphyllae</i>			
<i>T. diffusa</i> Willd.	14		K.38071, PE, Mun. Buique, Cajueiro.
Serie <i>Papilliferae</i>			
<i>T. chamaedryfolia</i> Camb.	26		Carvalho 538, Brasil, BA, Conceição de Feira.
"	26	7	Noblick 3175, Brasil, BA, Feira de Santana.
Serie <i>Canaligerae</i>			
<i>T. caerulea</i> DC.	10		K.38740, Brasil, PI. Bom Jesus, BR-135.
"	10		K.37914, Brasil, GO, BR-153, 18 km N de Colina.
<i>T. surinamensis</i> (Urban) Arbo, nov. comb. ined.	10		K.38751, Brasil, PI, Floriano.
<i>T. scabra</i> Millspaugh (= <i>T. ulmifolia</i> var. <i>intermedia</i>)	10		Barrett 1126, Venezuela, Calabozo, Guarico.
"	10		Araquistain 1354, Nicaragua, dep. Managua, Península de Chiltepe, 9 km SE de Mateare.
"	20		Jiménez 8769, Rep. Dominicana, prov. de la Vega, Loma del Puerto.
<i>T. concinna</i> Arbo	10		Vanni 213, Paraguay, dep. S. Pedro, 31 km de Colonia Guayaibí, ruta 3.
<i>T. Krapovickasii</i> Arbo	10		K. 38858, Bolivia, dep. Tarija, prov. O'Connor, 3 km S de Entre Ríos.
"	10		K.39177, Bolivia, dep. Tarija, prov. Gran Chaco, Villa Montes.
"	10		K. 39099, Bolivia, dep. Tarija, prov. O'Connor, 19 km E de Entre Ríos.
"	10		Ahumada 4549, Argentina, Jujuy, ruta 34 y Puente río Negro III.
"	20		K.36346, Bolivia, dep. S. Cruz, prov. Chiquitos, Roboré.
"	20		Beck 9433, Paraguay, dep. Nueva Asunción. Grl. E.A. Garay 13 km hacia Estigarribia.
"	20		S. 19514, Argentina, Salta, dep. Anta, El Quebrachal.

Cuadro I (continuación)

Especie	2n	Fig.	Coleccionista y procedencia
<i>T. grandiflora</i> (Urban) Arbo	10		K.37471, Paraguay, dep. Villa Hayes, km 249, ruta Trans Chaco.
"	10		K.34262, Paraguay, dep. S. Pedro, 35 km N de San Estanislao.
"	10		A. 386, Argentina, Ctes. dep. Capital, Cambá Punta.
"	10		A.1736, Paraguay, dep. Paraguari, Saltos del Chokoló.
"	10		Fernández 366, Argentina, Ctes. dep. San Cosme, Paso de la Patria.
"	10		Fernández 367, Argentina, Ctes. dep. Empedrado, El Sombrerito, INTA.
"	40		S.21385, Brasil, MT, do Sul, Bela Vista.
<i>T. hermannioides</i> Camb.	10		K. 38729, Brasil, PI, mun. Corrente.
<i>T. aff. coriacea</i> Urban	10		K. 38793, Brasil, BA, 29 km S de Juazeiro.
<i>T. subulata</i> Smith	20		K. 37115, Brasil, Amazonas, Manaus.
<i>T. grandidentata</i> (Urban) Arbo	20		A.1674, Paraguay, dep. Central, margen sur del río Salado.
"	20		A.1774, Paraguay, dep. Paraguari, Saltos del Chokoló.
"	20		S.23981, Paraguay, dep. Cordillera, Cordillera de Altos, Col. Tobaty.
<i>T. angustifolia</i> Miller	30		Barrett 1254, Costa Rica, prov. Guanacaste, Cañas.
<i>T. orientalis</i> (Urban) Arbo	30		A.2121, Argentina, Ctes. dep. Ituzaingó, Villa Olivari ruta 12.
"	30		A.1538, Argentina, Ctes. dep. Capital, puerto Italia.
"	30		A.1497, Argentina, Ctes. dep. Capital, Punta Arazá.
"	30		Cabral 358, Argentina, Misiones, dep. San Ignacio, Teyú Cuaré.
<i>T. ulmifolia</i> L. sensu stricto	30		A.2698, cult. Ctes. semillas procedentes de Miami, Florida, U.S.A.
<i>T. Aurelii</i> Arbo	40		S.23860, cult. Ctes. semillas procedentes de Paraguay, dep. Cordillera, río Salado, camino a Emboscada.

Cuadro I (continuación)

Especie	2n	Fig.	Coleccionista y procedencia
<i>Piriqueta</i>			
<i>P. cistoides</i> (L.) Griseb.	14		K.33384, Brasil, MG, 35 km E de Araxá.
"	14		K.35283, Brasil, SP, Araquara.
"	14		K.37136, Brasil, PA, Santarem.
"	14		K.37833, Brasil, GO, Guripí BR-153.
"	14		Jiménez 9081, Rep. Dominicana, prov. de Santiago, Rincón de Piedra.
<i>P. viscosa</i> Griseb.	14		A.2115, Argentina, Ctes. dep. Ituzangó, Villa Olivari.
"	14		Cristóbal 1706, Argentina, Ctes. dep. Capital, 7 km E de Ctes.
<i>P. aff. duarteana</i> Urban	14	8	K.38735, Brasil, PI, Gilbués.
<i>P. serrulata</i> Urban	14		K.34405, Brasil, MT do Sul, 38 km W de Ribas do Rio Pardo.
<i>P. racemosa</i> (Jacq.) Sweet	14		K.38807, Brasil, BA, Baiza Grande.
<i>P. rosea</i> (Camb.) Urban var. <i>occidentalis</i> Urban	28		K.34428, Brasil, MT do Sul, 85 km de Campo Grande.
<i>P. suborbicularis</i> (St. Hil.) Arbo	28		A.2479, Brasil, RS, rio Camaquá 70 km NE de Bajé BR-153.
<i>P. taubatensis</i> (Urban) Arbo	42		A.2544, Argentina, Misiones, Candelaria.

ploides $2n=14$: *T. pumilea* (Fig. 2), *T. melochioides* y *T. Hassleriana* (Fig. 3), esta última especie tiene además dos poblaciones con citotipo tetraploide, $2n=4x=28$ (Fig. 4). Otras especies estudiadas de esta serie son: *T. lamifolia* $2n=4x=28$; *T. sidoides*, complejo poliploide con cinco subespecies, que presentan diferentes grados de ploidía: ssp. *sidoides* con $2n=28$ (Arbo 2497) y $2n=32$ (Fig. 5), 34 y 39 contados en tres semillas provenientes de un mismo espécimen (Arbo 2435), probablemente sean segregantes de un pentaploide $2n=5x=35$; ssp. *carnea* con $2n=14$, 28 y 42 es decir di, tetra y hexaploides; ssp. *integrifolia* con $2n=14$, 28, 42 y 56 di, tetra, hexa y octoploide; ssp. *holosericea* con $2n=$

28 y 42; ssp. *pinnatifida* con $2n=28$. La especie estudiada con el nivel más alto de ploidía es *T. opifera* con $2n=10x=70$ (Fig. 6).

T. diffusa es una especie diploide ($2n=14$) de la serie *Microphyllae*. Todas las especies mencionadas anteriormente tienen el número básico $x=7$, mientras que *T. chamaedryfolia* de la serie *Papilliferae*, presenta $2n=26$ (Fig. 7), con el número básico $x=13$.

Las especies pertenecientes a la serie *Canaligeræ* poseen el número básico $x=5$. Los resultados hallados en *T. surinamensis*, *T. caerulea*, *T. concinna* (Arbo, 1986), *T. hermannioides* y *T. aff. coriacea* determinan que son diploides ($2n=10$). Se han detectado tres especies con citotipos diploides ($2n=10$) y tetraploides ($2n=20$): *T. subulata* (Arbo y Fernández, 1983), *T. scabra* y *T. Krapovickasii*. En cambio en *T. grandiflora* se hallaron citotipos diploides ($2n=10$) y octoploides ($2n=40$). *T. grandidentata* es una especie tetraploide ($2n=20$), mientras que *T. angustifolia*, *T. orientalis* y *T. ulmifolia* son hexaploides, $2n=30$ y *T. Aurelii*, es octoploide, $2n=40$.

En el género *Turnera*, se analizó el comportamiento meiótico en 2 series: *Leiocarpæ* y *Canaligeræ*. En la serie *Leiocarpæ* el estudio se intensificó en el complejo *T. sidoides*, se analizó una población diploide, 4 tetraploides y 2 hexaploides (cuadro V). En la población diploide, de la ssp. *integrifolia*, Arbo 385 ($2n=14$), el comportamiento meiótico fue regular formando siempre 7 II (Fig. 15) en las 81 células analizadas. En la ssp. *integrifolia* tetraploide ($2n=28$), Arbo 2418, en las 9 células estudiadas había 7 configuraciones diferentes, se encontró por lo menos un tetravalente por célula y hasta un máximo de 6 IV. En la ssp. *carnea*, Arbo 2510 ($2n=28$), se analizaron 84 células, encontrándose 12 configuraciones diferentes, siendo las más frecuentes, células con 8 II + 3 IV y células con 6 II + 4 IV. En la ssp. *holosericea* se estudiaron 2 poblaciones tetraploides: en Arbo 2461 ($2n=28$), se analizaron 21 células, encontrándose 7 configuraciones diferentes, siendo la más frecuente 12 II

+ 1 IV (38%) y en Arbo 2525, se encontraron 6 configuraciones diferentes en 8 células analizadas. Las dos poblaciones hexaploides estudiadas pertenecen a la ssp. *carnea*, en Krapovickas 25847 el 44 % de las células tenía hexavalentes y en Cristóbal 1782 habían hexavalentes (Fig. 17) en 87,5% de las células y en ambos se hallaron 1-7 IV en todas las células.

Cuadro II. Promedio \pm E.S. y variación de las asociaciones cromosómicas en metafase I, en especies de *Turnera* (Serie *Canaligeræ*)

Especie	2n	I	II	IV	NºCMP
<i>T. caerulea</i> K. 38740	10		5		76
<i>T. aff. coriacea</i> K. 38793	10		5		109
<i>T. hermannioides</i> K. 38729	10		5		144
<i>T. surinamensis</i> K. 38751	10		5		51
<i>T. Krapovickasii</i> Ah. 4549	10	0,01 $\pm 0,01$ (0-2)	4,99 $\pm 0,008$ (4-5)		101
<i>T. grandiflora</i> A. 386	10		5		98
<i>T. grandidentata</i> A. 1674	20		10		38
<i>T. orientalis</i> A. 1538	30		15		26
<i>T. ulmifolia</i> A. 2698	30		15		77
<i>T. Aurelii</i> S. 23860	40		19,85 $\pm 0,09$ (18-20)	0,07 $\pm 0,04$ (0-1)	28

Los resultados hallados en el complejo *T. sidoides*, muestran que los tetraploides y hexaploides se comportan citológicamente como autoploiploides. Los tetraploides forman un alto porcentaje de tetravalentes y los hexaploides de hexavalentes. En el octoploide se pudo observar asociaciones cromosómicas hasta octovalentes. Estos autoploiploides presentan diferentes grados de diploidización (cuadro V). De los hexaploides estudiados ($2n=$

42), que pertenecen a la ssp. *carnea*, en Krapovickas 25847, la diploidización es mayor que en Cristóbal 1782; en el primero el promedio de bivalentes es 12,3 mientras que en Cristóbal 1782 el promedio es sólo de 7,87. Entre los tetraploides, el grado de diploidización más alto está en Arbo 2461, con un promedio de bivalentes de 10,66 mientras que en Arbo 2510, el promedio es 6,36.

T. nervosa una especie diploide ($2n=14$) también de la serie *Leiocarpae* presentaba la meiosis regular formando siempre 7 II en todas las células analizadas.

En la serie *Canaligerae* ($x=5$) los diploides ($2n=10$): *T. caerulea*, *T. hermannioides*, *T. aff. coriacea*, *T. grandiflora* (Fig. 9) y *T. surinamensis* presentaban la meiosis regular formando 5 II (cuadro II). El citotipo diploide de *T. Krapovickasii* presentó 5 II en 100 células y en una sólo 2 I + 4 II; en anafase I se encontró una célula con segregación 4-6 y 24 células con segregación 5-5. En el citotipo tetraploide ($2n=20$) de *T. scabra* (Fig. 13) y *T. Krapovickasii* siempre se encontraron tetravalentes en todas las células. Sin embargo en *T. grandidentata*, $2n=4x=20$, todas las células forman 10 II (Fig. 10). En *T. ulmifolia* (Fig. 11) y *T. orientalis*, $2n=6x=30$, todas las células forman 15 II y en *T. Aurelii*, $2n=8x=40$, se observaron 20 II (Fig. 12) en 26 células y 18 II + 1 IV en 2 células.

Lewis *et al.* (1951) encontraron 3 especies de *Delphinium* que poseen citotipos diploides y tetraploides. Dos especies presentaban más poblaciones diploides que tetraploides, en la tercera, el número de poblaciones tetraploides era un poco mayor. El mismo autor (Lewis, 1967) posteriormente concluye que los diploides y sus derivados autotetraploides constituyen una sólo especie, porque hay continuidad genética entre ellos. Arbo y Fernández (1983), llegan a la misma conclusión al estudiar los citotipos diploides ($2n=10$) y tetraploides ($2n=20$) y el híbrido triploide ($2n=15$) en *T. subulata*. En el presente trabajo se ha estudiado otra población autotetraploide (K. 37115) en *T. subulata*, observándose que el grado de diploidización es mayor en las

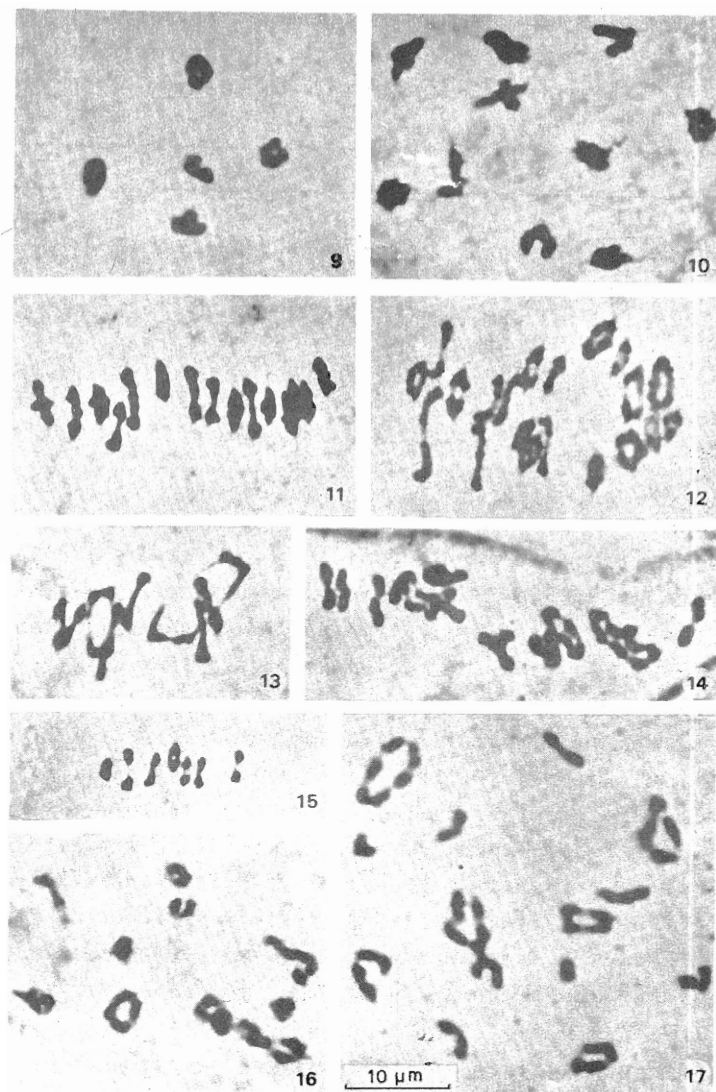


Fig. 9-17. Cromosomas meióticos. 9, *Turnera grandiflora*, 5 II; 10, *T. grandidentata*, 10 II; 11, *T. ulmifolia*, 15 II; 12, *T. Aurelii*, 20 II; 13, *T. scabra* citotipo tetraploide, 5 IV; 14, *T. grandiflora*, citotipo octoploide, 3 VIII + 2 IV + 4 II; 15, *T. sidoides* ssp. *sidoides* (2x), 7 II; 16, *T. sidoides* ssp. *holosericea* (4x), 4 IV + 6 II; 17, *T. sidoides* ssp. *carnea* (6x), 1 VI + 2 V + 3 IV + 6 II + 2 I.

Cuadro III. Promedio \pm E.S. y variación de las asociaciones cromosómicas en metafase I, en citotipos tetraploides de 3 especies de *Turnera* (Serie *Canaligeræ*)

Especie	2n	II	IV	N-CMP
<i>T. scabra</i> J. 8769	20	3,16 \pm 0,71 (0-8)	3,41 \pm 0,35 (1-5)	16
<i>T. subulata</i> K. 37115	20	5 \pm 0,06 (0-8)	2,5 \pm 0,53 (1-5)	8
<i>T. Krapovickasii</i> S. 19514	20	3,37 \pm 0,39 (0-8)	3,31 \pm 0,19 (1-5)	29

estudiadas previamente. *T. scabra* y *T. Krapovickasii* también poseen citotipos diploides ($2n=10$) y tetraploides ($2n=20$); las plantas tetraploides presentaban tetravalentes en todas las células analizadas en metafase I (cuadro III), este comportamiento está indicando que estos citotipos son autotetraploides (Stebbins, 1951). La diploidización en los autotetraploides de estas especies es similar, siendo el promedio de bivalentes de 3,16 y 3,36 respectivamente. La otra especie con dos niveles de ploidía, *T. grandiflora*, posee citotipo diploide ($2n=10$) y octoploide ($2n=40$); la meiosis del diploide es normal, forma 5 II en metafase I, mientras que el citotipo octoploide (cuadro IV) presenta octovalentes en 76% de las células (en la Fig. 14 se observan 3 octovalentes, 2 tetravalentes y 4 bivalentes), por lo que se podría considerar como un autooctoploide.

En *T. subulata*, Arbo y Fernández (1983), encontraron que los tetraploides están más extendidos geográficamente; sobre 12 poblaciones estudiadas, 11 eran tetraploides, Barrett y Shore (1980) informan que en *T. scabra* sobre 7 poblaciones, 6 eran diploides; en esta comunicación se dan a conocer además 2 poblaciones diploides y una tetraploide. En *T. Krapovickasii* sobre 7 poblaciones, 4 son diploides y 3 tetraploides. En *T. grandiflora*

Cuadro IV. Promedio \pm E.S. y variación de las asociaciones cromosómicas en metafase I, en citotipo octoploide ($2n=40$) de *T. grandiflora* S. 21385 (Serie *Canaligerae*)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	N°CMP
0,19	5,14	0,23	2,19	0,09	1,23	0,04	1,47	21
$\pm 0,11$	$\pm 0,48$	$\pm 0,13$	$\pm 0,41$	$\pm 0,06$	$\pm 0,25$	$\pm 0,04$	$\pm 0,22$	
(1-2)	(1-10)	(0-2)	(0-6)	(0-1)	(0-4)	(0-1)	(0-3)	

flora se encontraron 6 poblaciones diploides y una octoploide.

Todas las especies estudiadas de la serie *Canaligerae*, salvo *T. hermannioides* y *T. aff. coriacea*, pertenecían al complejo *T. ulmifolia*, con categoría de variedad. Algunas de estas entidades han sido elevadas a la categoría de especie (Arbo, 1985), teniendo presente los caracteres morfológicos y los datos citológicos presentados en este trabajo, que apoyan y valorizan dicha separación. Por ejemplo *T. grandidentata*, $2n=4x=20$, tiene comportamiento meiótico regular, forma en todas las células 10 II, por lo que sería un alotetraploide, originado por hibridación de dos especies diferentes y posterior duplicación cromosómica, quedando constituido por dos genomios diferentes duplicados. La misma interpretación es válida para *T. ulmifolia*, *T. orientalis* ($2n=6x=30$) y *T. Aurelii* ($2n=8x=40$) que presentan 15 II y 20 II respectivamente en todas las células estudiadas. Estas tres últimas especies serían alohexaploides y alooctoploide respectivamente, aunque en *T. Aurelii* se observaron dos células con 18 II + 1 IV. Este tetravalente puede estar indicando una translocación recíproca o que sea un alooctoploide de índole segmentaria. Por lo expuesto anteriormente, estas entidades biológicas deben pertenecer a diferentes especies.

Es interesante señalar que en un híbrido, *T. subulata* x *T. scabra*, $2n=10$, se encontraron en la misma planta, raíces secundarias con $2n=10$, 20 y 40. Este hallazgo sumado al hecho de que es

Cuadro V. Promedio \pm E.S. y variación de las asociaciones cromosómicas en metafase I, en subespecies de *T. sidoides* (serie *Leiocarpae*)

Subespecie	2n	I	II	III	IV	VI	N•CMP
<i>integrifolia</i> A. 385	14		7				81
<i>integrifolia</i> A. 2418	28	0,22 \pm 0,14 (0-1)	7,33 \pm 1,2 (2-12)	0,22 \pm 0,14 (0-1)	3,11 \pm 0,65 (1-6)		9
<i>holosericea</i> A. 2461	28	0,28 \pm 0,17 (0-3)	10,66 \pm 0,47 (6-14)	0,09 \pm 0,06 (0-1)	1,5 \pm 0,22 (0-4)		21
<i>holosericea</i> A. 2525	28		6,25 \pm 1,25 (2-12)		3,87 \pm 0,61 (1-6)		8
<i>carnea</i> A. 2510	28	0,08 \pm 0,04 (0-2)	6,36 \pm 0,30 (0-14)	0,01 \pm 0,01 (0-1)	3,78 \pm 0,15 (0-7)		84
<i>carnea</i> K. 25847	42		12,33 \pm 1,59 (4-18)		3,11 \pm 0,63 (0-7)	0,44 \pm 0,17 (0-1)	9
<i>carnea</i> C. 1782	42	0,75 \pm 0,41 (0-3)	7,87 \pm 1,12 (3-12)	0,25 \pm 0,16 (0-1)	3,95 \pm 0,59 (1-6)	1,75 \pm 0,45 (0-4)	8

común observar en *Turnera* nuevas plantas a partir de raíces, hace pensar que podría ser uno de los mecanismos para originar autoploidos. Probablemente el citotipo autooctoploide de *T. grandiflora* se haya originado a partir de una raíz secundaria con $2n=8x=40$. Hasta el presente en esta especie no se encontró ningún citotipo con nivel de ploidía intermedio entre el diploide y el octoploide.

Cuadro VI. Fertilidad de polen

Especie	Coleccionista	Nivel de ploidía	%de fert.	Rango de variación
Serie <i>Canaligerae</i> , x=5				
<i>T. scabra</i>	Ar. 1354	2x	94,57	
<i>T. scabra</i>	J. 8769	4x	73,9	48-92
<i>T. subulata</i>	K. 37115	4x	86,75	84-88
<i>T. surinamensis</i>	K. 38751	2x	57,83	38-81
<i>T. Krapovickasii</i>	Ah. 4549	2x	96,7	95-98
<i>T. Krapovickasii</i>	S. 19514	4x	87,7	74-94,3
<i>T. grandiflora</i>	F. 366	2x	95,85	92-99
<i>T. grandiflora</i>	S. 21385	8x	71,76	60-85
<i>T. Aurelii</i>	S. 23860	8x	96,25	94-98
<i>T. orientalis</i>	A. 1538	6x	97	95-99
<i>T. grandidentata</i>	A. 1674	4x	93	90-96
<i>T. aff. coriacea</i>	K. 38793	2x	98,15	98-98,3
<i>T. hermannioides</i>	K. 38729	2x	88,5	72-97,5
<i>T. caerulea</i>	K. 38740	2x	88	86-90
Serie <i>Leiocarpae</i> , x=7				
<i>T. melochioides</i>	K. 38621	2x	93,3	91-95
<i>T. Hassleriana</i>	A. 1735	4x	59	32-74
<i>T. sidoides</i> ssp. <i>carnea</i>	S. 21711	2x	97,5	97-98
" "	A. 2510	4x	74	51-97
<i>T. sidoides</i> ssp. <i>integrifolia</i>	A. 385	2x	89	
" "	A. 2506	4x	62,5	
" "	A. 2418	4x	45	
" "	A. 2487	6x	67,35	65-70,5
" "	A. 2419	8x	75	66-84
<i>T. sidoides</i> ssp. <i>holosericea</i>	A. 2513	4x	94,5	92-97
" "	A. 2478	4x	53,8	53,6-54
" "	A. 2495	6x	87	
<i>T. sidoides</i> ssp. <i>pinnatifida</i>	S. 21648	4x	90	88-92

La fertilidad de polen en los aloploidos (cuadro VI) es elevada como cabría esperar, superior a 93%. Los autotetraploidos tienen una fertilidad también alta, desde 59% en *T. Hassleriana* $2n=4x=28$ hasta 94,5% en *T. sidoides* ssp. *holoseri-*

cea $2n=4x=28$. Entre los autohexaploides la fertilidad de polen varía desde 67,35% en *T. sidoides* ssp. *integrifolia* $2n=6x=42$ y 87% en *T. sidoides* ssp. *holosericea* $2n=6x=42$. En el autooctoploide *T. sidoides* ssp. *integrifolia* $2n=8x=56$, la fertilidad es de 75% y en *T. grandiflora* citotipo octoploide $2n=8x=40$ es de 71,6%. Estos valores son aparentemente altos por tratarse de autoploiploides, pero se podría explicar, porque la mayoría de las gametas probablemente sean fértiles al tener uno o más genomas completos, aún con algunos de los cromosomas repetidos (aneuploides). Sin embargo en la competencia por la fecundación tendrían mayor posibilidad de éxito las gametas euploides que las aneuploides.

Cuadro VII. Niveles de ploidía en poblaciones de *T. sidoides*, $x=7$.

Subespecie	2x	4x	5x	6x	8x
<i>sidoides</i>		1	1?		
<i>holosericea</i>		4		2	
<i>carnea</i>	1	1		2	
<i>integrifolia</i>	1	2		2	1
<i>pinnatifida</i>		2			
Total	2	10	1	6	1
%	10	50	5	30	5

Lewis (1967) analizó 135 plantas derivadas de autotriploides de *Delphinium*, y solamente encontró un aneuploide estéril. Arbo y Fernández (1983), encontraron dos plantas diploides descendientes de un triploide polinizado por diploide en *T. subulata*. En los casos que las gametas aneuploides tuvieran éxito en la fecundación, las semillas resultantes, germinan, pero no progresan más allá del estado de plántulas, como se pudo comprobar en *T. sidoides* ssp. *sidoides*, Arbo 2435 (cuadro I).

Piriqueta

En este género, las cuatro especies previamente estudiadas tienen $2n=14$, *P. glabrescens*, *P. tomentosa* (Lewis et al., 1962), *P. cistoides* y *P. caroliniana* (Ornduff, 1970). En este trabajo se determinó el mismo número cromosómico en *P. aff. duarteana* (Fig. 8), *P. viscosa*, *P. serrulata* y *P. racemosa*. En esta última especie se encontraron raíces con $2n=14$ y $2n=28$. Hasta el presente son 8 especies diploides, 2 tetraploides: *P. rosea* y *P. suborbicularis* y una especie hexaploide, *P. taubatensis* con $2n=42$.

Conclusiones

La alo y autoploidía tuvieron un rol importante en la evolución de las especies de *Turnera* y *Piriqueta*. El 27% de las especies de *Turnera* con el número básico $x=7$ son poliploides. Una de estas especies, *T. sidoides* tiene 5 subespecies, cada una de las cuales está representada con distintos niveles de ploidía; en 20 poblaciones estudiadas, se encontraron únicamente 10% de diploides, 50% de tetraploides, 30% de hexaploides y 5% de octoploides (cuadro VII); todos estos poliploides se comportan citológicamente como autoploidios. En la serie *Canaligerae* con el número básico $x=5$, el 33% de las especies está representada por citotipo diploide y autotetraploide y el 33% por alopoliploides. El género *Piriqueta* posee el número básico $x=7$ y el 25% de las especies son poliploides.

En este trabajo se estudiaron 6 series de las 9 que posee el género *Turnera* (Urban, 1883). En 4 series el número básico es $x=7$ (*Salicifoliae*, *Stenodictyae*, *Leiocarpae* y *Microphyllae*); mientras que en *Canaligerae* es $x=5$. *Papilliferae*, es una serie monotípica, *T. chamaedryfolia* con $2n=26$, por lo que presentaría un número básico derivado, $x=13$, por aneuploidía de una especie con $2n=4x=28$. Con estos datos se podría aventurar

que el número básico más primitivo del género *Turnera* sería $x=7$. A partir de éste se habrían originado las especies con $x=5$ y $x=13$.

Agradecimiento

Deseo expresar mi agradecimiento a la Licenciada María M. Arbo, por la gentileza de haberme facilitado las semillas, por la determinación del material estudiado y por la lectura del manuscrito.

Bibliografía

- Arbo, M.M. 1977. *Adenoa*, nuevo género americano de *Turneraceae*. *Hickenia*, 1 (16): 87–92.
- Arbo, M.M. 1979. Revisión del género *Erblichia* (*Turneraceae*). *Adansonia* ser. 2, 18(4): 459–482.
- Arbo, M.M. 1985. Notas taxonómicas sobre *Turneráceas* sudamericanas. *Candollea* 40: 175–191.
- Arbo, M.M. 1986. Una nueva *Turnera* del Paraguay. *Candollea* 41: 209–211.
- Arbo, M.M. y A. Fernández. 1983. Posición taxonómica, citología y palinología de tres niveles de ploidía de *Turnera subulata* Smith. *Bonplandia* 5(23): 212–226.
- Barrett, S.C.H. 1978. Heterostyly in a tropical weed: the reproductive biology of the *Turnera ulmifolia* complex (*Turneraceae*). *Canadian J. Bot.* 56(15): 1713–1725.
- Barrett, S.C.H. and Shore. 1980. Variation in breeding systems in the *Turnera ulmifolia* complex. Trabajo presentado en el Second International Congress of Systematic and Evolutionary Biology, Vancouver, Canadá.

- Hamel, J.L. 1965. Le noyau et les chromosomes somatiques de *Turnera ulmifolia* L. Mém. Mus. Natl. His. Nat. Sér. B, Bot. 16(1): 3–8.
- Lewis, H. 1967. The taxonomic significance of autopolyploidy. Taxon 16: 267–271.
- Lewis, H.; C. Epling, G.A.L. Mehlquist and C.G. Wyckoff. 1951. Chromosome numbers of Californian *Delphinium* and their geographical occurrence. Ann. Missouri Bot. Gard. 38: 101–107.
- Lewis, W.H., H.L. Stripling and R.G. Ross. 1962. Chromosome numbers for some Angiosperms of the southern United States and Mexico. Rhodora 64(758): 147–161.
- Mroginski, L.A. y A. Fernández. 1979. Cultivo *in-vitro* de anteras de especies de *Arachis* (Leguminosae). Oléagineux 3(5): 243–248.
- Ornduff, R. 1970. Relationships in the *Piriqueta caroliniana*–*P. cistoides* complex (Turneraceae). J. Arnold Arbor. 5: 491–498.
- Raman, V.S. and P.C. Kesavan. 1964. Meiosis and the nature of polyploidy in *Turnera ulmifolia*. J. Indian Bot. Soc. 43: 495–497.
- Stebbins, G.L. 1951. Variation and evolution in plants. 2nd. ed. Columbia Univ. Press. New York.
- Urban, I. 1883. Monographie der Familie der Turneraceen. Jahrb. Königl. Bot. Gart. Berlin 2: 1–152.