

# CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS DE *Setaria lachnea* (Nees) Kunth (Poaceae, Paniceae)

J. F. PENSIERO,<sup>1</sup>; G. D. MARINO<sup>1</sup> y G. E. SCHRAUF<sup>2</sup>

Recibido: 14/12/93

Aceptado: 10/07/95

## RESUMEN

Se analizan características reproductivas de *Setaria lachnea* (Nees) Kunth, como contribución al conocimiento de esta promisoriosa especie forrajera. En tal sentido, se estiman en tres poblaciones procedentes de Santa Fe, La Pampa y Jujuy: la producción de cariopses bajo condiciones de polinización libre y forzada, el peso de espiguillas, el grado de cleistogamia y el comportamiento germinativo. Las poblaciones analizadas mostraron rasgos destacables como productoras de cariopses y se diferenciaron entre sí a través de sus características reproductivas. Las plantas procedentes de La Pampa mostraron mayor peso de mil espiguillas y mayor número de espiguillas biseminadas. La población de La Pampa y de Santa Fe difirieron de la de Jujuy en el número de espiguillas con cariopse y en el número de cariopses por espiguilla, mientras que la población de Santa Fe presentó un mejor comportamiento germinativo. La formación de cariopses en las inflorescencias tapadas da la pauta de la ausencia de autoincompatibilidad en *Setaria lachnea*. La presencia de cleistogamia se mostró asociada a: mayor número de espiguillas con cariopse, mayor número de espiguillas biseminadas, mayor peso de mil espiguillas, y a un mejor comportamiento germinativo. Estas asociaciones refuerzan la ausencia de autoincompatibilidad. La población de La Pampa mostró un mayor grado de cleistogamia, pudiendo explicarse esta característica como un mecanismo que asegura la reproducción en ambientes áridos.

**Palabras clave:** características reproductivas, *Setaria lachnea*

## REPRODUCTIVE CHARACTERISTICS OF *Setaria lachnea* (Nees) Kunth

### SUMMARY

Reproductive characteristics of *Setaria lachnea* (Nees) Kunth were analyzed to enhance the knowledge about this promissory forage plant. In this sense, seed set under open pollination and forced self-pollination, spikelet weight, cleistogamy degree and germination behaviour were estimated in three plant populations from Santa Fe, La Pampa and Jujuy. These populations showed good features as seed producers and devoted different reproductive characteristics. Plants from La Pampa showed higher spikelet weight and two-seeded spikelet number. La Pampa and Santa Fe populations differed with Jujuy population in seed set and caryopsis number, while Santa Fe population showed the best germination behaviour. caryopsis in enclosed inflorescence suggest self-incompatibility absence in *Setaria lachnea*. Higher cleistogamy degree was associated with higher spikelet establishment number, higher two-seeded spikelet number, higher spikelet weight and better germination behaviour. This last association point out self-incompatibility absence. La Pampa population showed the highest cleistogamy degree which should be explained as a mechanism of reproductive assurance in arid environments.

**Key words:** reproductive characteristics, *Setaria lachnea*

### INTRODUCCION

*Setaria lachnea* (Nees) Kunth (Sin.: *Setaria leiantha* Hackel), comúnmente conocida como "cola de zorro grande", "sorgo del monte", "avena del monte", "pasto setaria", es una especie nativa

de la Argentina donde se encuentra ampliamente distribuida. Habita una extensa franja que va desde el límite norte, donde crece hasta los 2250 m s.m., hasta la provincia de La Pampa y penetra hacia el oeste en las áreas con unos 450 mm anuales de

<sup>1</sup>Cátedra de Botánica II, Facultad de Agronomía y Veterinaria (Trabajo realizado con subsidio del Programa C.A.I.+D., Univ. Nac. del Litoral) . Luis Kreder 2805, 3080 Esperanza, Santa Fe.

<sup>2</sup>Cátedra de Forrajicultura, Facultad de Agronomía (Univ. Nac. de Buenos Aires). Av. San Martín 4453, 1417 Buenos Aires.

precipitaciones, mientras que hacia el este se encuentra en la Mesopotamia, donde crece en las provincias de Entre Ríos, Corrientes y Misiones (Pensiero, 1993).

Esta especie generalmente se encuentra asociada a vegetación leñosa pero también crece en pastizales abiertos. Forma extensas colonias o crece en matas aisladas; se caracteriza por ser un pasto perenne que vegeta en el período libre de heladas, cespitoso, muy macollador, con una buena prontitud en el movimiento de crecimiento, muy plástico en cuanto a tipos de suelos, aunque no tolera los salinos o sódicos. Fructifica abundantemente durante el verano, y sus "semillas" -cariopse con sus glumelas y glumas-, poseen una notable persistencia en la panoja una vez alcanzada su madurez (Covas y Frecentese, 1983).

Por sus cualidades forrajeras, Covas (1978) aconsejó su conservación en bancos de germoplasma. Covas (1981), Covas y Frecentese (1982, 1983) comentan las características forrajeras de esta especie y recomiendan su domesticación e introducción al cultivo, señalando que su forraje es de buena calidad hasta el inicio de la floración, con un contenido de proteína bruta generalmente superior al 15 %, y un rendimiento en materia seca que puede superar los 6.000 kg MS/ha/año en condiciones medias de fertilidad y de precipitaciones. Los autores citados aconsejan su siembra en la misma área en que crece espontáneamente, una vez finalizado el período de heladas. En el estado reproductivo, Guaita *et al.* (1989) hallaron un 5.85 % de proteína bruta en las láminas, el que es significativamente superior al 4.18 % encontrado en los tallos; éstos datos difieren del 9 % citado por Rabotnikof *et al.* (1986) para la hoja.

A pesar de que la información anterior implica una valoración como recurso forrajero, se conoce muy poco sobre las características reproductivas de *Setaria lachnea*. En el género *Setaria* se cita la presencia de sistemas reproductivos sexuales (Brown y Emery, 1958; Oliveira Freitas Sacchet *et al.* 1984) y agámicos (Emery, 1957). Dentro de los primeros se han determinado sistemas alógamos (Gildenhuis, 1950; Fryxell, 1957; Tanaka, 1975) y autógamos (Mc Vicary Parnell, 1941; Li *et al.*, 1945; Scheibe, 1959; Mulligan y Findlay, 1970). En éstos últimos se ha señalado a la cleistogamia como mecanismo que asegura la autopolinización (Nicora,

1968, 1970, 1978; y Campbell *et al.* 1983). Al forzar artificialmente la autopolinización, Darwin (1988) demostró que la mayoría de las especies vegetales eran generalmente alógamas dado que la autofecundación daba como resultado una disminución en la producción de semillas ("seed set"). Esta disminución se producía por la presencia de mecanismos de autoincompatibilidad o por depresión ocasionada por la endocría, esto posiblemente debido a la expresión de la carga genética (Dobzhansky y Spassky, 1963). La información sobre la reproducción de las especies resulta crucial: para comprender la variación en las poblaciones naturales, para la recolección de recursos genéticos o para la iniciación de programas de mejoramiento (Jain, 1975). En tal sentido, el presente trabajo explora, en tres poblaciones de *Setaria lachnea*, algunas características reproductivas, tales como: producción de cariopses, autocompatibilidad-autoincompatibilidad, cleistogamia y comportamiento germinativo, con el propósito de contribuir al conocimiento de esta promisoriosa forrajera nativa.

#### MATERIALES Y METODOS

Se estudiaron tres poblaciones de *Setaria lachnea* (Nees) Kunth, una proveniente de la Provincia de Jujuy, Dpto. Capital, ruta 9, Lozano, 1.580 m s.m. (Nicora *et al.* 8755 -SF-, 16-II-1987), otra de la Provincia de Santa Fe, Dpto. La Capital, Constituyente (Pensiero 2784 -SF-, 11-I-1987), y la tercera perteneciente a la Provincia de La Pampa, que fuera suministrada por el INTA Anguil, bajo la denominación "Selección Anguil". De las dos primeras poblaciones se tomaron muestras obteniéndose plantas vivas y realizándose una cosecha masal de semillas, mientras que la correspondiente a La Pampa consistió en semillas provenientes de una cosecha masal.

Cada una de las tres poblaciones fue representada por 26 plantas, las que se mantuvieron en macetas plásticas durante todo el ensayo. Las poblaciones fueron aisladas entre sí, con el fin de evitar posibles cruzamientos entre ellas.

En cada población, 13 plantas-elegidas y distribuidas aleatoriamente- fueron obligadas a la autopolinización (**Polinización Forzada**). Con tal fin, sus panojas fueron ensobradas con papel transparente, en estadios tempranos cuando las mismas estaban aún casi totalmente envueltas por la vaina de la hoja distal, y así fueron mantenidas hasta la madurez del grano. Las 13 plantas restantes de cada población se polinizaron libremente (**Polinización Libre**). En ese caso, sus panojas fueron ensobradas luego de iniciarse la madu-

rez del grano, con el fin de evitar la pérdida de semillas por desgrane.

A la madurez total de los granos, las panojas fueron cosechadas y trilladas individualmente. Del total de las "semillas" pertenecientes a cada panoja, se extrajo una muestra representativa, compuesta por unas 100 "semillas". Cada muestra, fue pesada y posteriormente estudiada. La totalidad de las espiguillas de cada muestra fueron analizadas bajo microscopio estereoscópico, observando:

**1. Presencia de cariopses.** Las paniceas en general, y esta especie en particular, se caracterizan por presentar las espiguillas con dos glumas, dos glumelas membranáceas estériles (lemma y pálea que forman el antecio inferior, generalmente estéril) y dos glumelas coriáceas fértiles (lemma y pálea del antecio superior fértil portador del cariopse). Para determinar la presencia de cariopse se separaron todas las envolturas (mojándolas previamente), con especial cuidado la lemma y pálea del antecio superior.

**2. Cleistogamia.** La misma fue detectada al observar anteras incluídas en el antecio y apretadas entre el cariopse y la lemma fértil.

**3. Espiguillas biseminadas.** Tal como se mencionó, las paniceas en general poseen espiguillas con un antecio basal normalmente estéril, y un antecio distal fértil. En la especie estudiada, se analizó la presencia de espiguillas con los dos antecios fértiles, conteniendo cada uno de ellos un cariopse.

Para cada población y modo de polinización se tomaron muestras de "semillas" y se analizó el poder germinativo de las mismas. Con tal fin, se hicieron diez repeticiones de 25 "semillas" cada una, en cajas de Petri y a temperatura constante de 28 °C durante 14 días. Para la estimación de la viabilidad se utilizó la técnica del tetrazolio sobre muestras de 100 cariopses.

El análisis estadístico de los datos fue realizado mediante pruebas paramétricas, análisis factorial de la varianza con dos factores: origen de las muestras (procedencias) y tipo de fecundación, y pruebas de asociación entre las variables analizadas: fecha de ensobrado, número de espiguillas que producen cariopses, número de espiguillas biseminadas, número de espiguillas cleistógamas y de cariopses formados, peso de 1000 espiguillas y peso de 1000 cariopses. Esta última variable se estimó considerando constante al peso de las envolturas florales. En la comparación de medias se utilizó la prueba de Scheffé. Para estimar la independencia entre la formación de cariopses y cleistogamia separando los efectos de procedencias y tipo de polinización, se utilizó la prueba de  $X^2$  comparando la frecuencia de plantas con mayor o menor producción de cariopses (respecto a la media de cada uno de los seis tratamientos) y la frecuencia de plantas con mayor o menor cleistogamia.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Producción de Semilla

De 7748 espiguillas analizadas en total para las tres poblaciones, 4759 establecieron al menos un cariopse. Si se considera que ésta es una especie forrajera megatérmica, el 61,4% de producción de cariopses hallado es un valor alto, más aún cuando los materiales de Santa Fe y Jujuy no fueron seleccionados para producción de semillas. Humphreys y Riveros (1986) citan para varias gramíneas tropicales porcentajes que van desde el 17% al 60% de producción de cariopses. Mientras que para *Setaria sphacelata*, Hackery y Jones (1971) calcularon que sólo un 5-7% de la producción potencial (flores) es cosechada. Las poblaciones de La Pampa y Santa Fe presentaron los valores más altos de producción de cariopses, siendo los mismos del 70% y 69% respectivamente.

Se hallaron diferencias en la proporción de espiguillas con cariopse, las plantas procedentes de Jujuy presentaron significativamente ( $*P < 0,05$ ) menos espiguillas con cariopse que las de La Pampa y Santa Fe (Fig. 1). En *Lolium perenne* L. Burbidge *et al.* (1978) hallaron que la mayoría de las flores polinizadas no contenían semillas en el momento de la cosecha. Estos autores sugirieron como causas de ello el desgrane y la no disponibilidad de nutrientes suficientes como para satisfacer las demandas del crecimiento de los cariopses en todos los sitios polinizados. Como la metodología utilizada en este trabajo permitió evitar las pérdidas por desgrane, es posible atribuir los resultados hallados a la segunda causa. Esto también es sugerido por el hecho de que las plantas procedentes de Jujuy se caracterizan por un macollaje y follaje más abundantes que las de otras procedencias.

Van Tienderen (1990) halló que plantas de *Plantago lanceolata* procedentes de ambientes pastoreados producían inflorescencias cuyas flores generaban un bajo número de semillas cuando ninguna de las inflorescencias era depredada, no sucediendo lo mismo en plantas procedentes de ambientes no pastoreados. Este autor sugiere que esta variación existe como un modo de garantizar que una parte de la población de inflorescencias evite la depredación (pastoreo) y produzca descendencias. Es decir que en las especies adaptadas al

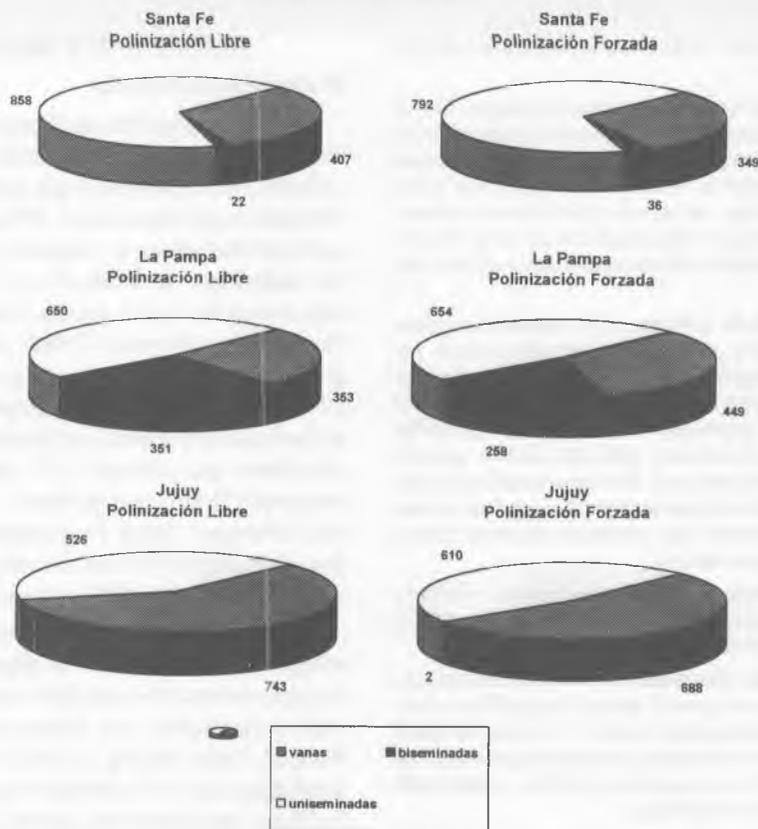


Figura 1: Número de espiguillas con uno o dos cariopses y número de vanas para cada procedencia (Santa Fe, La Pampa y Jujuy) y tipo de polinización (libre y forzada).

pastoreo sería esperable hallar una mayor diferencia entre la producción potencial (número de flores) y la producción real (número de semillas). Por otra parte, Coughenour (1985) considera al macollaje abundante de las gramíneas como una característica exaptativa o adaptativa al pastoreo. Es decir, estas características de las plantas de Jujuy, negativas para la producción de semillas, pueden ser interpretadas como adaptativas al pastoreo. El hecho de forzar la autopolinización y la fecha de ensabrado no implicó diferencias en el establecimiento de las espiguillas en ninguna de las muestras.

Sólo el 12,56% de las espiguillas con cariopses fueron biseminadas, mientras que el 87,44% eran uniseminadas. Las plantas procedentes de La Pampa difirieron significativamente ( $*P < 0,05$ ) de las otras al presentar el 32% de sus espiguillas biseminadas (Figura 1). Esta característica no diferenció a las plantas forzadas a la

autopolinización de las de polinización libre. La presencia de espiguillas con los dos antecios fértiles fue observada también por Nicora (1970). El hecho de poseer espiguillas biseminadas en mayor proporción no implicó la existencia de cariopses más livianos (Figura 2). Respecto a la proporción de cariopses formados, la población de Jujuy formó 437 cariopses cada 1000 espiguillas analizadas, difiriendo ( $*P < 0,05$ ) de Santa Fe y La Pampa que formaron 745 y 929 respectivamente, en tanto que estas últimas no difirieron entre sí. Esta característica se mostró asociada con la cleistogamia ( $r = 0,62$ ).

Las muestras de las tres procedencias se diferencian entre sí por el peso medio de sus espiguillas ( $*P < 0,05$ ) (Figura 2). Esto es en parte explicado porque las plantas de Jujuy presentan una menor producción de cariopses y porque las de La Pampa poseen una mayor proporción de espiguillas con dos cariopses. Ambas características, espiguillas con cariopse ( $r = 0,76$ ) y espiguillas biseminadas

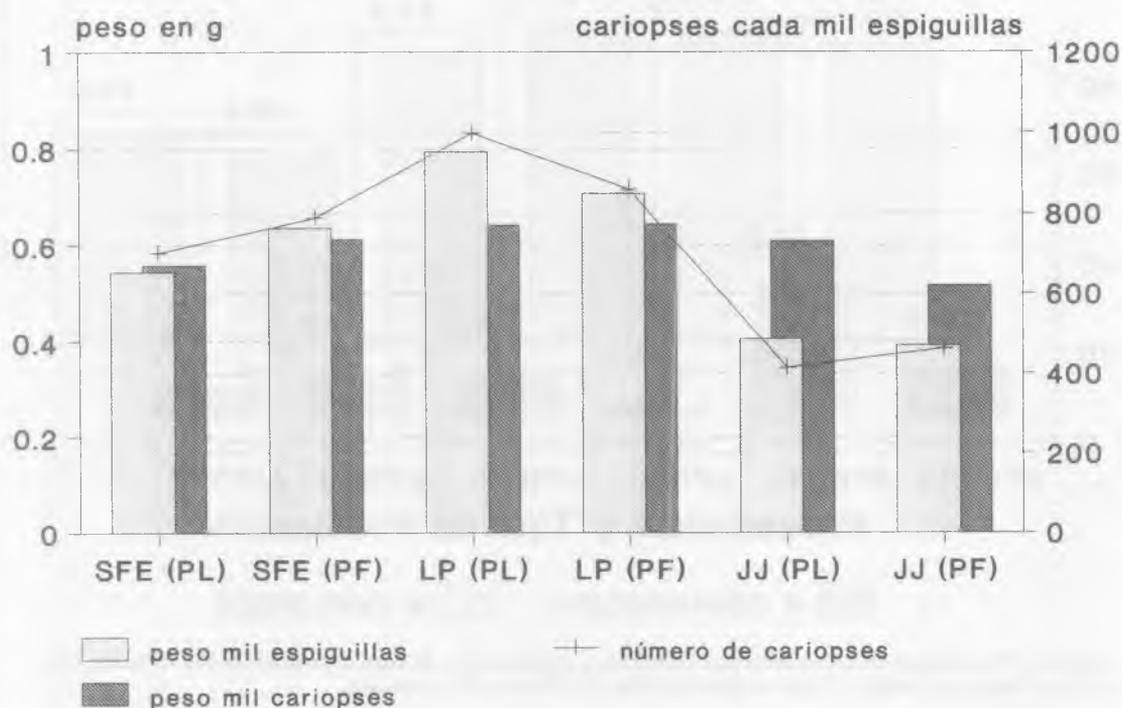


Figura 2: Peso de mil espiguillas y cariopses (en barras), y número de cariopses cada mil espiguillas (en línea) para cada procedencia (SFE: Santa Fe, LP: La Pampa, JJ: Jujuy) y tipo de polinización (PL: libre y PF: forzada).

( $r=0,53$ ) explican la variación hallada en el peso de mil espiguillas. Es posible que la selección a que fue sometida la población de La Pampa sea la causa del incremento en el peso de las espiguillas.

#### Comportamiento Germinativo

Las "semillas" provenientes de inflorescencias forzadas a la autopolinización germinaron significativamente más que aquellas de polinización libre (15 % vs. 8,5 % respectivamente [ $*P<0,05$ ]). El efecto origen de las poblaciones (procedencia) e interacción procedencia por polinización fueron también significativos. La población de Santa Fe fue la de mejor comportamiento germinativo (Figura 3) mostrando un promedio de 20,22 % a los 14 días y 8,7 % a los 4 días, mientras que el promedio del resto de las poblaciones fue de 7,77 % a los 14 días y 2,2 % a los 4 días, no diferenciándose entre ellas. Si bien no fue posible analizar la viabilidad de todos

los tratamientos, el hecho de haber hallado en la muestra de La Pampa un 60 % de cariopses viables provenientes de polinización libre y un 80 % en la de polinización forzada, indicaría (al menos en esta población) la presencia de dormición en los cariopses de *Setaria lachnea*. Este resultado muestra la necesidad de mayor conocimiento sobre los mecanismos de dormición y los requerimientos para germinar de las "semillas" de esta especie.

#### Autocompatibilidad y Cleistogamia

El hecho de formarse cariopses en las inflorescencias tapadas daría la pauta de la ausencia de autoincompatibilidad en *Setaria lachnea*. Para el género *Setaria* se han señalado la autoincompatibilidad (Fryxell, 1957; Tanaka, 1975) como también la existencia de especies autocompatibles (Mc Vicar y Parnell, 1941; Scheibe, 1959; Mulligan y Findlay, 1970). En la especie estudiada, la autocom-

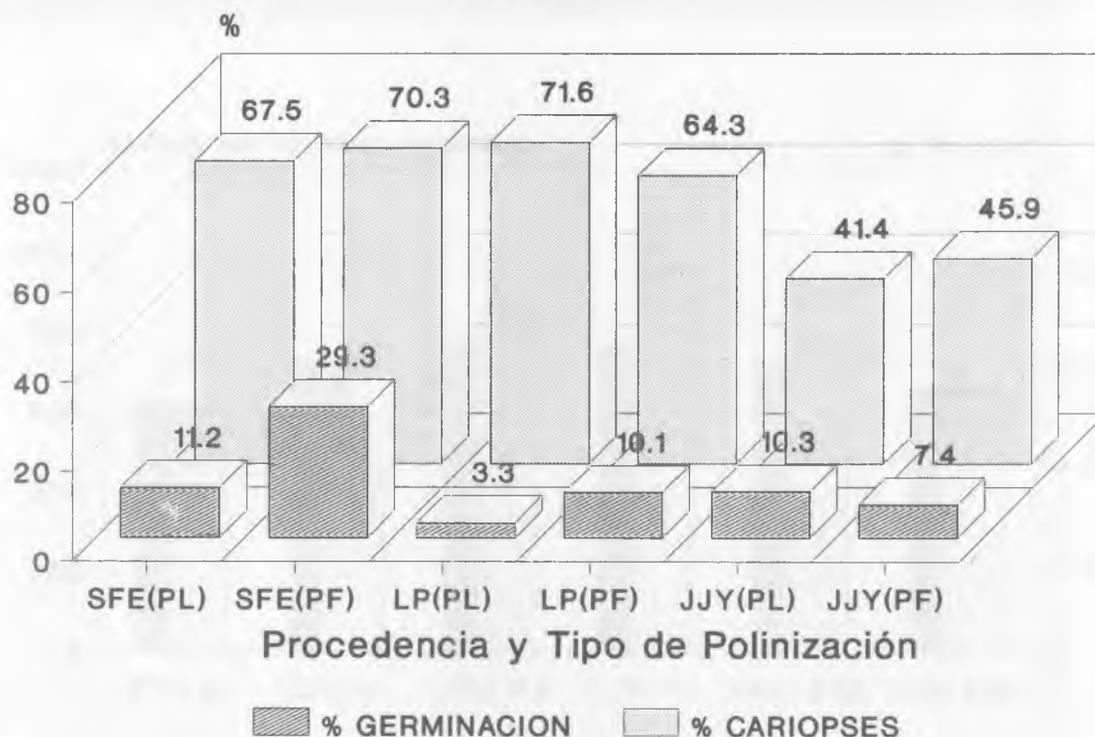


Figura 3: Porcentajes de espiguillas con cariospores y germinación de cada procedencia (SFE: Santa Fe, LP: La Pampa, JJ: Jujuy) y tipo de polinización (PL: libre y PF: forzada).

patibilidad también es sugerida por la asociación positiva hallada entre espiguillas cleistógamas con espiguillas que poseen carioipse ( $r=0,48$ ), con peso de espiguillas ( $r=0,51$ ) y con espiguillas biseminadas ( $r=0,68$ ). La asociación entre espiguillas cleistógamas y espiguillas con carioipse es aún mayor si se analiza solamente a aquellas de polinización libre ( $r=0,66$ ). Si se considera que la autofecundación puede existir aún cuando la depresión por endocria supera el 50% (Holsinger, 1988), la ausencia de depresión indicaría una baja carga genética (Dobzhansky y Spassky, 1963) característica de las especies autógamas.

Brown y Emery (1958) y Oliveiras Freitas Sachhet *et al.* (1984) encontraron para distintas especies de *Setaria* un sistema reproductivo sexual; Li *et al.* (1945) y Mulligan y Findlay (1970) mencionan a la autogamia como sistema reproductivo, mientras que Gildenhuys (1950) señala a la alogamia como mecanismo reproductivo. Por otra parte, Emery (1957) menciona la presencia de un sistema reproductivo agámico para algunas especies dentro del género. Para descartar la ocurrencia de apomixis sería necesario realizar cortes histológicos

de sacos embrionarios, en materiales de esta especie Cáceres, E. (comunicación personal) halló sacos embrionarios sexuales. El análisis del conjunto de datos permite suponer que la autogamia sería el modo común de reproducción de las poblaciones analizadas de esta especie.

La presencia de cleistogamia en el género *Setaria* fue señalada por Nicora (1968, 1970, 1978) y Campbell *et al.* (1983). Estos últimos autores sostienen que la misma se debe a que las lodículas están ausentes o las mismas no son funcionales. La proporción de espiguillas cleistógamas difirió entre muestras de distintas procedencias y entre el modo de polinización ( $*P<0,05$ ). El primer dato estaría indicando variabilidad genética para el comportamiento reproductivo, mientras que el segundo podría ser interpretado como parte del efecto microambiental causado por el tapado de las inflorescencias, ya que podría haber una menor transpiración y permitir una mayor elongación de los filamentos estaminales y la rotura de las anteras fuera de los antecios. Esto indicaría que ante deficiencias hídricas se incrementa la autofecundación. La autofecundación y la coloni-

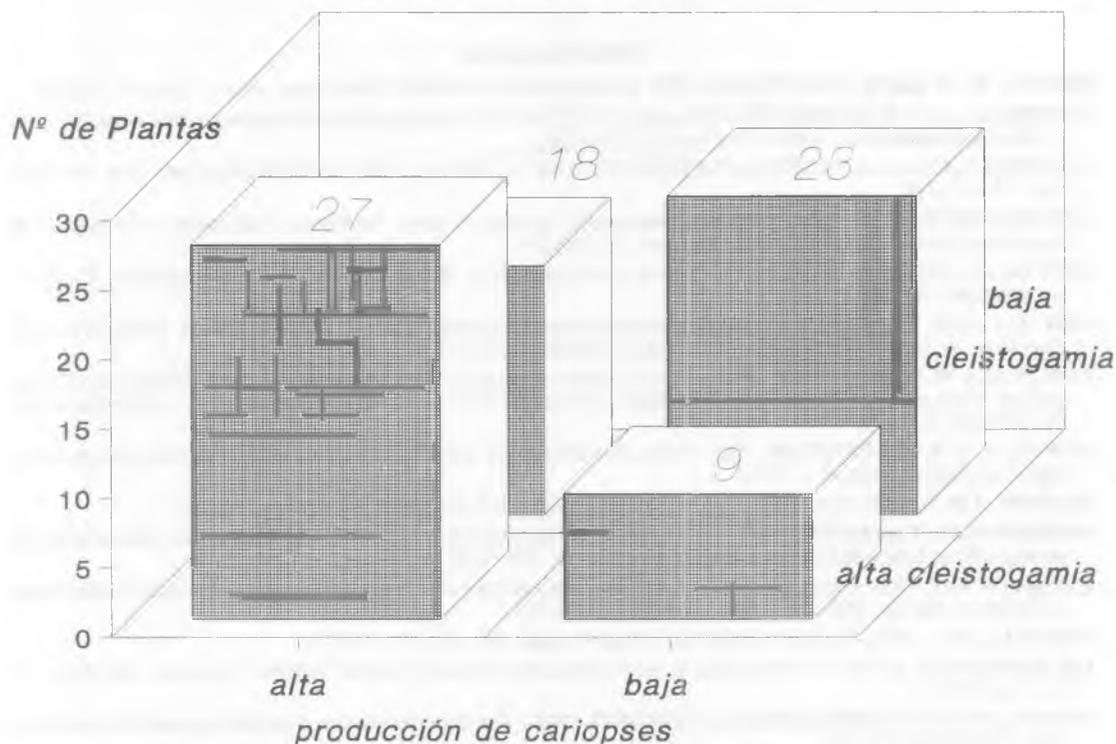


Figura 4: Distribución de las frecuencias de plantas que presentaron altas o bajas producciones de cariopses y grados de cleistogamia respecto a las medias de sus tratamientos.

zación de ambientes áridos se muestran frecuentemente asociadas (Jain, 1976). De las poblaciones analizadas las plantas de La Pampa fueron las que mostraron un mayor grado de cleistogamia (8,5% para las plantas de polinización libre) y son las que provienen del ambiente más árido.

La Figura 4 muestra que las plantas con mayor producción de cariopses presentaron a su vez mayor grado de cleistogamia, mientras que las de menor cleistogamia se asociaron a una menor producción de cariopses ( $X^2 = 7,63$ ;  $**P < 0,01$ ). Si se considera que este modo de analizar los datos permite separar los efectos de procedencia u origen de las poblaciones y tipo de polinización, la no independencia entre cleistogamia y producción de cariopses está sugiriendo la presencia de autocompatibilidad en estas poblaciones de *Setaria lachnea*.

#### CONCLUSIONES

\* Las poblaciones analizadas formaron cariopses al ser forzadas a la autopolinización.

\* Las poblaciones analizadas se diferencian a través de sus características reproductivas.

\* Las plantas procedentes de Santa Fe y La Pampa mostraron un alto porcentaje de producción de cariopses, manifestando esta última población mejores rasgos como productora de "semillas".

\* La presencia de cleistogamia se mostró asociada a: mayor número de espiguillas con cariopse, mayor número de espiguillas biseminadas, mayor peso de mil espiguillas y de mil cariopses, y a un mejor comportamiento germinativo.

\* La población de Santa Fe se diferenció de las demás al presentar un mejor comportamiento germinativo.

\* La población de La Pampa mostró una proporción elevada de "semillas" con dormición.

\* La población de La Pampa presentó el mayor porcentaje de cleistogamia.

## BIBLIOGRAFIA

- BROWN, W. V. and W. H. P. EMERY. 1958. Apomixis in the Gramineae: Panicoideae. *Amer. J. Bot.* 45: 253-263.
- BURBIDGE, A.; P. D. HEBBLETWAITE and J. D. IVINS. 1978. Lodging studies in *Lolium perenne* grown for seed. 2. Floret site utilization. *J. Agric. Sci. Camb.* 90: 269-274.
- CAMPBELL, C. S.; J. A. QUINN; G. P. CHEPLICK AND T. J. BELL. 1983. Cleistogamy in grasses. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 14: 411-441.
- CCUGHENOUR, M. B. 1985. Graminoid responses to grazing by large herbivores: Adaptations, exaptations and interacting processes. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 72: 852-863.
- COVAS, G. 1978. Forrajeras indígenas. Especies que requieren un plan de conservación de germoplasma. *Ciencia e Investigación* 34: 209-213.
- COVAS, G. 1981. Tres especies promisorias como plantas forrajeras para la región pampeana semiárida. *Boletín del Centro Pampeano de Estudios en Ciencias Naturales y Agronómicas* 2: 14-15.
- COVAS, G. y M. FRECENTESE. 1982. Tres pastos nativos con posibilidades de ser introducidos al cultivo para integrar pasturas perennes en La Pampa árida y semiárida. *Boletín del Centro Pampeano de Estudios en Ciencias Naturales y Agronómicas* 4: 28-31.
- COVAS, G. y M. FRECENTESE. 1983. *Setaria leiantha* Hackel, un pasto nativo para integrar pasturas perennes en la región semiárida. *Agrarius* 1: 16-17.
- DARWIN, CH. D. 1988. The effects of cross and self fertilization in the vegetable kingdom. London.
- DOBZHANSKY, T. and B. SPASSKY. 1963. Genetics of natural populations XXXIV. Adaptive norm, genetic load, and genetic elite in *Drosophyla pseudoobscura*. *Genetics* 48: 1467-1487.
- EMERY, W. H. P. 1957. A study of reproduction in *Setaria macrostachya* and its relatives in the southwestern United States and northern Mexico. *Bull. Torrey Bot. Club* 84 (2): 106-121.
- FRYXELL, P. A. 1957. Mode of reproduction of higher plants. *Bot. Rev.* 23: 135-233.
- GILDENHUIS, P. J. 1950. Fertility studies in *Setaria sphaelata* (Schum.) Stapf & Hubbard. *Union Soc. Afr. Dept. Agr. Sci. Bull.* 314.
- GUATTA, M. S.; H. H. FERNANDEZ e I. N. TIRANTI. 1989. Calidad forrajera de *Setaria leiantha* en estado reproductivo. *Rev. UNRC* 9 (2): 105-108.
- HACKER, J. B. and R. J. JONES. 1971. The effect of nitrogen fertilizer and row spacing on seed production in *Setaria sphaelata*. *Tropical Grasslands* 5: 61-73.
- HOLSINGER, K. E. 1988. Inbreeding depression doesn't matter: the genetic basis of mating-system evolution. *Evolution* 42: 1235-1244.
- HUMPHREYS, L. R. and F. RIVEROS. 1986. Tropical pasture seed production. *FAO Plant Production and Protection*, Paper 8. Roma.
- JAIN, S. K. 1975. Population structure and the effects of breeding system. In *Crop genetic resources for thoday and tomorrow*, IPB2 Eds. O. H. Frankel and J. G. Hawkas. 15-36.
- JAIN, S. K. 1976. The evolution of inbreeding in plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 7: 469-495.
- LI, H. W.; C. H. LI AND W. K. PAO. 1945. Cytological and genetical studies of the interspecific cross of the cultivated foxtail millet, *Setaria ualica* (L.) Beauv., and the green foxtail millet *S. viridis* (L.) Beauv. *J. Amer. Soc. Agron.* 37: 32-54.
- Mc VICAR, R. M. and H. R. PARNELL. 1941. The inheritance of plant color and the extent of natural crossing in foxtail millet. *Sci. Agric.* 22: 80-84.
- MULLIGAN, G. M. and J. N. FINDLAY. 1970. Reproductive systems and colonization in Canadian weeds. *Canad. J. Bot.* 48: 859-860.
- NICORA, E. G. 1968. Especies de "Setaria" críticas o nuevas para la Flora Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 12: 299-311.
- NICORA, E. G.. 1970. *Setaria*, en Cabrera, A., Flora de la Provincia de Buenos Aires, *Col. Cient. INTA* 4 (2): 439-460.
- NICORA, E. G. 1978. *Setaria*, en Correa, M., Flora Patagónica, *Col. Cient. INTA* 8 (3): 538-548.
- OLIVEIRA FREITAS SACCHET, A. M; I. I. BOLDRINI and G. G. BORN. 1984. Cytogenetics and evolution of the native grasses of Rio Grande do Sul, Brazil. *Setaria* Beauv. (Gramineae). *Rev. Brasil. Genet.* 7 (3): 535-548.
- PENSIERO, J. F. 1993. Notas sobre el género *Setaria* (Poaceae: Paniceae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 29 (1-2): 53-66.
- RABOTNIKOF, C. M.; N. P. STRITZLER y O. A. HERNANDEZ. 1986. Evaluación de especies forrajeras estivales en la región pampeana semiárida. II. Determinación de producción de materia seca, persistencia, proteína bruta y digestibilidad "in vitro" de *Bothriochloa intermedia*, *Digitaria eriantha*, *Setaria leiantha*, *Eragrostis curvula* y *Panicum antidotale* bajo condiciones de diferimiento. *Rev. Argent. Prod. Anim.* 6: 57-66.
- SCHEIBE, A. 1959. *Panicum* und *Setaria* Hirsen. In Kapper, H. and W. Rudolf (Eds.). *Handbuch der Pflanzenzüchtung*. Ed. 2, Vol. 2. Paul Parey, Berlin. p. 532-564.
- TANAKA, H. 1975. Pollination of some Gramineae (2). *J. Jap. Bot.* 50: 25-31.
- VAN TIENDEREN, P. H. 1990. Morphological variation in *Plantago lanceolata*. Limits of plasticity. *Evolutionary Trends in Plants* 41: 35-43.