

CARIOTIPOS DE ESPECIES DE *TURNERA* (TURNERACEAE)

por VIVIANA G. SOLIS NEFFA¹

Summary

The karyotypes of 6 species of *Turnera* are described. The karyotype of *T. melochioides* (*Leiocarpae*), $2n=2x=14$, is composed by $10m + 4sm$. In *T. grandiflora*, *T. candida*, *T. scabra*, *T. hermannioides* and *T. Joellii* (*Canaligerae*), all with $2n=2x=10$, the karyotype formula is $8m+2sm$. These species may be distinguished by the mean chromosome length, the size and position of satellites and the asymmetry indices. *T. scabra* with autopolyploid cytotype shows shorter chromosomes and more symmetric karyotypes. Previous reports for 6 taxa are confirmed.

Introducción

El género *Turnera* incluye cerca de 100 especies distribuidas en 9 series (Urban, 1883) y es el más estudiado citológicamente de la familia *Turneraceae*. Estudios citológicos realizados en seis series (Fernández, 1987) demostraron que existen tres números básicos; el más frecuente es $x=7$, encontrándose $x=13$ en la serie monotípica *Papilliferae* y $x=5$ en *Canaligerae*. La poliploidía desempeñó un papel importante en la evolución del género, hallándose niveles de ploidía desde $2x$ hasta $10x$ (Raman & Kesavan, 1964; Barrett, 1978; Arbo & Fernández, 1983; Shore & Barrett, 1985; Fernández, 1987). Hasta el momento se conocen los números cromosómicos de 31 especies (Fernández, 1987) y los cariotipos de 16. De éstas, 4 corresponden a *Salicifoliae*, *Leiocarpae* y *Papilliferae* y las 12 restantes pertenecen a *Canaligerae*. Las especies de esta última serie muestran un cariotipo básico haploide formado por $4m + 1sm$, considerado el cariotipo fundamental (Solís Neffa y Fernández, 1993). En este trabajo se estudian cromosómicamente 8 taxones. Se describen por primera vez los

cariotipos de 5 especies diploides y de los citotipos diploide y tetraploide de *T. scabra*, siendo su estudio de importancia dada la gran cantidad de poliploides que presenta el género.

Material y Métodos

El material empleado se cita en la Tabla 1. Los ejemplares testigo se encuentran depositados en el Herbario CTES. Para la obtención de los preparados de mitosis se siguió la técnica detallada en Solís Neffa & Fernández (1993). Se analizaron 10 metafases por especie, estimándose para cada una de ellas los siguientes parámetros:

- Longitud media (LM)
 - Razón promedio entre brazos (AR) = $(b/B)/n$
 - Razón entre la longitud par más corto/par más largo (CL)
 - Volumen cromosómico (VC) = $\text{long. total} \times 2 \times 3,14 \times (\text{ancho}/4)^2$
- b: longitud del brazo corto; B: longitud del brazo largo; n: número de cromosomas.

Los idiogramas fueron realizados sobre la base de las medias de las longitudes de los cromosomas y de los índices centroméricos. La nomenclatura utilizada es la propuesta por Levan *et al.* (1964). La estimación de la asimetría de los cariotipos se obtuvo según la razón pro-

¹ Becaria del CONICET. Instituto de Botánica del Nordeste, C.C.209, (3400) Corrientes, Argentina. Proyecto subsidiado por CONICET y la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNNE.

medio entre los brazos y también según los índices A_1 y A_2 de Romero Zarco (1986). El uso de estos dos índices y su representación gráfica en un diagrama de dispersión, permite realizar comparaciones cuando las diferencias de los cariotipos son muy pequeñas. El primer índice (A_1) mide la asimetría intracromosómica y se calcula mediante la fórmula:

$$A_1 = \frac{1 - \sum \left(\frac{b}{B} \right)}{n}$$

Siendo b y B las longitudes promedio de los brazos cortos y largos, respectivamente, de cada par de cromosomas homólogos; n es el número de pares o grupos de cromosomas homólogos.

El segundo índice (A_2) mide la asimetría intercromosómica y se estima usando el coeficiente de dispersión de Pearson:

$$A_2 = \frac{s}{\bar{x}}$$

s es la desviación típica y \bar{x} la media de la longitud de los cromosomas.

Los parámetros e índices estimados para las especies diploides de *Canaligeræ* fueron comparados mediante análisis de la varianza (ANOVA) luego del test de Bartlett de homogeneidad de las varianzas. Las diferencias entre cada par de medias, fueron calculadas mediante el test de Tukey.

Resultados

En la Figura 1 se muestran las metafases mitóticas y en la Figura 2 los idiogramas de las especies analizadas.

Serie *Leiocarpeæ*. *T. melochioides* Cambess., 2n=2x=14, posee 5 pares metacéntricos y dos pares submetacéntricos (Fig. 2). No se observa-

Tabla 1. Especies estudiadas.

Especie	2n	Coleccionista y Procedencia
<i>Turnera</i>		
Serie <i>Leiocarpeæ</i>		
<i>T. melochioides</i> Cambess.	14	Krapovickas 36653, Bolivia, Santa Cruz
Serie <i>Canaligeræ</i>		
<i>T. grandiflora</i> (Urb.) Arbo	10*	Solís Neffa <i>et al.</i> 42, Argentina, Corrientes.
<i>T. candida</i> Arbo	10*	Hatschbach 56662 bis, Brasil, BA, cult. Corrientes.
«	10*	Hatschbach 56641, Brasil, BA.
<i>T. scabra</i> Millsp.	10	Breedlove 47230, Mexico, Chiapas.
«	20	Barrett 1126, Venezuela, Calabozo.
«	20	Jiménez 8769, Rep. Dominicana, prov. La Vega.
<i>T. subulata</i> Sm.	20*	Arbo 5451, Brasil, BA.
<i>T. Krapovickasii</i> Arbo	10*	Krapovickas & Fortunato 43922, Bolivia, Santa Cruz.
«	20*	Krapovickas 40303, Argentina, Salta.
<i>T. hermannioides</i> Cambess.	10*	Hatschbach 56826, Brasil, BA.
«	10*	Hatschbach 56828, Brasil, BA.
<i>T. Joelii</i> Arbo	10*	Hatschbach 44230, Brasil, BA.
«	10	Barrett & Shore 1373, Brasil, BA.

* Recuentos de nuevas accesiones.

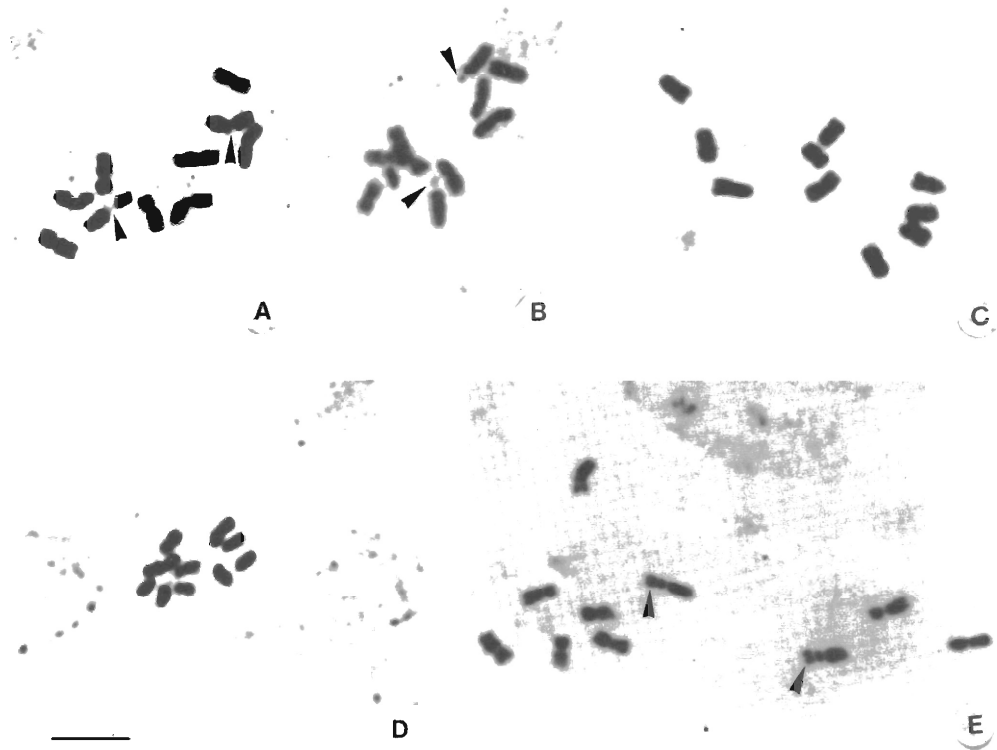


Fig. 1. Metafases mitóticas. A, *T. grandiflora*; B, *T. candida*; C, *T. scabra*; D, *T. hermannioides*; E, *T. Joelii*. Las flechas señalan los cromosomas con satélite. Escala = 5 μm .

Tabla 2. Caracterización numérica de los cariotipos de *Turnera* (Serie *Canaligerae*).

Especie	LM (μ)	CL	AR	A_1	A_2	VC (μ^3)
<i>T. grandiflora</i>	2.98a	0.70a	0.76a	0.23a	0.17ab	9.66a
<i>T. candida</i>	2.55ab	0.75a	0.74a	0.25a	0.19a	9.31a
<i>T. scabra</i>	2.53ab	0.65a	0.81a	0.19a	0.10b	8.48a
<i>T. hermannioides</i>	2.25b	0.72a	0.78a	0.21a	0.12ab	7.58a
<i>T. Joelii</i>	2.37ab	0.69a	0.78a	0.21a	0.11ab	8.28a
F (ANOVA)	4.21**	1.09	0.85	1.41	4.22**	3.56

** $p < .01$

Nota: Los valores de la misma columna seguidos de la misma letra no presentan diferencias significativas. Abreviaturas ver Material y Métodos

ron satélites debido, probablemente, a que los cromosomas son muy pequeños ($LM=1.33 \mu\text{m}$). La razón promedio entre brazos ($AR=0.74$) y los índices de asimetría, $A_1=0.25$ y $A_2=0.28$, indican que es un cariotipo simétrico.

Serie *Canaligerae*. El cariotipo diploide de las cinco especies analizadas está compuesto por $8m + 2sm$, observándose un solo par de cromosomas con satélite, que siempre se encuentra en el brazo corto, aunque varía en

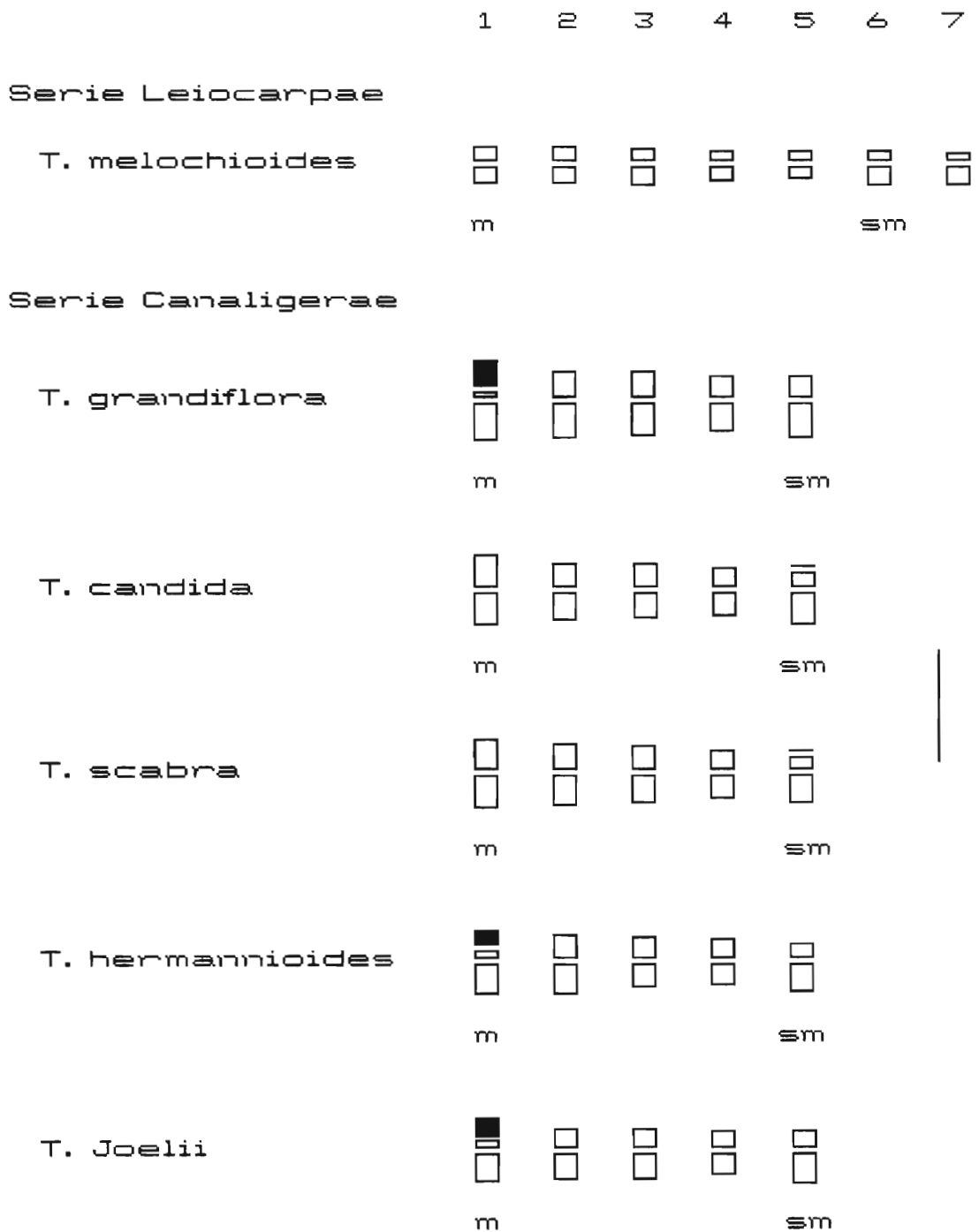


Fig. 2. Idiogramas de *Turnera*. Escala= 5 µm.

tamaño y posición según las especies. *T. candida* Arbo (Fig. 1B) y *T. scabra* Millsp. poseen microsatélite en el par submetacéntrico; *T. grandiflora* (Urb.) Arbo (Fig.1A), *T. hermannioides* Cambess. y *T. Joelii* Arbo (Fig. 1E) macrosatélite en el par 1. El análisis de la

varianza entre las medias de los distintos parámetros e índices resultó ser significativo para la longitud cromosómica media y el índice de asimetría intercromosómica (Tabla 2). Las especies analizadas poseen una longitud cromosómica promedio de 2.53 μm , *T. hermannioides* (LM= 2.25 μm) posee los cromosomas más pequeños y *T. grandiflora* (I.M= 2.98 μm) los más grandes. La razón entre brazos (AR) varía desde 0.74 en *T. candida* a 0.81 en *T. scabra* correspondiendo a la categoría de metacéntricos según Levan *et al.* (1964). Los valores de A_1 obtenidos indican que existe poca variación entre las longitudes de los brazos cromosómicos. El cociente CL y el índice A_2 demuestran que la diferencia de tamaño entre los cromosomas de cada una de las especies es pequeña. *T. scabra* es la única especie aquí estudiada con citotipos diploide, $2n=2x=10$, y tetraploide, $2n=4x=20$. El cariotipo de este último posee $16m + 4sm$, es decir repetido cuatro veces el cariotipo básico haploide. Los cromosomas son más pequeños y el cariotipo es más simétrico.

Discusión y Conclusiones

Las especies de *Turnera* estudiadas muestran cariotipos simétricos y uniformes, siendo sus cromosomas pequeños. La serie *Leiocarpae* ($x=7$) es la más numerosa del género ya que cuenta con 39 especies (Arbo, 1986) sin embargo, sólo se conocen los números cromosómicos de 8 de ellas (Fernández, 1987) y los cariotipos de *T. pumilea* L., $10m + 4sm$ y de *T. Hassleriana* Urb., $12m + 2sm$ (Solís Neffa & Fernández, 1993). Se suma ahora *T. melochioides* que comparte con *T. pumilea* la fórmula cariotípica y el tamaño reducido de sus cromosomas.

La serie *Canaligeræ* ($x=5$) está constituida por aproximadamente 22 especies que se reúnen en dos grupos, diferenciados entre sí por caracteres seminales (Arbo, 1986). Uno de los grupos constituye el complejo *T. ulmifolia* L. (Arbo, 1986), donde se conocen 7 especies diploides, tres con flores blanco-azuladas (*T. caerulea* DC., *T. grandiflora* y *T. candida*) y cuatro con flores amarillas (*T. Krapovickasii* Arbo, *T. concinna* Arbo, *T. scabra* y *T. subulata* Sm.). El otro grupo comprende varias especies tropicales (Fernández & Arbo, 1989), entre ellas *T.*

hermannioides y *T. Joeltii*, ambas de flores amarillas. Las especies de cada grupo, están relacionadas genéticamente entre sí (Arbo & Fernández, 1987). Las 5 especies de *Canaligeræ* aquí estudiadas, como las estudiadas en un trabajo previo (Solís Neffa & Fernández, 1993) muestran el mismo cariotipo básico haploide formado por $4m + 1sm$. No obstante, estos taxones se pueden diferenciar por el tipo y posición de los satélites, por el tamaño relativo de los cromosomas dentro de cada uno de los cariotipos (índice A_2) y por la longitud cromosómica media (LM). En la Fig. 2 se observa que los cariotipos de *T. hermannioides* y *T. Joeltii*, que no pertenecen al complejo *T. ulmifolia* (Arbo & Fernández, 1987), son semejantes al de *T. grandiflora*. Estas especies poseen macrosatélite en el par 1, sin embargo, éste es de menor tamaño en *T. hermannioides*. *T. grandiflora* y *T. joeltii* se diferencian por la longitud cromosómica media y en el índice A_2 . *T. candida* y *T. scabra* también presentan similitudes en sus cariotipos pero difieren en los valores del índice de asimetría intercromosómica (Tabla 2).

Turnera grandiflora presenta citotipos diploide ($2n=2x=10$) y octoploide ($2n=8x=40$). Solís Neffa & Fernández (1993) analizaron una accesión octoploide proveniente del Chaco paraguayo y encontraron que en su cariotipo está representado 8 veces el cariotipo fundamental. Fernández (1987) analizó la meiosis de una accesión proveniente de Mato Grosso observando que citológicamente se comporta como autooctoploide. El cariotipo del citotipo diploide estudiado aquí presenta cromosomas de mayor longitud media y diferencias respecto al tamaño y posición del satélite en relación al octoploide. El diploide posee macrosatélite en el brazo corto del par 1 y el octoploide microsátélite en el brazo corto del par 3 (Solís Neffa & Fernández, 1993). Lo expuesto sugiere la necesidad de analizar más accesiones de ambos citotipos.

Entre las especies de flores amarillas, los datos morfológicos y citológicos (Fernández & Arbo, 1989) indican que *T. subulata* y *T. scabra* son especies muy afines. Los cariotipos confirman estos datos, ambas poseen microsátélite en el par submetacéntrico y los cariotipos más simétricos entre las especies estudiadas (Fig. 3).

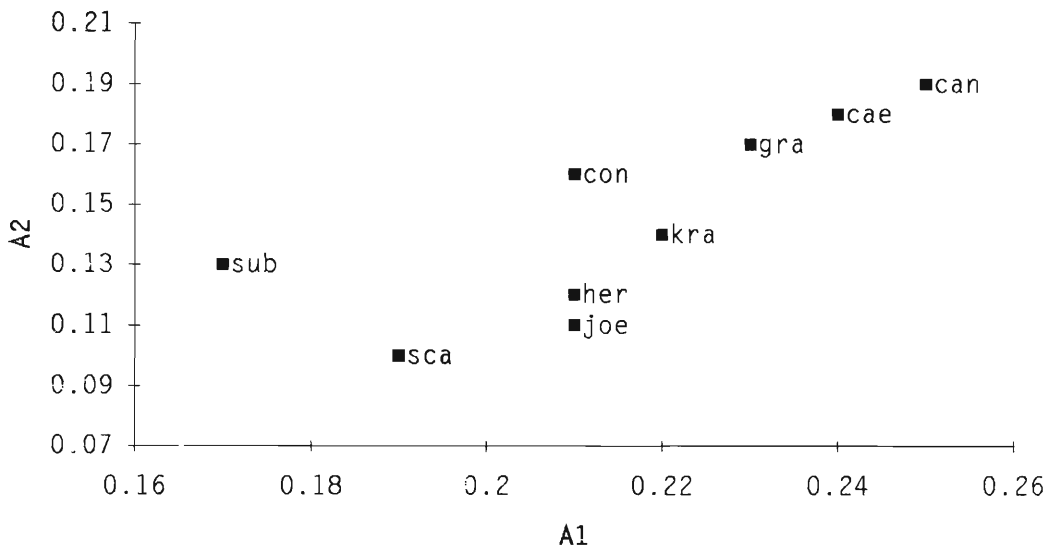


Fig. 3. Diagrama de dispersión. cae, *Turnera caerulea*; can, *T. candida*; con, *T. concinna*; gra, *T. grandiflora*; her, *T. hermannioides*; joe, *T. joelii*; kra, *T. Krapovickasii*; sca, *T. scabra*; sub, *T. subulata*. Los datos de *T. caerulea*, *T. concinna*, *T. Krapovickasii* y *T. subulata* fueron tomados de Solís Neffa & Fernández (1993).

Turnera subulata, *T. Krapovickasii* y *T. scabra* presentan también citotipos 4x. Solís Neffa & Fernández (1993) analizaron los citotipos diploide y autotetraploide de las dos primeras especies y observaron que en los diploides los cromosomas son de mayor longitud pero de menor simetría, conservándose el tipo y posición de los satélites. Los cariotipos de los citotipos 2x y 4x de *T. scabra* confirman lo observado por dichos autores y está de acuerdo con el criterio de Stebbins (1938) de que la poliploidía está correlacionada con una disminución de la longitud cromosómica.

El diagrama de dispersión (Fig. 3) permite realizar comparaciones de variaciones numéricas continuas y detectar cambios pequeños y paulatinos en la evolución de los cariotipos. En él se observa que las especies de flores blanco-azuladas poseen los cariotipos más asimétricos, ocupando la posición más extrema. *T. hermannioides* y *T. joelii* se sitúan en la posición central próximas a *T. concinna* y *T. Krapovickasii* de acuerdo a los valores de A_1 , pero difieren de estas últimas por los valores de A_2 .

Agradecimientos

Deseo expresar mi agradecimiento al Est. Eduardo Porcel y a la Ing. Agr. Silvia Mazza de

Gaiad por su asesoramiento en el análisis estadístico de los datos.

Bibliografía

ARBO, M. M. 1986. Paraguay, centro importante de especiación en las Turneráceas. *Candollea* 41: 212-218.

ARBO, M. M. & A. FERNANDEZ. 1983. Posición taxonómica, citología y palinología de tres niveles de ploidía de *Turnera subulata* Smith. *Bonplandia* 5 (23): 211-226.

——— 1987. Cruzamientos intra e interespecíficos en *Turnera*, Serie *Canaligeræ*. *Bonplandia* 6 (1): 23-38.

BARRETT, S. C. H. 1978. Heterostyly in a tropical weed: the reproductive biology of the *Turnera ulmifolia* complex (*Turneraceae*). *Canad. J. Bot.* 56 (15): 1713-1725.

FERNANDEZ, A. 1987. Estudios cromosómicos en *Turnera* y *Piriqueta* (*Turneraceae*). *Bonplandia* 6 (1):1-21.

FERNANDEZ, A. & M. M. ARBO. 1989. Relaciones genómicas entre cuatro especies diploides de *Turnera* con flores amarillas (Serie *Canaligeræ*). *Bonplandia* 6 (2): 93-109.

LEVAN, A., K. FREDGA & A. A. SANDBERG. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52 (2): 201-220.

RAMAN, V. S. & P. C. KESAVAN. 1964. Meiosis and nature of polyploidy in *Turnera ulmifolia*. *J. Indian Bot. Soc.* 43 (3): 495-497.

ROMERO ZARCO, C. 1986. A new method for estimating karyotype asymmetry. *Taxon* 35 (3): 526-530.

SHORE, J. & S. C. H. BARRETT. 1985. The genetics of distyly

- and homostyly in *T. ulmifolia* L. (*Turneraceae*). *Heredity* 55: 167-174.
- SOLIS NEFFA, V & A. FERNANDEZ. 1993. Estudios cromosómicos en especies de *Turnera* (*Turneraceae*). *Bonplandia* 7 (1-4): 101-118.
- STEBBINS, G. L. 1938. Cytological characteristics associated with the different growth habits in the dicotyledons. *Amer. J. Bot.* 25 (3): 189-198.
- URBAN, I. 1883. Monographie der familie der Turneraceen. *Jahrb. Königl. Bot. Gart. Berlin* 2: 1-152.