

CARACTERIZACIÓN CARIOTÍPICA Y ANÁLISIS CITOGENÉTICO DE *SETARIA LACHNEA* (POACEAE)

EXNER, E.¹ & CAPONIO, I.²

RESUMEN

Setaria lachnea (Ness) Kunth es una gramínea nativa que se destaca por su producción y calidad forrajera, por lo que es objeto de diversos estudios y evaluaciones agronómicas. Con relación al estudio de diferentes poblaciones del Norte Argentino se confirma el número cromosómico para la especie de $2n=4x=36$, con un proceso meiótico normal, observándose un alto grado de apareamiento cromosómico en la meiosis con un promedio de 17,7 bivalentes por CMP; no se observaron diferencias entre las poblaciones. Para esta especie se establece la siguiente fórmula cariotípica: $14m+4sm$.

Palabras clave: cariotipo, citología, idiograma, *Setaria*.

ABSTRACT

Caryotypic characterization and cytogenetic analysis of *Setaria lachnea* (Poaceae).

Setaria lachnea (Ness) Kunth is a native grass that drafts due to its production and forage quality, and then it is object of several studies and agronomic evaluations. In relation to the study of different populations from Northern Argentina it was confirmed the chromosome number for the species as $2n=4x=36$, with a regular or normal meiotic process, a high degree of meiotic pairing was observed during meiosis with an average of 17,7 bivalent per MCP; no differences amongst populations were detected. The following caryotypic formulae was settled for this species: $14m+4sm$.

Key words: caryotype, cytology, ideogram, *Setaria*.

1.- Facultad de Ciencias Agrarias (UNL), Departamento de Biología Vegetal, Cátedra de Botánica Sistemática Agronómica. 86-Kreder 2805, S3080HOF Esperanza, Santa Fe. Email exner@fca.unl.edu.ar

2.- Facultad de Ciencias Agrarias (UNNE). Instituto de Botánica del Nordeste, Cátedra de Genética y Fitotecnia. Sargento Cabral 2131, 3400 Corrientes, Argentina.

Manuscrito recibido el 1° de septiembre de 2016 y aceptado para su publicación el 22 de septiembre de 2016.

INTRODUCCIÓN

El género *Setaria* P. Beauv. pertenece a la tribu *Panicaceae*, subfamilia *Panicoideae* (Poaceae), e incluye alrededor de 114 especies distribuidas en las regiones tropicales, subtropicales y templadas del mundo (30). Para Sudamérica, se reconocen 43 especies (22), de las cuales 31 crecen en Argentina (20).

Numerosas especies del género *Setaria* que crecen en Sudamérica constituyen excelentes forrajeras naturales, entre ellas, *S. lachnea* («moha perenne») ha sido destacada por su producción y calidad forrajera ((4); (5); (23); (25); (28)).

Setaria lachnea es una especie perenne de ciclo primavero-estivo-otoñal, que posee amplia distribución en Argentina, y que habita desde el nivel del mar hasta los 2250 m s.m., en sitios con un rango de precipitaciones que van desde los 450 a 1300 mm anuales y en una amplia variedad de suelos, aunque no tolera aquellos salinos ((19); (22); (23)).

En relación con las características reproductivas de esta especie, se ha señalado la ausencia de mecanismos de autoincompatibilidad y se postuló que la autogamia sería el sistema reproductivo dominante ((20); (23); (24)). La autogamia también fue señalada para otras especies del género *Setaria* ((3); (6); (12); (13); (16)).

En el género *Setaria*, el número cromosómico básico es $x = 9$ ((7); (15)) y sus especies presentan distintos niveles de ploidía ($4x$, $6x$, $8x$ y $12x$) aunque prevalece el nivel tetraploide ($2n=36$) ((3); (15); (29)), en un alto porcentaje de las especies.

Para *Setaria lachnea* en particular se han registrado $n = 18$ ((8) –bajo *S. argentina*–; (2) –bajo *S. leiantha*–) y $2n = 36$

((1) –bajo *S. argentina*–; (2); (14); – bajo *S. leiantha*–).

El norte de Argentina, noreste de Bolivia, Paraguay, sur de Brasil y Uruguay constituyen un importante centro de especiación del género, debido a la variabilidad observada y a los endemismos presentes (22).

El presente trabajo tiene como propósito establecer si existen diferencias en el nivel de ploidía entre tres poblaciones del noroeste argentino que presentan gran variabilidad morfológica y marcadas diferencias en establecimiento de semillas. Para cumplir con dicho objetivo se realizó la determinación del número cromosómico somático y el análisis del comportamiento meiótico de dichas poblaciones. Por primera vez se presenta la caracterización cariotípica para esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron materiales correspondientes a tres poblaciones mantenidas en cultivo en el Campo Experimental de la FCA-UNL, cuyas procedencias corresponden a las provincias de Santiago del Estero, Tucumán y Salta (Tabla 1).

Cada población estudiada se identifica con el número correspondiente a la colección de la planta testigo, las cuales se hallan depositadas en el herbario SF de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNL, bajo los siguientes números: Pensiero 6221, Pensiero 6227 y Pensiero 6242.

Los recuentos cromosómicos se realizaron en ápices de raicillas tratadas en solución saturada de alfa bromonaftaleno durante 2,30 h, sin fijación previa y teñidas mediante la técnica de Feulgen (10).

Sobre las fotografías realizadas (10 placas metafásicas) se estudiaron el tamaño absoluto, morfología y características de cada dotación cromosómica y se confeccionó el cariotipo de esta especie, estimándose los siguientes parámetros morfométricos: longitud brazo corto (s); longitud brazo largo (l); longitud total de cada cromosoma (c), donde $c = s+l$; longitud cromosómica promedio (LM); longitud total del cariotipo (LTC); rango cromosómico; índice centromérico (IC), donde $IC = 100 \text{ s/c}$ y razón promedio entre brazos (AR) = $(s/l)/n$. La nomenclatura que se usó para la descripción del cariotipo es la propuesta por (11).

La convención utilizada es la siguiente: Índice centromérico (brazo corto x 100/ largo total del cromosoma) = $m = 50-37,5$; $sm = 37,5-25$; $st = 25-12,5$; $t = 12,5-0$.

Los distintos tipos morfológicos de los cromosomas fueron determinados siguiendo la bibliografía ((17); (18)), así como la determinación de los índices de simetría del cariotipo (26).

Para los estudios meióticos, inflorescencias jóvenes fueron fijadas en una solución de alcohol: ácido acético en una proporción 3:1 durante 24 horas, posteriormente se conservaron en etanol 70 % a 4° C. Las espiguillas con anteras en división meiótica se colorearon con reactivo de Schiff, y se reforzó la coloración con carmín acético.

Las fotografías se tomaron en un microscopio Leica DM 2500 y fueron digitalizadas. Únicamente se les modificó el brillo y contraste para esta publicación.

RESULTADOS

En las 25 plantas estudiadas, se contaron $2n = 36$ cromosomas (Fig.1 A y B), número informado previamente reportado por (1) –bajo *S. argentina*–; ((2); (14)), –ambos bajo *Setaria leiantha*–. No se observaron diferencias en el número cromosómico entre plantas de las diferentes poblaciones.

El tamaño absoluto medio de los cromosomas oscila en las diferentes poblaciones estudiadas entre 6,5 μm para el par mayor y 3 μm para el par menor, siendo el valor medio de 4,25 μm .

El cariotipo presenta 14 pares de cromosomas metacéntricos y cuatro pares de cromosomas submetacéntricos (Fig 1 C y D). Se observó un sólo par de cromosomas con satélite, que siempre se encuentra en el brazo corto del par 17.

El análisis de la varianza entre las medidas de los distintos parámetros no es significativo ($p > 0,05$) para la longitud cromosómica media y el índice de asimetría intercromosómica.

Tabla 1. Procedencia de las poblaciones analizadas.

Población	Plantas selectas	Provincia	Departamento, localidad	Altitud (m s.m.)	Coordenadas geográficas
6221	8	Santiago del Estero	Aguirre, Malbrán	81	29° 21' S 62° 27' W
6227	9	Tucumán	Trancas, Vipos	795	26° 29' S 65° 21' W
6242	8	Salta	Chicoana, Escoipe	2250	25° 06' S 65° 38' W

El grado de asimetría del cariotipo corresponde a la clase A1 = 0,25 y A2 = 0,21 (26), presentando esta especie un cariotipo simétrico con una fórmula cariotípica $14m + 4sm$.

El análisis de la meiosis de un total de 701 células madres del grano de polen (CMP) estudiadas en diacinesis y metafase I en plantas de las tres poblaciones (Tabla 2), mostró que las asociaciones cromosómicas más frecuentes fueron bivalentes (Fig. 2 A y B), con un promedio de 17,7 bivalentes y 0,33 univalentes por CMP, siendo el 93 % de los bivalentes cerrados. Solamente en el 11,26 % de las CMP estudiadas se observó la presencia de un par de univalentes.

En anafase I y telofase I se observó una segregación y distribución normal de los cromosomas ($18 + 18$) (Fig. 2 C y D). No se

observaron cromosomas rezagados, puentes ni micronúcleos; tampoco se hallaron irregularidades en la segunda división meiótica.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los recuentos cromosómicos realizados en este trabajo indican que las tres poblaciones están constituidas por individuos con un único citotipo tetraploide ($2n = 4x = 36$ cromosomas), y se confirman así, resultados obtenidos por otros autores ((1); (2); (8) y (14)).

Las plantas analizadas de las tres poblaciones tetraploides presentan un cariotipo simétrico con una fórmula cariotípica de $14m + 4sm$. Si bien previamente se informó

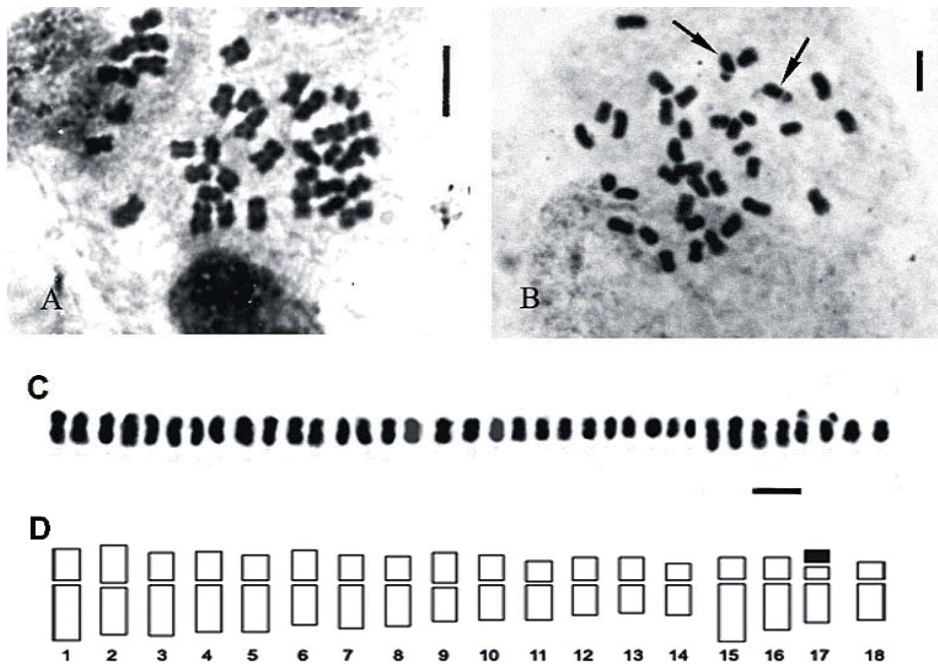


Figura 1: Metafases mitóticas en *Setaria lachnea* (A, población 6221 y B, población 6242). C, cariotipo. D, Idiograma
Barra: 10 μ m. Las flechas señalan los cromosomas con satélites.

la presencia de satélites para esta especie, no se caracterizó el complemento cromosómico (14), por lo que es la primera vez que para la misma se realiza un análisis de la morfología de los cromosomas.

Las tres poblaciones estudiadas no presentaron diferencias en el número cromosómico, ni en el comportamiento meiótico de las mismas.

Tabla 2. Promedios y rangos de variación de las asociaciones cromosómicas observadas en diacinesis y metafase I, en 25 plantas de tres poblaciones de *Setaria lachnea*.

Nº de identificación de la Población	Nº de plantas estudiadas	Nº de células analizadas CMP	Asociaciones cromosómicas y rangos de variación (diacinesis y metafase I).	
			I	II
6221	8	258	0.27 (0-2)	18.85 (16-18)
6227	9	208	0.31 (0-2)	17.84 (16-18)
6242	8	234	0.41 (0-2)	17.79 (16-18)

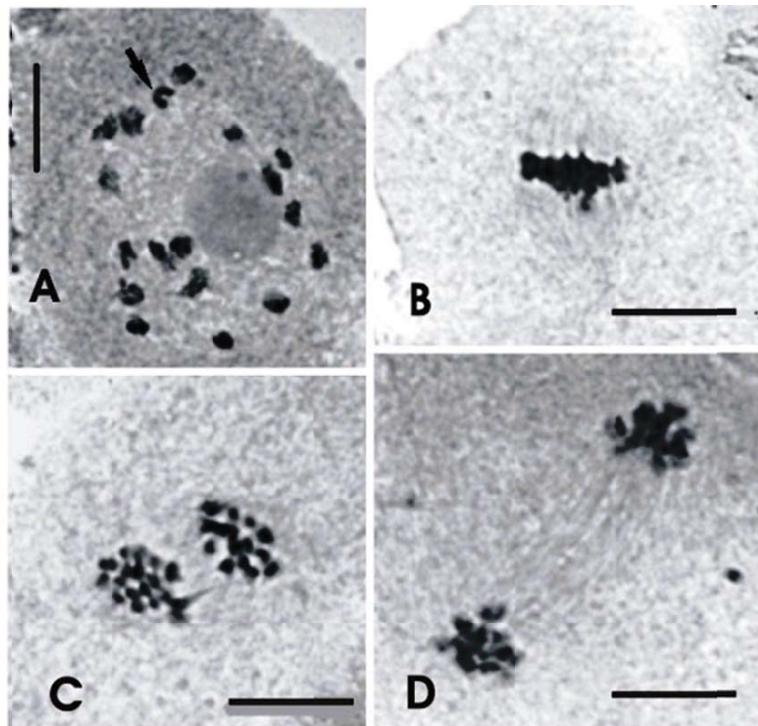


Figura 2: Divisiones meióticas en *Setaria lachnea*. A, Diacinesis 17 bivalentes cerrados y 1 abierto (flecha). B, final de metafase I. C, anafase tardía y D, telofase.
Barra: 10 μ m

Todas tienen un alto grado de bivalentes, con un promedio que varió entre 18,85 y 17,18 por CMP, la segregación normal, ausencia de cromosomas rezagados y micronúcleos.

Sobre la base de criterios citológicos tradicionales estos datos permiten estimar el grado de similitud de los genomas presentes en esta especie; indicando que ésta tiene un probable origen alopoloide, como fuera sugerido previamente (27).

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi sincero reconocimiento por el valioso asesoramiento y dirección en las primeras etapas de este trabajo del Dr. Carlos A. Naranjo †. Agradecemos al Dr. Pablo Tomas por su ayuda en la realización de preparados; al Dr. José F. Pensiero por proveer los materiales vegetales y por la lectura crítica del manuscrito; a la Dra. Lidia Poggio por la lectura crítica del manuscrito; al Instituto Fitotécnico de Santa Catalina y al Instituto de Botánica del Nordeste por brindarnos el espacio y los elementos para trabajar.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- BOWDEN, W. M. Y SENN, H. A. 1962. Chromosome numbers in 28 grass genera from South America. *Canadian Journal of Botany* 40:1115-1124.
- 2.- CÁCERES, M. E. Y MAZZUCATO, A. 1995. Cytological and embryological studies in *Setaria cordobensis* Herrmann and *Setaria leiantha* Hackel (Poaceae). *Caryologia* 48 (3-4):255-263.
- 3.- CAPONIO, I. Y PENSIERO, J. F. 2002. Comportamiento citológico y reproductivo de *Setaria pflanzii* (Poaceae). *Darwiniana* 40 (1-4):17-23.
- 4.- COVAS, G. 1978. Forrajeras indígenas, especies que requieren un plan de conservación de germoplasma. *Ciencia e Investigación* 34:209-213.
- 5.- COVAS, G. Y FRECENTESE, M. 1983. *Setaria leiantha* Hackel, un pasto nativo para integrar pasturas perennes en la región semiárida. *Agrarius* 1:16-17.
- 6.- DEKKER, J. 2003. Evolutionary biology of the foxtail (*Setaria*) species-group. In: Inderjit (ed.). *Weed Biology and Management*, 65-114.
- 7.- EMERY, W. H. P. 1957. A Study of reproduction in *Setaria macrostachya* and its relatives in the South-Western United States and Northern Mexico. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 84:106-121.
- 8.- GUPTA, P. K. Y SINGH, R. V. 1977. Variations in chromosomes and flavonoids in *Setaria Beauv.* *Nucleus* 20:167-171.
- 9.- INFOSTAT. 2006. Versión p.2. Software estadístico InfoStat. Grupo Infostat. Estadística y Biometría. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba (FCA. UNC).
- 10.- JONG, K. 1997. Laboratory manual of plant cytological techniques. Royal Botanic Garden, Edinburgh.
- 11.- LEVAN, A.; FREDGA, K. Y SANDBERG, A. A. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52:201-220.
- 12.- LI, H.W.; LI, C. H. Y PAO, W. K. 1945. Cytological and genetical studies of the interspecific cross of the cultivated foxtail millet, *Setaria italica* (L.) Beauv., and the green foxtail millet *S. viridis* (L.) Beauv. *Journal American Society of Agronomy* 37:32-54.

- 13.- **MACVICAR, R. M. Y PARNELL, H. R.** 1941. The inheritance of plant colour and the extent of natural crossing in foxtail millet. *Scientia Agricola* 22:80-84.
- 14.- **MANERO DE ZUMELZÚ, D. Y OCHOA DE SUÁREZ, B.** 1991. Número cromosómico de *Setaria leiantha* (Poaceae). *Agriscientia* VIII:79.
- 15.- **MEHRA, P. N. Y SHARMA, M. L.** 1975. Cytological studies in Some Central and Eastern Himalayan grasses II. The Paniceae. *Cytologia* 40:75-89.
- 16.- **MULLIGAN, G. M. Y FINDLAY, J. N.** 1970. Reproductive systems and colonization in the canadian weeds. *Canadian Journal of Botany* 48:859-860.
- 17.- **NARANJO, C. A.; POGGIO, L. Y BRANDHAM, P. E.** 1983. A practical method of chromosome classification on the basis of centromere position. *Genetica* 62:51-53.
- 18.- **NARANJO, C. A.; POGGIO, L. Y BRANDHAM, P. E.** 1986. A new template for direct morphological classification of chromosomes. *Darwiniana* 27 (1-4):39-41.
- 19.- **PENSIERO, J. F.** 1993. Notas sobre el género *Setaria* (Poaceae: Paniceae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 29 (1-2):53-66.
- 20.- **PENSIERO, J. F.** 1995a. *Setaria* en Paniceae, parte a, Fascículo 12, parte 1, Flora Fanerogámica Argentina PROFLORA-CONICET 19: 98-115.
- 21.- **PENSIERO, J. F.** 1995b. Sinopsis morfológica y taxonómica de las especies sudamericanas del género *Setaria* (Poaceae, Paniceae). Tesis doctoral. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- 22.- **PENSIERO, J. F.** 1999. Las especies sudamericanas del género *Setaria* (Poaceae, Paniceae). *Darwiniana* 37 (1-2):37-151.
- 23.- **PENSIERO, J. F.; MARINO, G. D. Y SCHRAUF, G. E.** 1995. Características reproductivas de *Setaria lachnea* (Nees) Kunth (Poaceae, Paniceae). *Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Buenos Aires* 15 (1):59-66.
- 24.- **PENSIERO, J. F.; GUTIÉRREZ, H. F. Y EXNER, E.** 2005. Sistema de polinización y su efecto sobre la producción y el peso de semillas en nueve especies sudamericanas del género *Setaria*. *Interciencia. Revista de Ciencia y Tecnología de América. Venezuela.* 30 (8):495-500.
- 25.- **ROBATNIKOF, C. M.; HERNÁNDEZ, O. A; STRITZLER, N. P; GALLARDO, M.; FUNES, E. Y VILLAR, C. A.** 1986. Evaluación de especies forrajeras estivales en la región pampeana semiárida. Determinación de pared celular, lignina y desaparición de materia seca en bolsitas de *Bothriochloa intermedia*, *Eragrostis curvula*, *Digitaria eriantha*, *Panicum antidotale* y *Setaria leiantha* bajo condiciones de diferimiento. *Revista Argentina de Producción Animal* 6:47-56.
- 26.- **ROMERO ZARCO, C.** 1986. A new method for estimating cariotype symmetry. *Taxon* 35:526-530.
- 27.- **SINGH, R. V. Y GUPTA, P. K.** 1977. Cytological studies in the genus *Setaria* (Gramineae). *Cytologia* 42:483-493.
- 28.- **SCHULZ, A. G.** 1962. Plantas forrajeras indígenas del Chaco. *Est. Exp. Agrop. INTA Colonia Benítez. Folleto* 4. 24 p.
- 29.- **WATSON, L. Y DALLWITZ, M. F.** 1992. *The grass genera of the world.* CAB International, University Press, Cambridge. 1038 p.
- 30.- **WEBSTER, R. D.** 1993. Nomenclatura of *Setaria* (Poaceae: Paniceae). *Sida* 15:447-489.