

Caracterización cromosómica de especies de Poaceas adventicias del Monumento Natural Tres Cerros, Vallemí, San Lázaro, Concepción, Paraguay.

Ana Clarizza Rivarola Sena¹, Cynthia D. Rivarola Sena¹, Ana Isabel Honfi²

¹Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

²Laboratorio de Citogenética Vegetal Programa de Estudios Florísticos y Genética Vegetal, Instituto de Biología Subtropical, Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales. UNaM.

E mail del autor: anafoxi@gmail.com

Caracterización cromosómica de especies de Poaceas adventicias del Monumento Natural Tres Cerros, Vallemí, San Lázaro, Concepción, Paraguay. Se presentan el inventario y la caracterización cromosómica de las especies de gramíneas adventicias del Monumento Natural “Tres Cerros” de Vallemí – San Lázaro (Concepción, Paraguay). El objetivo del presente estudio ha sido identificar los números cromosómicos gaméticos y esporofíticos, y el nivel de ploidía de las especies de Poaceae. Se registraron siete especies de siete géneros pertenecientes a las subfamilias Chloridoideae y Panicoideae. Se presentan nuevos citotipos para *Megathyrsus máximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs ($2n = 60$) y *Melinis repens* (Willd.) Zizka ($2n = 34$). Se confirmaron guarismos y se presentan los estudios meióticos de *Digitaria bicornis* (Lam.) Roem. & Schult. ($n = 36$, $2n = 72$), *Eleusine indica* (L.) Gaertn. ($n = 9$, $2n = 18$) y *Sorghum sudanense* (Pip.) Stapf ($n = 10$ y $2n = 20$). Los resultados obtenidos son una contribución al conocimiento agrostológico y citológico de la flora del Paraguay.

Palabras claves: Poaceae - especies introducidas- mitosis – números cromosómicos

Chromosome characterization of adventitious Poaceae species from The Natural Monument Tres Cerros, Vallemí, Concepcion, Paraguay. This work presents a list of adventitious Poaceae species from the Natural Monument of Tres Cerros, located at Vallemi City, District of San Lazaro, Department of Concepcion, Paraguay and their chromosome characterization. The aim of the present study was to carry out a cytogenetic survey to define chromosome parameters like somatic and gametic chromosome numbers and ploidy level of Poaceae species. Seven species belonging to seven genera from two subfamilies, Chloridoideae and Panicoideae, were recorded. New cytotypes for *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs ($2n = 60$) and *Melinis repens* (Willd.) Zizka ($2n = 34$) were registered. In the remaining species the chromosome numbers for *Digitaria bicornis* (Lam.) Roem. & Schult. ($n = 36$, $2n = 72$), *Eleusine indica* (L.) Gaertn. ($n = 9$, $2n = 18$) and *Sorghum sudanense* (Pip.) Stapf ($n = 10$ y $2n = 20$), were confirmed. The obtained results are a contribution to the agrostological and cytological knowledge of the Flora of Paraguay.

Key words: Poaceae – introduced species- mitosis – chromosome numbers

INTRODUCCIÓN

La familia botánica Poaceae, es cosmopolita, con cerca de 10.000 especies que forman parte de todos los ecosistemas conocidos (Nicora y Rúgolo de Agrassar, 1987; Edwards, 2011). Su importancia radica en el valor económico de muchas de

sus especies, como cereales, combustibles, alimentos, pasturas naturales, céspedes, entre otras.

En el Paraguay los conocimientos botánicos se basan en principio en los estudios de Hassler, quien menciona 4000 especies para la flora paraguaya y donde el 7% de las mismas corresponden a la familia

de las gramíneas, indicada como una de las más importantes. También, las especies de gramíneas del Paraguay se encuentran registradas en diversas bases de datos internacionales, tratadas en numerosos artículos y libros dedicados a las gramíneas, aunque los estudios de la flora agrostológica paraguaya aun no están concluidos. Existen pocas colecciones botánicas para numerosas especies de gramíneas en Paraguay y se desconocen los números cromosómicos así como el nivel de ploidía y comportamiento meiótico de la mayoría de ellas.

Desde 1931 con el trabajo de Avdulov, se inician los estudios cariosistemáticos y citogenéticos en la familia, los cuales se han ido acumulando hasta la actualidad y han sido de gran utilidad en la citotaxonomía y análisis filogenético de numerosos géneros. En general, la familia se caracteriza por presentar diploides y un elevado número de poliploides, con diversos números básicos, que caracterizan a subfamilias, tribus y géneros. La poliploidía ha jugado un destacado rol en la evolución de la familia y un hecho particularmente importante es la ocurrencia de razas de una misma especie que difieren en el número cromosómico (Myers, 1947; Goldblatt, 1979), hecho que sustenta la realización permanente de nuevos recuentos cromosómicos. Poaceae contiene un porcentaje de especies y citotipos de origen poliploide mayor a cualquier otra familia de angiospermas, tanto alo- como autopoliploides y se considera que más del 80% de sus especies han tenido poliploidía en algún momento de su historia evolutiva (Levy and Feldman, 2002). El tamaño de los cromosomas, el número básico y su conformación han sido los tres caracteres que han sido útiles para caracterizar citológicamente a las subfamilias de

gramíneas (Nicora y Rúgolo de Agrassar 1987).

Los datos cromosómicos sobre procedencias paraguayas de especies de gramíneas se encuentran diseminados en distintos artículos y forman parte de revisiones que tratan especies que en su mayoría se encuentran también en los demás países de América del Sur, (Honfi et al. 1990; Molero et al. 2007, Pozzobon et al. 2008, Hojsgaard et al. 2009) y refieren más que nada a especies nativas de gramíneas. En cada estudio mencionado se han encontrado números cromosómicos nuevos para algunas especies y esta tendencia se podría mantener para el Paraguay sobre todo atendiendo al vacío de información cariológica existente. El valor de disponer de información sobre los números cromosómicos de gramíneas, radica en su importancia como parte de la biodiversidad nativa del país pobremente estudiada y porque son un recurso genético natural estratégico con potencial para su aprovechamiento económico.

Biogeográficamente, el área de estudio pertenece a un enclave geográfico particular, que se corresponde a la unidad fitogeográfica del Cerrado. Además, dada la localización geográfica confluyente de otras ecorregiones, la vegetación de la zona de estudio también posee elementos del Chaco Húmedo y el Pantanal (Mereles et al. 2000; Morales et al. 2006). El cerrado al igual que otras sabanas tropicales está dominado por gramíneas C_4 que aprovechan el clima y acumulan una gran biomasa que se vuelve inflamable en los inviernos largos y secos y contribuyen a los ciclos de incendios que se dan en este bioma (Simón et al. 2009). Los estudios realizados en el Cerrado brasilero revelan que este bioma se caracteriza por una gran diversidad y endemismos y

Poaceae se encuentra entre las familias más destacadas (Filgueiras, 1991). Las especies de gramíneas más importantes en la composición de la flora típica del Cerrado de Brasil, pertenecen a las subfamilias Panicoideae (*Paspalum* L., *Panicum* L., *Axonopus* P. Beauv., *Andropogon* L., *Dichantelium*), Chloridoideae (*Eragrostis* Wolf, *Sporobolus* R. Br.), Aristidoideae (*Aristida* L.) y Bambusoideae (*Filgueirasia* Guala, *Actinocladum* (Nees) McClure ex Soderstr, *Chusquea* Kunth) (Viana y Filgueiras, 2008).

Por otro lado, en términos generales, la producción ganadera en el país se basa en el uso de praderas y pastizales naturales sin embargo, Glatzle & Stosiek (2001), mencionan para el Paraguay, seis especies de gramíneas introducidas importantes para la ganadería, (*Panicum máximum*, *Cenchrus ciliaris*, *Cynodon nlemfuensis*, *Brachiaria brizantha*, *Digitaria eriantha* var. *pentzii*) que son utilizadas como forrajeras, y esta es la causa de expansión más frecuente de especies consideradas exóticas a la flora nativa del Paraguay. Otras son malezas comunes o adventicias naturalizadas propias de ambientes antropizados de Sudamérica, probablemente introducidas hace mucho tiempo puesto que en la actualidad no se las utiliza en cultivos. En este trabajo, se sigue el criterio tomado por Hurrell y Delucchi (2005), quienes entienden por plantas adventicias, en sentido amplio, aquéllas que no son propias del lugar e incluyen plantas en diversas situaciones, desde las ocasionalmente escapadas de cultivo, en un extremo, hasta las naturalizadas invasoras en el otro.

Por las razones expuestas, el objetivo de este trabajo es contribuir con la lista de especies de Poaceae exóticas del Monumento Tres Cerros, (Concepción

Paraguay) y la caracterización cromosómica de las mismas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio es cuali-cuantitativo, observacional, descriptivo de las especies de la familia Poaceae del distrito San Lázaro, Concepción, Paraguay coleccionadas en los alrededores del Monumento Natural “Tres Cerros”, en la localidad de Vallemí del distrito de San Lázaro (Fig. 1). El muestreo de especies de pastos fue dirigido a obtener el mayor número de especies diferentes en el sitio de muestreo y en varios casos se coleccionaron las mismas especies en 2 oportunidades.

Ubicación y límites del área de estudio

El área de estudio se ubica en 22° 15'20.92" S y 57°51'58.84" WO, distrito San Lázaro, departamento Concepción, cercano a la confluencia entre el Río Paraguay y el Río Apa. En dicha localidad se presentan tres elevaciones denominados Tres Cerros, ubicados a 17 km Sur-este de Puerto Vallemí. La altitud varía de 250 a 280 m.s.n.m., y las elevaciones están constituidas por potentes estratos de calizas (Báez, 2007). Parte de los Tres Cerros fue declarada área silvestre protegida bajo dominio público con categoría de Monumento Natural (Ley Nacional 4577/12), con una superficie de 139,8 has (Tabla 1, Figura 1). El área es de naturaleza geológica peculiar, debido a que posee cavernas calcáreas con un gran potencial espeleológico de interés científico y turístico aun poco desarrollado en Paraguay como también, constituye el único afloramiento calcáreo de todo el país, con

Tabla 1. Coordenadas y distancias entre puntos que definen el Área silvestre protegida del Monumento Natural “Tres Cerros” (Fuente: Ley 4577/12)

Punto	Latitud	Longitud	Distancia entre puntos	
1	22°14'54,950''S	57°52'58,650''WO	1 – 2	661,6 m
2	22°14'37,142''S	57°52'45,678''WO	2 – 3	1.872 m
3	22°15'06,696''S	57°51'48,503''WO	3 – 4	661,1 m
4	22°15'25,807''S	57°51'37,923''WO	4 – 5	405 m
5	22°15'27,355''S	57°51'51,974''WO	5 – 1	2.153 m

una vegetación muy particular (Mereles, 2006). En sus alrededores se encuentran propiedades rurales con cobertura boscosa alternada con pastizales entre cerros y planicies.

Colecciones botánicas

Se realizaron colecciones botánicas en 9 puntos diferentes distribuidos a través de las tres cumbres de Tres Cerros y zonas aledañas (Figura 1). Los ejemplares de herbario fueron depositados en el Herbario de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Asunción (FaCEN - UNA) y en el Herbario del Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay (PY). Partes de rizomas coleccionados a campo fueron trasplantadas en macetas (Tabla 3) a los fines de realizar estudios cromosómicos secuenciales. A los fines de contar con una base de datos citogenéticos de las especies de *Poaceae* de Paraguay, también se constataron sinonimias y registros de Bases de Datos disponibles en Internet, tales como la Base IRIS del Instituto de Botánica Darwinion (SI), TROPICOS del Missouri Botanical Garden, CROMOPar, entre otras, como también todas las series de índices de números cromosómicos de plantas.

Los estudios cromosómicos se realizaron en el laboratorio de Citogenética Vegetal del Instituto de Biología Subtropical (IBS, UNaM- CONICET), en Posadas, Misiones, Argentina y dentro del marco del convenio de cooperación científica FACEN UNA – Programa de Estudios Florísticos y Genética Vegetal - FCEQyN - UNaM.

Se realizaron preparaciones a partir de ápices de raicillas pretratadas con solución saturada de alfa-bromonaftaleno por 3 hs a temperatura ambiente. Luego fueron fijadas en etanol absoluto - ácido acético glacial en proporción 3:1 a temperatura ambiente por una noche y conservadas a -20°C hasta su utilización. Se realizaron tres lavados sucesivos de 5 minutos con agua destilada y luego las raicillas fueron hidrolizadas con HCl 1N por 10 minutos a 60°C y se colorearon con fucsina básica (Reactivo de Schiff) durante 4 - 24 horas. El meristema coloreado fue macerado en orceína acética 2%. Los preparados óptimos se hicieron permanentes por el método de congelación con CO₂ (Bowen, 1956) y posterior montaje en Euparal o Depex. Se analizaron al menos unas 10 metafases mitóticas óptimas para determinar el número cromosómico.

Para los estudios meióticos, se utilizaron inflorescencias inmaduras fijadas en etanol absoluto: ácido láctico en proporción 5:1, directamente en el campo. La microsporogénesis se analizó en las células

madres del polen (CMP), obtenidas a partir de una incisión transversal de la antera y luego se la maceró suavemente en una gota de carmín acético al 2%. Posteriormente se aplastó el material y se observó al microscopio óptico. Aquellos preparados con CMP en buen estado se hicieron permanentes con solución de Terpentina de Venecia. Para ello, se agregó una gota de dicha solución en uno de los bordes del cubreobjeto y se facilitó su difusión colocando en el lado opuesto un triángulo de papel de filtro para absorber el colorante. Se dejó secar el medio de montaje por 48 horas o más. Se analizaron las CMP en diacinesis o metafase I a los fines de identificar las asociaciones cromosómicas durante la microsporogénesis. Se analizaron al menos unas 30 células madre del polen en

diacinesis y/o metafase I para analizar las asociaciones meióticas y calcular los valores promedio. También se analizaron las demás etapas de la meiosis, particularmente en términos de comportamiento regular o irregular durante la segregación cromosómica (presencia de cromosomas rezagados o fuera de placa, asincronía en la migración de anafase II y durante la formación de esporadas (presencia de tétrades u otras esporadas).

Los estudios de viabilidad del polen se realizaron siguiendo la técnica de carmín: glicerina (1:1), dejando actuar el colorante durante 48 horas y/o lugol en algunos casos, y se determinó el porcentaje de granos de polen teñidos sobre un mínimo de 1000 granos considerados.

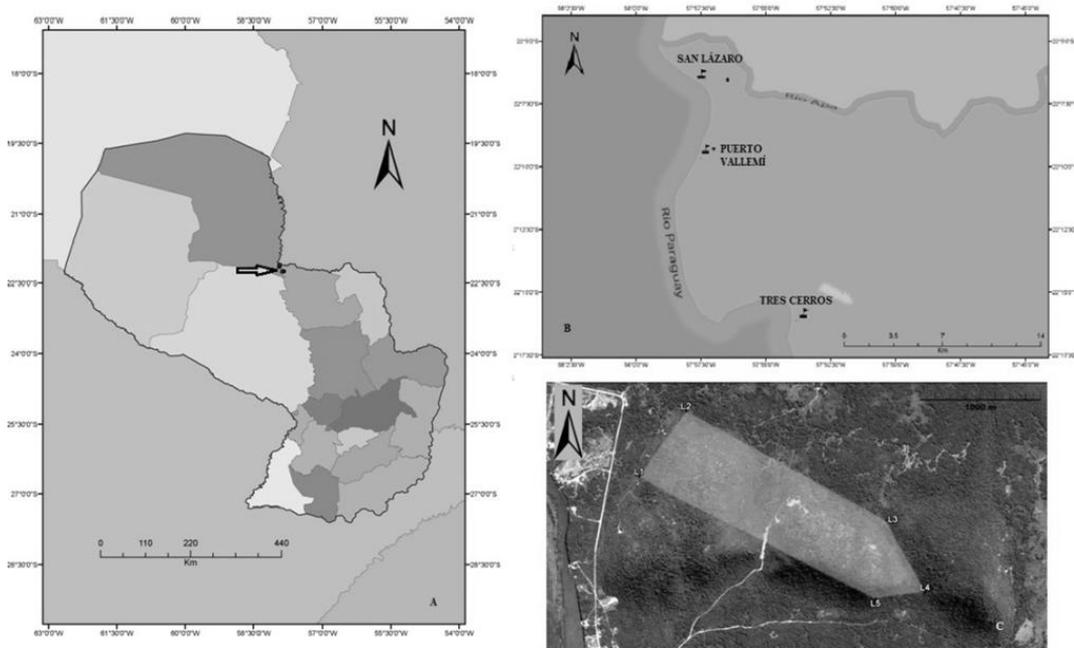


Figura 1. Ubicación del área de estudio. A.- Paraguay. La flecha señala el lugar de estudio. B.- Detalle del distrito de San Lázaro, donde se señala la localidad de Tres Cerros. C.- Imagen donde se delimita el Área Silvestre Protegida.

RESULTADOS Y DISCUSION

Como parte de la elaboración del inventario de gramíneas del monumento natural Tres Cerros y sus alrededores, se coleccionaron siete especies exóticas a la flora de Paraguay que pueden considerarse adventicias a la misma, pertenecientes a siete géneros y dos subfamilias, Chloridoide

y Panicoide respectivamente (Tabla 3). Las Panicoideas poseen la mayor representatividad (57%) (Tabla 2). Las especies introducidas, son escasas en número y variedad sin embargo, ocupan varios sitios y en ocasiones, como en el caso de *Melinis repens* (Willd.) Zizka, abarcan extensas superficies en la localidad.

Tabla 2. Representatividad de géneros y especies encontradas

Subfamilia	Nro. de Géneros (%)	Nro. de especies (%)
Chloridoideae	3 (43%)	3 (43%)
Panicoideae	4 (57%)	4 (57%)

Tabla 3. Lista de las especies adventicias de Poáceas encontradas del monumento natural Tres Cerros, Vallemí, Concepción, Paraguay.

Especie	Sub familia	Referencia	Coord. S	Coord. WO	Altitud (msnm)	Colector Herbario
<i>Sorghum sudanense</i> (Pip.) Stapf.	P	Cumbre II	22°15'02"	57°52'07,3"	129	Rivarola, A., 01 FACEN/PY
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	P	Cumbre II	22°15'02"	57°52'07,3"	129	Rivarola, A., 03 FACEN/PY
<i>Digitaria bicornis</i> (Lam.) Roem. & Schult.	P	Cumbre I	22°15'16,2"	57°51'15,0"	113	Rivarola, A., 18 FACEN/PY
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	C	Cumbre I	22°15'16,2"	57°51'15,0"	113	Rivarola, A., 19 FACEN/PY
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	C	Cumbre I	22°15'16,2"	57°51'15,0"	113	Rivarola, A., 20 FACEN/PY
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	C	Cumbre I	22°15'16,2"	57°51'15,0"	113	Rivarola, A., 21 FACEN/PY
<i>Megathyrus maximus</i> (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs	P	Cumbre I	22°15'16,2"	57°51'15,0"	113	Rivarola, A., 23 FACEN/PY

Referencias: P: Panicoideae, C: Chloridoideae

Los resultados citológicos obtenidos para 5 especies adventicias, se presentan agrupados por subfamilia y en orden alfabético

Chloridoideae

***Eleusine indica* (L.) Gaertner.** Esta especie presentó 9 II en diacinesis y metafase I de todas las CMP analizadas (Tabla 4). Este resultado concuerda con recuentos anteriores realizados por diversos autores (Bhattacharya, 1973; Mysore & Baird, 1997; Bisht & Mukay, 2001; Devarumath et al. 2005). Se trata de una accesión diploide con $2n = 2x = 18$ (Figura 3, A y B) y por primera vez se dispone de información cromosómica para procedencias de Paraguay. Para esta accesión solo el 0,3 % de los granos de polen resultaron viables. Este género reúne a 9-12 especies que se distribuyen en el trópico y subtropico de África, Asia y Sudamérica, cuyo centro de diversificación se encuentra en el Este de África y una sola especie es nativa de Sudamérica, *Eleusine tristachya* (Phillips, 1972). La especie aquí estudiada es cosmopolita, anual y pertenece al grupo de especies diploides del género con $2n=18$ cromosomas con número básico de cromosomas $x = 9$ (Bisht & Mukai 2001).

Panicoideae

***Digitaria bicornis* (Lam.) Roem. & Schult.** Es una especie anual de distribución tropical y subtropical de todo el mundo, que habita en lugares perturbados y es considerada una maleza para diversos cultivos (Caponio & Rua, 2003; Giraldo-Cañas, 2005). Durante la meiosis, se observaron al menos dos tipos de asociaciones cromosómicas. Las CMP

presentaron 36 II ó 30 II + 3 IV en diacinesis y metafase I (Figura 3 C, Tabla 4). El análisis de viabilidad del polen presentó 11% de polen coloreado (Figura 4, A y B). Esta especie posee otros registros anteriores que refieren $2n = 76$ (Reeder, 1984; Sharma & Kaur, 1980 y Caponio & Rua, 2003) y $2n = 54$ (Sinha et al. 1990). Como el número básico propuesto para el género es $x = 9$ (Caponio y Rua, 2003; Vega et al. 2009), la procedencia analizada corresponde a un ejemplar octoploide.

***Megathyrus máximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs.** Esta es una especie alóctona en Paraguay y una de las especies forrajeras más cultivadas en el mundo, conocida como pasto Guinea ó pasto colonial. Presentó comportamiento regular de cromosomas con presencia de 30 II en diacinesis y metafase I (Figura 3, D y E, Tabla 4). Esta especie registró el 0,2% de polen viable, la mayoría de las células se hallaban con el citoplasma colapsado y en menor proporción se hallaron granos vacíos (Figura 4, C y D). Este nuevo número difiere de otros reportados para la especie, cuyos antecedentes señalan 9 II y 26 II (Bir and Sahni, 1986), 16 II (Bir and Singh, 1983, Hoshino and Davidse, 1988; Savidan, 1982; Spies et al. 1991) y 27 II (Bir and Sahni, 1983). También se han señalado números cromosómicos irregulares (Nakagawa and Hanna, 1990; Abha et al. 2003).

***Melinis repens* (Willd.) Zizka.** Es una especie africana naturalizada en Sudamérica e invasora de zonas degradadas sobre todo en los alrededores de canteras. Las CMP presentaron 17 II en metafase I, y en ocasiones 15 II + 1 IV (Figura 3 F y G, Tabla 4). Entre los antecedentes disponibles sobre números cromosómicos de esta especie se encuentran 9 II (Gill et al.1980),

18 II (Gill et al.1980; Spies & du Plessis, 1990). A pesar de la amplitud en la distribución geográfica que esta especie experimenta en todas las zonas degradadas, se registró como en la mayoría de las demás especies un porcentaje muy bajo de granos de polen viables (0,2%) debido a que la mayoría de los granos se hallaban vacíos (Figura 5, A y B).

Un hecho sorprendente e interesante es la falta de estudios cromosómicos en procedencias de Sudamérica para esta especie, puesto que se trata de un taxón muy colonizador y ampliamente distribuido. Este es el primer registro cromosómico para plantas de Sudamérica y nuestros resultados sugieren que se trata de un nuevo citotipo ($2n = 34$) hiperploide para la especie. Esta interpretación se basa en el hecho de que esta especie comprende diploides sexuales y tetraploides apomícticos, y en éstos últimos se ha observado que el comportamiento meiótico durante la microsporogénesis es altamente irregular, con cromosomas rezagados en anafase (Pesim et al. 2010). Además, cabe especular que la reproducción apomíctica al producir semillas de origen

1986; Dujardin, 1979) y 26 II (Sinha et al. clonal, facilitó la persistencia de la condición aneuploide en la población de Tres Cerros.

***Sorghum sudanense* (Pip.) Stapf.** Esta especie es conocida como pasto Sudán y es una forrajera muy utilizada. Durante la meiosis se observó un comportamiento regular de los cromosomas. Las CMP en diacinesis y metafase I presentaron 10 II y ocasionalmente con 8 II + 1 IV. La segregación de los cromosomas en anafase I resultó normal (Figura 3 H). El 65.8% de los granos de polen resultaron viables (Figura 5 C y D). Constituye la única especie con viabilidad de polen elevada entre los taxones analizados. Se trata de una colección diploide, $2n = 2x = 20$ cuyo número básico es $x = 10$ cromosomas. Este resultados concuerda con otros autores quienes estudiaron material de India (Saini et al. 1982), de China (Gao et al. 2002) y de Sudán (Zhao, 2005). También se han registrado poblaciones con $2n = 22$ en ejemplares de Egipto (Mohamed, 1997) y tetraploides $2n = 40$ en otras colecciones (Parvatham and Rangasamy, 2004).

Tabla 4. Número cromosómico ($2n$), asociaciones cromosómicas en meiosis, nivel de ploidía y viabilidad del polen de las especies estudiadas. Referencias: $2n$: numero somático, n : numero gamético, x : nivel de ploidía

Especie	$2n$	Asociaciones meióticas	x	Viabilidad de polen (%)
<i>Digitaria bicornis</i> (Lam.) Roem. & Schult. (Rivarola 18)	72	36II 30II + 3IV	8x	11
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn (Rivarola 19)	18	7II + 1IV 9II	2x	0,3
<i>Megathyrsus máximus</i> (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs (Rivarola 23)	60	30II	--	0,2
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka (Rivarola 3)	34	17II	2x	0,2
<i>Sorghum sudanense</i> (Pip.) Stapf. (Rivarola 1)	20	10II	2x	65,8

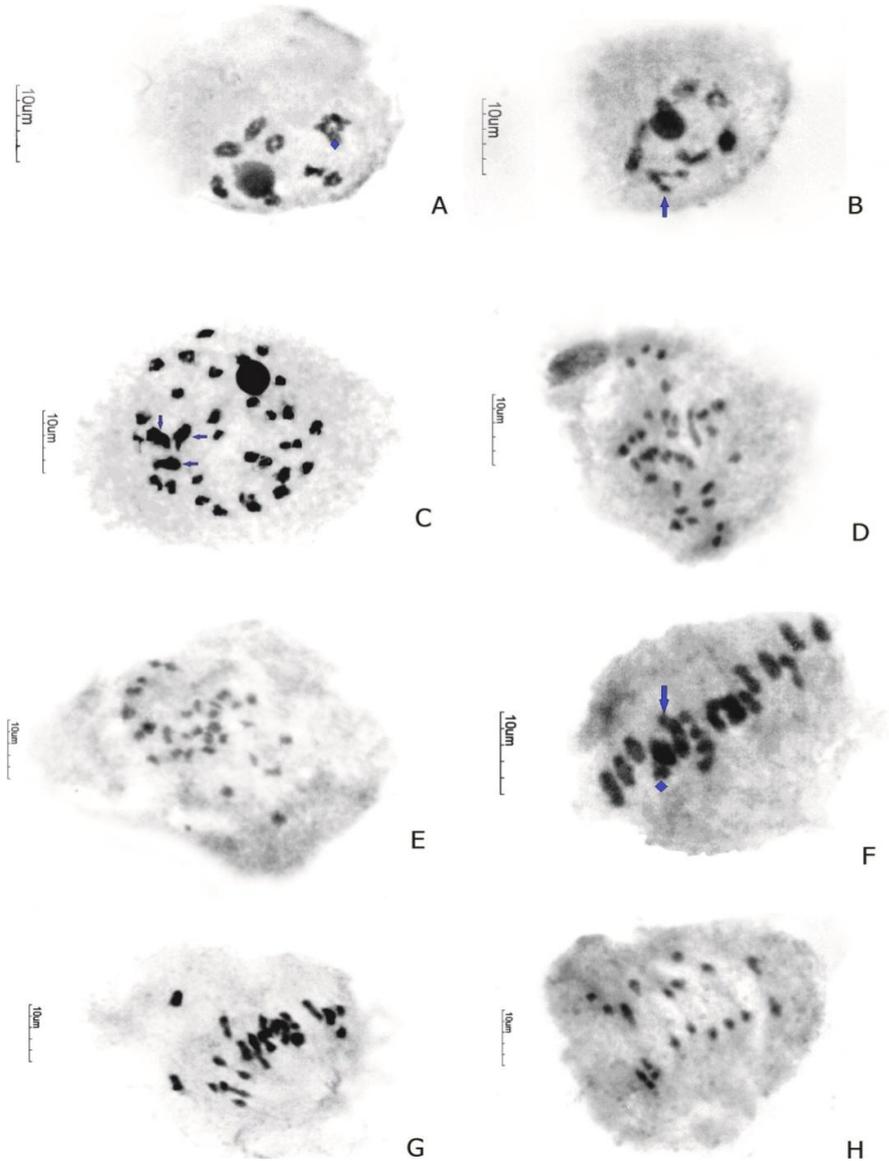


Figura 3. A – B.- *Eleusine indica* (L.) Gaertn. A.- CMP en diacinesis con nucleolo persistente y 9II, el rombo indica un bivalente abierto superpuesto con un bivalente cerrado (Rivarola 19). B. – CMP con 7II y 1IV abierto señalado con la flecha y el nucleolo persistente. C.- *Digitaria bicornis* (Lam.) Roem. & Schult. CMP en diacinesis con el nucleolo que persiste, se observan 30II y 3IV señalados los últimos con flechas (Rivarola 18). D.- E.- *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs D: diacinesis de CMP donde se observan 30II y el nucleolo que persiste en la. E: CMP en diacinesis con 30II, el nucleolo ausente (Rivarola 23). F.-G.- *Melinis repens* (Willd.) Zizka Dos CMP en Metafase I. F: con 15II, dos de ellos superpuestos señalados con un rombo y 11IV señalado por la flecha. G: con 17II iniciando la Anafase I (Rivarola 3). H.- *Sorghum sudanense* (Pip.) Stapf. CMP en Anafase I mostrando la separación regular de 10II (Rivarola 1). La barra indica 10µm.

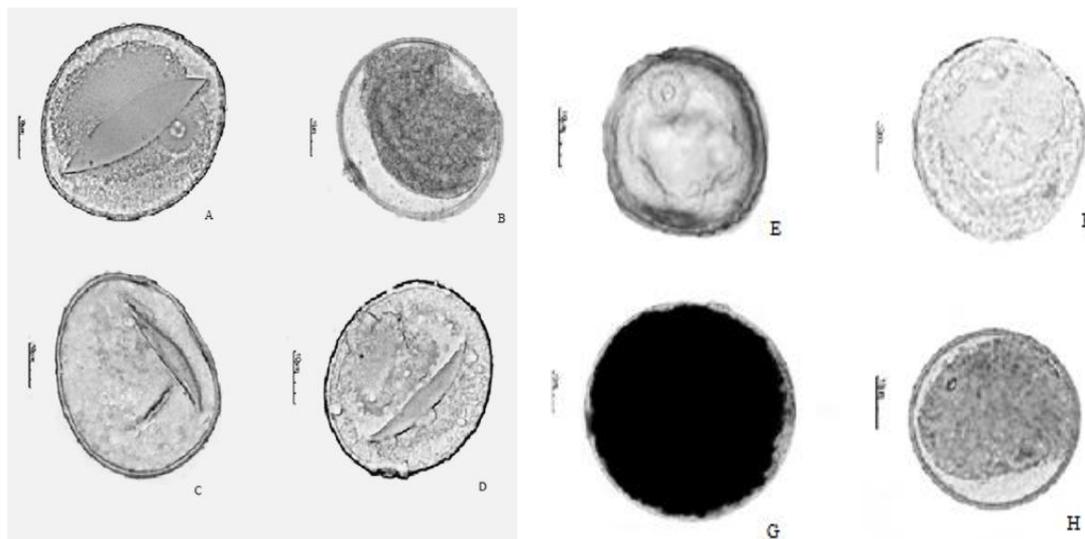


Figura 4. A y B: *Digitaria bicornis* (Lam.) Roem. & Schult. C y D.- *Megathyrsus máximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs polen vacío y grano colapsado respectivamente. E. y F.- *Melinis repens*, grano de polen vacío y polen con citoplasma colapsado, G.- polen viable de *Sorghum sudanense* (Pip.) Stapf., H.- polen colapsado de *S. sudanense* (Pip.) Stapf. Nótese las diferencias en tamaños.

CONCLUSIONES

Se han determinado parámetros cromosómicos de número gamético o somático y nivel de ploidía de 5 especies alóctonas. Tres de las mismas presentan condición poliploide. Los taxones presentan dos números básicos de cromosomas: 10 y 9, y éste último es el más frecuente. Con el estudio se confirma: la octoploidía para *Digitaria bicornis* $2n = 72$ y la condición diploide de *Sorghum sudanense* ($2n = 20$) y de *Eleusine indica* ($2n = 18$), ambas contadas por primera vez en procedencias de Paraguay. Se registraron citotipos nuevos para *Megathyrsus maximus* ($2n = 60$) y *Melinis repens* ($2n = 34$),

La sistematización de estudios en Poaceas del departamento de Concepción resulta de interés dada la poca información

existente y y porque la identificación de especies adventicias, incluso exóticas invasoras agresivas, resultan una herramienta útil para el diseño de planes de manejo de las Áreas Silvestres Protegidas como Tres Cerros, cuya composición florística nativa se ve modificada en el primer estrato por especies consideradas malezas.

AGRADECIMIENTOS

Héctor Riveros, Prof. Dr. Julio Daviña, Lic. Griselda Masó, Guillermo Ferreira, Ing. Luis Alberto Farias, Claudia Pereira, Andrea Caballero, Silvia de Oliveira Lagoa, Karina Cáceres, Leandro Zappani, y Walter Tetzlaff, Luis Marín, Elvio Gayozo, Romina Ecurra, Guillermo Martínez, Nery Fabián Chamorro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abha, J., Zadoo, S.N., Roy, A. Kaushal, K.P. and Malaviva, D.R. 2003. Meiotic System and Probable Basic Chromosome Number of *Panicum maximum* Jacq. Accessions Cytologia 68(1) 7-13 Pp.
- Avdulov, N.P. 1931. Karyosistematische Untersuchungen der Familie der Gramineen. Bull. Appl. Bot. Genet. & Plant breed. Suppl. 43, 428 pp.
- Báez, A. 2007. Geología de las Cavernas de Tres Cerros. Industria Nacional del Cemento (I.N.C.) Gerencia Industrial. Oficina de Materias Primas. Asunción. 1-5 Pp.
- Bhattacharya, B. 1973. Chromosome analysis of some Indian members of the tribe Eragrosteae. J. Cytol. Genet. 7-8: 161-164 Pp.
- Bir, S. S. and Sahni, M. 1983. SOCGI plant chromosome number reports, I. Journal of Cytology and Genetics 18: 60-61 Pp.
- Bir, S.S., Sahni M. 1986. SOCGI plant chromosome number reports – IV. Journal of Cytology and Genetics 1: 152-154 Pp.
- Bisht, M. S. and Mukay Y. 2001. Identification of genome donors to the wild species of finger millet, *Eleusine africana* by genomic in situ hybridization. Breed. Sci. 51: 263-269 Pp.
- Bowen, C. 1956. Freezing by liquid carbon dioxide in making slides permanent. Stain Technol. 31: 90.
- Caponio, I. y Rua, G.H. 2003. Biología reproductiva de *Digitaria bicornis*, una maleza frecuente en los cultivos del nordeste de la Argentina. Rev. Científ. Agropec. 7 (2): 21-27 Pp.
- Devarumath, R. M., S. C. Hiremath, S. R. Rao A. Kumar and Bewal, S. 2005. Genome analysis of finger millet *E. coracana* by interspecific hybridization among diploid wild species of *Eleusine* (Poaceae). Cytologia 70: 427-434 Pp.
- Dujardin, M. 1979. Additional chromosome numbers and meiotic behaviour in tropical African grasses from western Zaire. Canad. J. Bot. 57: 864-876 Pp.
- Edwards, E. 2011. New grass phylogeny resolves deep evolutionary relationships and discovers origins. New Phytologist. New Phytologist (2012) 193: 304-312 Pp.
- Filgueiras, T. S. 1991. A floristic analysis of the Gramineae of Brazil's Distrito Federal and a list of the species occurring in the area. Edinburgh J. Bot. 48: 73-80
- Gao, W. h., Z. s. ZHI, E. h. Zhang, S. x. Wu and Han, J. 2002. Karyotype analysis of chromosomes of two hybrids and their parents in *Sorghum* genus. Grassl. China 24(4): 68-71 Pp.
- Gill, B. S., Bir, S. S., Singhal, V.K. and Bedi, Y. S. 1980 Cytological studies in some grasses from Pachmarhi forests (Central India). J. Cytol. Genet. 15: 51-57 Pp.
- Giraldo-Cañas, D. 2005. Las especies colombianas del genero *Digitaria* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). Caldasia 27(1):25-87. 2005
- Glatzle, A. & Stosiek, D. 2001. Perfiles por País del Recurso Pastura/Forraje. Paraguay. FAO. 13 – 15 Pp.
- Golblatt, P. 1979. Polyploidy in Angiosperms: Monocotyledons. In: W.H.Lewis (Ed.) Polyploidy, Biological relevance, Plenum Publishing Corp. New York. 219 – 240. Pp.
- Hojsgard, DH, Honfi. A. I, G Rua and Daviña, JR. 2009. Chromosome numbers and ploidy levels of *Paspalum* species from subtropical South America

- (Poaceae). *Genet Resour Crop Evol* (2009) 56:533–545.
- Honfi, A. I., Quarin CL & Valls, JFM. 1990. Estudios cariológicos en gramíneas sudamericanas. *Darwiniana*. 30:87–94 Pp.
- Honfi, A. I. 2003. Citoembriología de poliploides impares en el género *Paspalum* L. (Panicoideae: Gramineae). Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, 1–203 Pp.
- Hoshino, T. and Davise, G. 1988. Chromosome numbers of grasses (Poaceae) from southern Africa. I. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 866-873.
- Hurrell, J.A. y Delucchi, G. Iridaceae Ixioidae adventicias en la Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 40 (3-4): 289 - 296. 2005
- Levy, A. and Feldman M. 2002. *Plant Physiology*, December, Vol. 130. American Society of Plant Biologists. 1587–1593 Pp.
- Mereles, F., Aquino, A. L., Owen, R. Clay, R. Palmieri, J. H. Sanjurjo, M. González, F. López, M. J. 2000. Iniciativas transfronterizas para el Pantanal (Paraguay) (Proyecto Cross Border Pantanal, Paraguay). The Nature Conservancy, Fundación para el Desarrollo Sustentable del Chaco. Paraguay. 3- 32 Pp.
- Mereles, F. 2006. Comunidades vegetales asociadas al río. Capítulo 2 en Morales et al. 2006. Guyra Paraguay. Biodiversidad de Río Paraguay. Transbarga Navegación. Asunción. 9 – 15 Pp.
- Mohamed, M. K. 1997. Chromosome counts in some flowering plants from Egypt. *Egypt. J. Bot.* 37(2): 129–156 Pp.
- Molero, J., Daviña, J. R., Honfi, A. I., Franco, D. and Rovira, A. 2007. Chromosome studies on plants from Paraguay II: amended table. *Candollea* 62: 65-68 Pp.
- Morales, C. 2006. Biogeografía del Río Paraguay. Capítulo 1 en Guyra Paraguay. Biodiversidad de Río Paraguay. Transbarga Navegación. Asunción. 9 – 15 Pp.
- Myers, W. M. 1947. Cytology and Genetics of forage grasses. *Bot. Rev.* 13 (6): 319-421 pp.
- Mysore, K. S. and Baird, V. 1997. Nuclear DNA content in species of *Eleusine* (Gramineae): a critical re-evaluation using laser flow cytometry. *Pl. Syst. Evol.* 207: 1–11 Pp.
- Nakawagua H. & Hanna W. W. 1990. Morphology, origin and cytogenetics of a 48-chromosome *Panicum maximum*. *Cytologia*; vol.55: 3. Japan. 471-474 Pp.
- Nicora E. y Rúgolo De Agrassar, Z. (1987). Los géneros de Gramíneas de América Austral. (Argentina, Chile, Uruguay y áreas limítrofes de Bolivia, Paraguay y Brasil). Ed. Hemisferio Sur. 611 pp.
- Paryatham, G. and Rangasamy, S. R. S. 2004. Karyomorphological and phylogenetic studies in different species of *Sorghum* L. Moench. *Cytologia* 69(3): 301–305 Pp.
- Pessim C., Pagliarini, M. S., Jank, L., De Souza Kaneshima, A. M. y Mendes Bonato, A. B.. 2010. Meiotic behavior in *Panicum maximum* Jacq. (Poaceae: Panicoideae: Paniceae): hybrids and their genitors. *Acta Scientiarum, Agronomy* 32 (3):. 417-422.
- Phillips S.M., 1972. A survey of the genus *Eleusine* Gaertn. (Gramineae). *Kew Bull.*, 27: 251-270 Pp.

- Pozzobon, M., Carvalho, Machado, A., Vaio, M., Montenegro, Valls, J.F. Peñaloza, A. Santos, S. Cortes, A. y Rua, G.H. 2008. Cytogenetic analyses in *Paspalum* L. reveal new diploid species and accessions. *Ciência Rural*, v.38, n.5. Santa Maria: 1292-1299 Pp.
- Ramella, L. Perret, P. Soloaga M. y Stauffer, F. 2008. *Catalogus Hasslerianus*. Catálogo de las colecciones de Paraguay y regiones adyacentes hechas por Emil Hassler y otros colectores conservadas en el Conservatoire et Jardin Botaniques de la Bille de Geneve. Parte 2. Flora del Paraguay, serie especial 4, 365pp
- Reeder, J. R. 1984. Chromosome number reports LXXXII. *Taxon* 33: 126–134 Pp.
- Saini, M. L., Paroda, R. S. and Chowdhury, J. B. 1982. Pachytene analysis in si species of *Eu-Sorghum* and their hybrid. *Cytologia* 47: 451–456 Pp.
- Savidan, Y, 1982. Nature et hérédité de l'apomixie. *Travaux et documents de l'ORSTOM*
- Sharma, M. L. and Kaur, S. 1980. In Chromosome number reports LXIX. *Taxon* 29: 706 Pp.
- Sinha, R. R. P., Bhardwaj, A. K. and Singh R. K. 1990. SOCGI plant chromosome number reports IX. *J. Cytol. Genet.* 25: 140-143 Pp.
- Spies, J. J., and Du Plessis, H. 1986. *Chromosome studies on African plants, I. Bothalia* 16: 87-88 Pp.
- Spies, J. J., Van Der Merwe, E., Du Plessis, H., and Saayman, E. J. L. 1991. Basic chromosome numbers and polyploid levels in some South African and Australian grasses (Poaceae). *Bothalia* 21: 163–170 Pp.
- Viana e Filgueiras. 2008. Inventário e distribuição geográfica das gramíneas (Poaceae) na Cadeia do Espinhaço, Brasil. *Megadiversidade. Volumen 4/ N° 1-2. Brasil.* 72 – 88 Pp.
- Zhao, X. J. 2005. Agronomic traits and cytological analysis of F1 of the male sterile Sorghum lines 314A and 13A, and Sudan grass. *Acta Bot. Boreal.-Occid. Sin.* 25