

Mnesithea selloana: morfología de la sinflorescencia, madurez y calidad de las cariopsis

Mnesithea selloana: morphology of sinflorescence, maturity and caryopsis quality

Galussi AA^{1,2}, ME Moya^{1,2}, LR Zimmermann¹, FG Marchese^{1,2}, YG Gillij^{1,2}, F Torres^{1,2}

Resumen. *Mnesithea selloana* (cola de largarto, teyú ruguay) es una especie de ciclo primavero-estivo-otoñal que florece y fructifica durante dicho período, es de buena calidad forrajera, y se halla en vías de desaparecer en los campos naturales de la región. El objetivo de este trabajo fue investigar la morfología de la sinflorescencia, la madurez y calidad de las cariopsis en dicha especie, con la finalidad de conocer aspectos reproductivos en función de la diseminación de la especie en áreas de pastoreo. La sinflorescencia se estudió en dos matas durante un período de 45 días, entre octubre y diciembre de 2010, en un predio de la FCA UNER. Se observaron el crecimiento de los racimos y sus diseminulos. Se determinaron momento de desarticulación, la humedad, el peso y el poder germinativo de las cariopsis. La sinflorescencia estuvo constituida por un eje principal que terminó en un racimo espiciforme (unidad de floración), y por ejes laterales (paraclados del trofotagma) que repitieron la estructura del eje principal. La sinflorescencia resultante tuvo la apariencia de una panícula. Ambas matas alcanzaron a producir entre 25 y 39 sinflorescencias con un promedio de 9 a 10 racimos, lo que resultó en un total de 254 a 272 racimos por mata, respectivamente. Se produjeron 30-35 diseminulos por racimo, con dos espiguillas, desarticulables a medida que maduraron. La maduración de los diseminulos en los racimos fue basípeta, encontrándose 40% - 50% de diseminulos con cariopsis presentando 32% de humedad una vez desarticulados. La germinación dio hasta 50% de plántulas normales. Los estudios realizados posibilitan establecer estrategias para favorecer la dispersión de la especie a nivel de semillas en áreas de pastoreo.

Palabras clave: Diseminulo; Trofotagma; Paracladio; Germinación; Dispersión.

Abstract. *Mnesithea selloana* (known as cola de largarto, teyú ruguay) is a spring-summer-fall species that flowers and fructifies in that period; it has good forage quality, and it is in danger of extinction in the natural grasslands at the study region. The objectives of this work were to study the sinflorescence morphology, and the maturity and quality of the caryopsis to know its reproductive aspects in relation to the dissemination of this species in grazing areas. The sinflorescence was studied in two plants during a period of 45 days, between October and December 2010, within an experimental field of the UNER FCA. Growth of clusters and their disseminules were observed. Time of dehiscence, humidity, weight and germination of caryopsis were determined. Sinflorescence was constituted by a main axis ending in a spiciform raceme (flowering unit), and by lateral axis (paraclades of the trophotagma) which repeated the main axis structure. The resulting sinflorescence has a panicle appearance. Both plants produced 25 to 39 inflorescences with an average of 9 to 10 racemes, resulting in a total of 254 to 272 racemes per plant, respectively. Thirty to 35 disseminules were produced per raceme with two disarticulated spikelets as they matured. Maturity of disseminules in the racemes was at the base. We found 40% to 50% of disseminules with caryopsis presenting 32% humidity once disarticulated. Germination produced up to 50% of normal seedlings. Our studies made it possible to establish strategies to favor species dispersion through seeds in grazing areas.

Keywords: Disseminules; Trophotagma; Paraclades; Germination; Dispersion.

¹PID UNER 2132 – LICVEVC.

²Botánica Morfológica. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Entre Ríos. Ruta Prov. 11 km 10,5 Oro Verde, Depto. Paraná, Entre Ríos, República Argentina.

Address Correspondence to: Dr. Alberto A. Galussi. Tel.: +54 343 4975075 – Int. 141; fax +54 343 4975096; e-mail: cultivar@fca.uner.edu.ar

Recibido / Received 30.V.2011. Aceptado / Accepted 12.XII.2011.

INTRODUCCIÓN

El género *Mnesithea* Kunth comprende aproximadamente 30 especies distribuidas en las regiones cálidas del mundo. Pertenece a la familia *Poaceae*, subfamilia *Panicoideae*, tribu *Andropogoneae*, subtribu: *Rottboelliinae*. En la tribu, las espiguillas se disponen generalmente en pares formando los denominados racimos de espiguillas (Clayton, 1972; Allred, 1982). En la Argentina el género *Mnesithea* se encuentra representado por 6 especies de las cuales Burkart (1969) cita dos presentes en Entre Ríos: *M. selloana* (= *Coelorhachis selloana*) y *M. balansae* (= *C. balansae*). *Mnesithea selloana* (Hack.) de Koning & Sosef, “cola de largarto, teyú ruguay”, es una especie de ciclo primavera-estivo-otoñal (megatérmica) que florece y fructifica durante dicho periodo. En Burkart (1969) se menciona que la sinflorescencia es un racimo espiciforme cilíndrico, glabro, recto, erguido, desarticulable, de 7-10 cm de longitud. Además, las espiguillas son múticas por pares en los nudos engrosados de raquis frágiles; una espiguilla es sésil oval, dorsalmente aplanada, adosada al raquis, uniflora, fértil, y la otra espiguilla es pedicelada estéril, muy reducida. Quarín (1979) y Antón (1975) coinciden con la descripción antes mencionada. Además, Antón (1975) sostiene que la sinflorescencia no es ramificada en los nudos superiores, de modo que las cañas principales llevan generalmente racimos solitarios. Otras descripciones de toda la sinflorescencia de esta especie se han encontrado en Vegetti (1997). Clayton (1969) definió a los diseminulos como la unidad formada por la espiguilla sésil, el artejo del raquis, el pedicelo y la espiguilla pedicelada. El objetivo de este trabajo fue investigar la morfología de la sinflorescencia y la madurez y calidad de las cariopsis en *Mnesithea selloana*, con la finalidad de conocer aspectos reproductivos relacionados con la diseminación de la especie en áreas de pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se extrajeron 20 matas de *M. selloana* de un campo con un suelo muy empobrecido (31° 49' 18.62" S; 60° 32' 57.33" O) (Fig. 1a). Dichas matas fueron trasladadas y cultivadas en un predio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en Oro Verde, Entre Ríos, Argentina (31° 49' 59.51" S; 60° 31' 21.84" O) desde noviembre de 2009 (Fig. 1b). Las observaciones se efectuaron entre el 25 de octubre y el 15 de diciembre de 2010, en dos matas de 0,16 m² (0,40 m x 0,40 m) cada una. Los aspectos estudiados fueron: descripción de la sinflorescencia; número de racimos por unidad de superficie; número de racimos por sinflorescencia, número de diseminulos por racimo; estados de madurez de la sinflorescencia, el racimo y los diseminulos en el tiempo; peso del diseminulo y de la cariopsis; cantidad de diseminulos con o sin cariopsis; humedad de la cariopsis al momento de la desarticulación y posterior a la cosecha, y germinación de las cariopsis.



Fig. 1. *Mnesithea selloana* a) Área natural de extracción de las plantas, b) Mata cultivada en el predio de la FCA UNER.

Fig. 1. *Mnesithea selloana* a) Natural area of plant extraction, b) plants cultivated at the UNER FCA experimental field.

El número total de racimos por unidad de superficie en las dos matas se registró durante un periodo de 45 días, con un intervalo de 2 días entre mediciones. Cuando se observó el primer diseminulo emergido de la vaina de la hoja, se consideró el inicio del estado de emergencia de los racimos. Los racimos dejaron de ser contados cuando su diseminulo basal tuvo una coloración amarillento-amarroada.

Se marcaron tres sinflorescencias por mata para determinar el número de racimos por sinflorescencia. Al comenzar la evaluación las sinflorescencias presentaron un único racimo emergiendo, con uno a dos diseminulos emergidos de la vaina. El registro del estado de la sinflorescencia se realizó cada 2 días hasta 45 días, registrando el número de racimos totales emergidos en cada una de ellas.

La evaluación de la madurez de los racimos y el número de diseminulos por racimo se determinó en el primer racimo lateral (paracladio del trofotagma de primer orden, segundo nudo por debajo de la unidad de floración) en dos sinflorescencias por mata. Éstos se marcaron y se observaron los cambios de estados en los diseminulos del racimo desde el ápice hacia la base del mismo. Los estados observados fueron: diseminulos emergidos; diseminulos con anteras y estigmas turgentes; diseminulos con anteras y estigmas secos; diseminulos

sin anteras y diseminulos desarticulados. Se contó el número de diseminulos por estado con una periodicidad de 2 días hasta la completa desarticulación de los mismos. La determinación del peso de los diseminulos y de las cariopsis se llevó a cabo cosechando manualmente los diseminulos cada dos días, recolectándose al azar 30 diseminulos de la parte media de los racimos.

El porcentaje de presencia de cariopsis se determinó evaluando 4 repeticiones de 100 diseminulos. Para el peso de diseminulos y cariopsis a través del tiempo, se separaron los diseminulos de acuerdo al estado. Se pesaron 30 individuos para cada estado de madurez y se obtuvo el peso promedio. Para el peso de cariopsis maduros se pesaron 100 cariopsis (10 repeticiones de 10 cariopsis).

La humedad de las cariopsis se determinó por el método de alta temperatura (130-133 °C) durante una hora \pm 3 minutos, sin molido ni presecado, en dos repeticiones de 0,5 g, con modificaciones en el peso (ISTA, 2010).

El análisis de germinación de las cariopsis se evaluó sembrando 3 repeticiones de 50 cariopsis entre papel húmedo con agua destilada y con una solución de AG₃ (0,05%), se llevaron a estufa a 25 °C, evaluándose cada 4 días durante 17 días. En función de los análisis de semillas efectuados, se definió semilla pura y plántula normal para dicha especie, de acuerdo a las Reglas Internacionales de Análisis de Semillas (ISTA, 2010).

El análisis de los datos para los estudios realizados se efectuó con el software Infostat (Di Rienzo et al., 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estructura de la sinflorancia. La planta de *Mnesithea selloana* esta formada por un conjunto jerárquicamente ordenado de ejes (macollas) que presentan distintos grados de ramificación, hallándose ejes al estado vegetativo y otros al estado reproductivo. Cada uno de estos ejes al estado reproductivo puede ser considerado una sinflorancia en el sentido de Cámara Hernández y Rúa (1991) y Vegetti (1997). La sinflorancia en *M. selloana* está constituida por el trofotagma y la unidad de floración (Sell, 1976) o sinflorancia (Fig. 2a). A nivel del trofotagma se originan un número variables de ejes laterales (paracladios del trofotagma) que rematan en una unidad de floración lateral similar a la unidad de floración terminal. La sinflorancia resultante tiene la apariencia de una panícula (Rúa, 1999), pero dado que este término se aplica para una unidad de floración, y estas sinflorancias presentan varias unidades de floración, ha sido caracterizada como falsa panoja (Nicora y Rúgolo de Agrasar, 1987). La unidad de floración (tanto la terminal como las laterales) carece de espiguilla terminal y está constituida por paracladios reducidos a un par de espiguillas (paracladios cortos). En conjunto cada unidad de floración ha sido considerada por practicidad como un racimo espiciforme pero dicha denominación es morfológicamente inadecuada (Vegetti, 1997).



Fig. 2. *Mnesithea selloana* a) Plan estructural de la planta formado por la unidad de floración (UIF) y el trofotagma (TT), Paracladios del trofotagma de primer orden (P_{CTT}), de segundo orden (P_{CTT}); b) Racimo espiciforme subzona de paracladios cortos; c₁) Diseminulo, c₂) Espiguilla fértil (con cariopsis), y c₃) Espiguilla pedicelada (estéril) (X10); d) Diseminulo con dos espiguillas fértiles con cariopsis (X10); e₁) Cariopsis: vista escutelar, e₂) Cariopsis: vista hilar (X30).

Fig. 2. *Mnesithea selloana* a) Plant structural plan formed by the flowering unit (UIF) and the trophotagma (TT), Paraclades of the trophotagma of first order (P_{CTT}), second order (P_{CTT}); b) Spiciform racemes, sub-zone of short paraclades; c₁) Disseminule, c₂) Fertile spikelet (with caryopsis), and c₃) Pedicellate spikelet (sterile) (X10); d) Disseminule with two fertile spikelets with caryopsis (X10); e₁) Caryopsis: scutellar view, e₂) Caryopsis: hilar view (X30).

Según los estudios realizados, la sinflorancia puede alcanzar una longitud total de 81 cm, con 6 nudos, presentando entrenudos del trofotagma de 16,5 a 11 cm los proximales y de 9 a 6 cm. los distales. Los paracladios del trofotagma encontrados fueron de primero, segundo y tercer orden en número de 4 a 6, hasta 4 y hasta 2, respectivamente. El origen de los mismos es mayormente profilar. El orden de aparición de los racimos en los paracladios del trofotagma de primer orden es basípeto, siendo la secuencia, alterna-dística, nudo 3, 2, 4, 5 y 6; (considerando como primero al nudo por debajo del que porta el racimo). La aparición de los racimos en los paracladios de segundo y tercer orden es acrópeta y sigue el patrón de

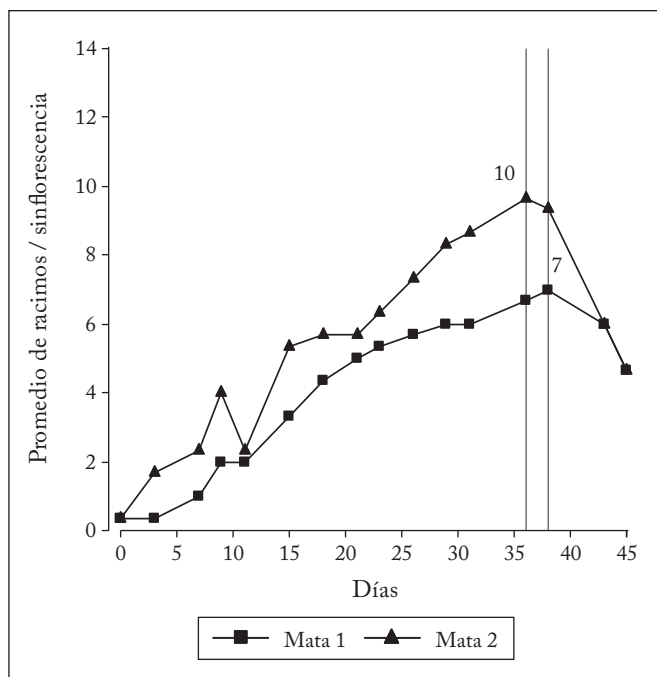


Fig. 3. Evolución del número promedio de racimos por sinflorescencia de *M. selloana*; n: 3 sinflorescencias por mata.

Fig. 3. Evolution of the average number of racemes per *M. selloana* inflorescence; n: 3 sinflorescences per plant.

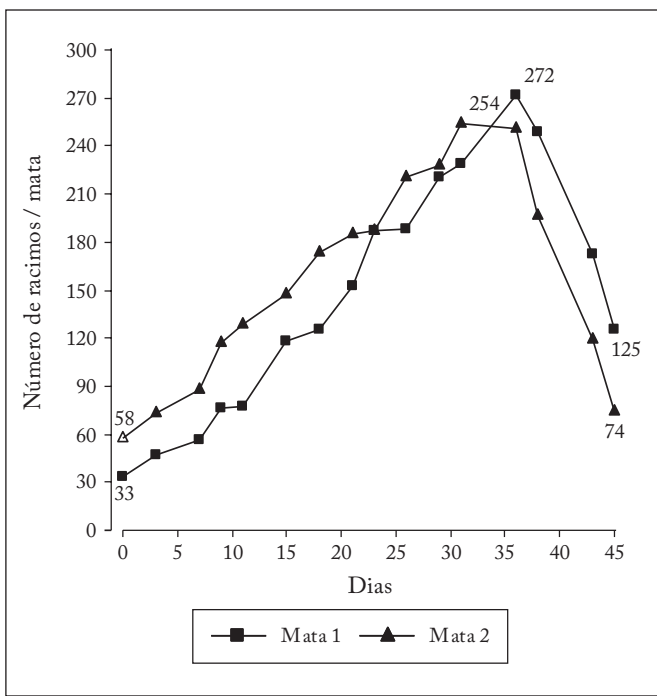


Fig. 4. Evolución del número de racimos por mata.

Fig. 4. Evolution of raceme number per plant.

alternancia dística. En los racimos espiciformes (Fig. 2b), las espiguillas se disponen en el raquis de a pares, constituyendo el diseminulo (Fig. 2c₁). Generalmente una espiguilla es fértil, sésil (Fig. 2c₂) y puede originar cariopsis y la otra es estéril y pedicelada (Fig. 2c₃). También se hallaron diseminulos con dos espiguillas con cariopsis (Fig. 2d) y otras sin cariopsis. La antesis y maduración de las cariopsis en los racimos es basípe-ta. El cambio de verde claro a rojizo y amarillento amarronado de las espiguillas, expresa el grado de madurez del diseminulo.

El número de sinflorescencias hallado por unidad de superficie (0,16 m²) en el periodo observado fue de 39 y 25 en la mata 1 y 2, respectivamente.

En las sinflorescencias evaluadas, el mayor número de racimos se observó entre los 36 y 38 días, con un promedio de 7 y 10 racimos para las matas 1 y 2, respectivamente (Fig. 3). El número total de racimos hallados en las matas 1 y 2 alcanzó un máximo de 272 y 254, respectivamente, entre los 31 y 36 días desde el inicio de las observaciones (Fig. 4).

Características de los diseminulos a la madurez y germinación.

En el periodo de 9 a 38 días (Mata 1) y de 7 a 38 días (Mata 2) de emergencia de los primeros diseminulos, suceden los estadios, estigmas y anteras turgentes, anteras secas y sin anteras, indicados con líneas verticales en la Figura 5. La desarticulación de los diseminulos en las Matas 1 y 2 se inició entre los 26 y 23 días de emergido el primer diseminulo del racimo, respectivamente, finalizando entre los 18 y 21 días posteriores. Esto significa que en el transcurso de 45 días se produce la desarticulación completa del racimo. Al momento de la desarticulación, las cariopsis contenían 32% de humedad, aunque con secado natural, la humedad disminuyó a 9,5 – 10,5% luego de 10 días.

En la Tabla 1 se observa la evolución del peso de diseminulos y cariopsis hasta la desarticulación (cosecha). En el primer estadio el peso reflejó que aún no hay desarrollo de la cariopsis en el diseminulo. En los tres estadios siguientes se mostró un incremento sensible y variable del peso promedio de los diseminulos debido al desarrollo incipiente de la cariopsis. En el último estadio, los diseminulos con cariopsis presentaron un peso promedio de $10,4 \pm 1,6$ mg, representando las cariopsis un 21% del peso total del mismo. Los diseminulos vanos al desarticularse presentaron un peso similar (6,7 mg) al peso de los diseminulos del primer estadio. A la cosecha, la diferencia en el peso entre diseminulos se dio por la presencia o no de cariopsis, lo cual podría indicar una posible separación a través de aire y zaranda y mesa de gravedad.

El número promedio de diseminulos por racimo fue entre 30-35, de los cuales el 40-50% presentaron cariopsis. Cuando el diseminulo presentó cariopsis, generalmente tuvo solo una (Fig. 2c₂), aunque también se hallaron diseminulos con dos cariopsis (Fig. 2d). La cariopsis fue pequeña, amarillenta a castaño claro, aovadas y de 1,5 – 3 mm de largo por 1-2 mm de ancho, con embrión basal lateral (Martin, 1946) (Fig. 2e). El peso promedio de la cariopsis madura (base húmeda) fue de 2,20 mg.

A los fines del análisis de semillas, se define como ‘semilla pura’: diseminulo con cariopsis; cariopsis y trozo de cariopsis, mayor que la mitad del tamaño original. Dado que el diseminulo puede contener o no cariopsis, es aconsejable detectar la presencia de cariopsis para un ensayo de germinación. Dicha determinación se debe realizar en forma manual en cada diseminulo, ya que la observación con diafanoscopio, no permite su detección.

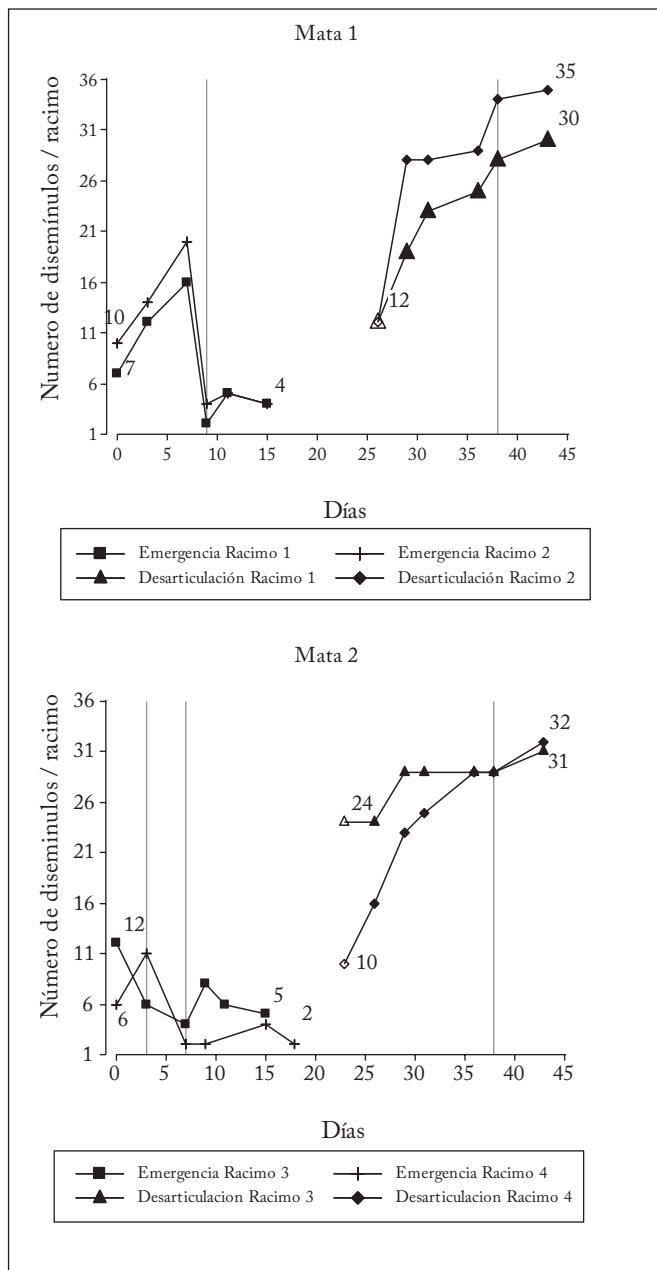


Fig. 5. Períodos de emergencia y desarticulación de diseminulos en el racimo de la sinflorescencia de *M. selloana*.

Fig. 5. Periods of disseminule emergency and disarticulation at the *M. selloana* sinflorescence racemes.

Tabla 1. Diseminulos y cariopsis de *Mnesithea selloana* en diferentes estadios de madurez.

Table 1. *Mnesithea selloana* disseminules and caryopsis at different maturity stages.

Estadios de los diseminulos	Peso (mg)*	D.E.	IC
Emergencia	diseminulo 6,7	0,69	5,9 - 7,4
	cariopsis -	-	-
Estigmas y anteras turgentes	diseminulo 7,7	1	7,4 - 8,1
	cariopsis 0,4	0,13	0,3 - 0,5
Anteras secas	diseminulo 6,6	0,83	5,9 - 7,2
	cariopsis 0,4	0,11	0,3 - 0,5
Sin anteras	diseminulo 7,4	2,77	5,7 - 9,1
	cariopsis 1,2	0,69	0,6 - 1,8
Desarticulados	diseminulo 9,2	2,04	8,4 - 10
	cariopsis 2,2	0,44	2,0 - 2,4

(* n = 30; D.E: Desvío Estándar; IC: Intervalos de Confianza, 95%

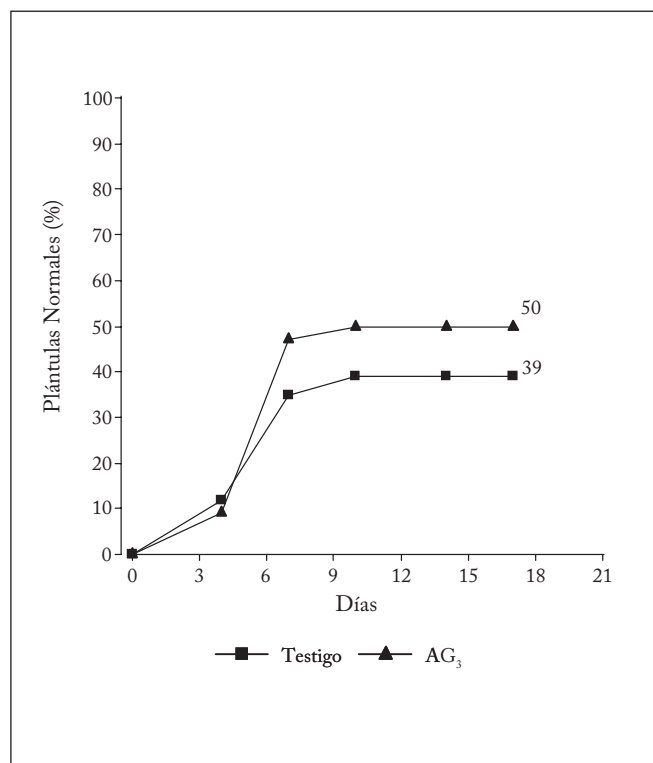


Fig. 6. Germinación de cariopsis de *M. selloana* con un sustrato humedecido con agua (testigo) y con una solución de AG₃ (0,05%). * (% PN) Promedio de 3 repeticiones de 50 cariopsis.

Fig. 6. *M. selloana* caryopsis germination with a water wet substrate (control) and a AG₃ (0.05%) solution. * (% PN) Average of 3 replicates of 50 caryopsis.



Fig. 7. Plántula normal de *M. selloana* en un ensayo de germinación entre papel a 25 °C. a) 4 días, b) 5 días, c) 7 días, d) 9 días, e) 10 días.

Fig. 7. *M. selloana* normal seedling in a germination test in paper at 25 °C. a) 4 days, b) 5 days, c) 7 days, d) 9 days, e) 10 days.

Las cariopsis sembradas con un contenido de agua de 9,5% dieron 39% de plántulas normales. En la figura 6 se observa un grupo de semillas de rápida germinación a los 4 días; luego, el número de plántulas normales aumenta gradualmente hasta los 10 días, y permanece constante hasta los 17 días. Al finalizar el ensayo, se hallaron 47% de semillas frescas y 14% de semillas muertas. Similar comportamiento tuvieron las semillas tratadas con AG₃, pero con mayor cantidad de plántulas normales (50%), 35% de semillas frescas y 15% de semillas muertas. Dado el comportamiento mencionado, se propone el pretratamiento con AG₃, un primer conteo a los 4 días y un segundo a los 10 días, pudiendo prolongarse el ensayo hasta 7 días. Los patógenos necrotrofos hallados externamente en las semillas muertas del ensayo de germinación fueron *Alternaria* sp. y *Curvularia* sp., los cuales se consideran que no inciden en la viabilidad del embrión. *M. selloana* es una Monocotiledónea gramínea con germinación hipógea, con una raíz primaria esencial. La plántula normal (Fig. 7) se asemeja a la descrita para los géneros *Lolium*, *Brachiaria*, *Bromus*, *Chloris* y otros del Tipo D1 (ISTA, 2006). La parte de la plántula que crece hacia la luz y se torna verde es la hoja primaria, que inicialmente está cubierta por el coleoptilo.

CONCLUSIÓN

La estructura de la sinflorescencia constituida por la unidad de floración con paraclados cortos y por el trofotagma con numerosos paraclados del trofotagma de primer, segundo y tercer orden, contribuye a la producción de numerosos diseminulos a través del periodo reproductivo. La característica en la sinflorescencia de desarticulación de los diseminulos, la elevada humedad de las cariopsis, así como la mediana cantidad de cariopsis con capacidad para germinar, indicarían la conveniencia de una cosecha manual continua en el período reproductivo, secado (natural) de los diseminulos, y la evaluación del poder germinativo de las cariopsis. Estos conocimientos de la especie puestos en función de la diseminación, permitirían la multiplicación de la especie en campos de pastoreo.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Ing. Agr. Abelardo Vegetti por su contribución en la descripción de la sinflorescencia de *Mnesithea selloana* y por la lectura y sugerencias al manuscrito. Al Laboratorio de Fitopatología de la FCA UNER por la determinación de los patógenos hallados en el análisis de germinación.

REFERENCIAS

- Allred, K.W. (1982). Describing the Grass Inflorescence. *Journal of Range Management* 35: 672-695.
- Antón, A.M. (1975). Notas críticas sobre gramíneas de argentina. *Kurtziana* 8: 61-69.
- Burkart, A. (1969). Flora Ilustrada de la provincia de Entre Ríos. Colección Científica del INTA. Tomo II, 551 p.
- Cámara Hernández, J. y G.H. Rúa (1991). The synflorescence of Poaceae. *Beiträge zur Biologie Pflanzen* 66: 297-311.
- Clayton, W.D. (1969). A revision of the genus *Hyparrhenia*. *Kew Bulletin Addit. Ser.* 2: 1-196.
- Clayton, W.D. (1972). The Awned Genera of Andropogoneae. Studies in the Gramineae: XXXI. *Kew Bulletin* 27: 457-474.
- Di Rienzo, J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. González, M. Tablada y C.W. Robledo (2010). InfoStat versión 2010. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- ISTA (2006). Handbook on Seedling Evaluation. 3rd. ed. International Seed Testing Association. Switzerland.
- ISTA (2010). Rules International Seed Testing Association. Switzerland.
- Martin, A.C. (1946). The comparative internal morphology of seeds. *American Midland Naturalist* 36: 513-660.
- Nicora, E.G. y Z. Rúgolo de Agrasar (1987). Los Géneros de gramíneas en América Austral. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina, 661 p.
- Quarín, C.L. (1979). Los Géneros *Rhytachne* y *Coelorhachis* (Gramínea) en Argentina. *Kurtziana* 12-13: 7-35.
- Rúa, G.H. (1999). Sinflorescencias. Bases teóricas para su análisis. Sociedad Argentina de Botánica. Buenos Aires, Argentina, 100 p.
- Sell, Y. (1976). Tendances évolutives parmi les complexes inflorescentiels. *Revue Générale de Botanique* 83: 247-267.
- Vegetti, A.C. (1997). Sobre la estructura de la sinflorescencia en especies de Rottboelliinae (Poaceae – Andropogoneae). *Candollea* 52: 475-495.