

Germinación y crecimiento inicial de *Habranthus gracilifolius* y *Rhodophiala bifida*, amarilidáceas nativas con potencial ornamental ¹

Germination and initial growth of *Habranthus gracilifolius* and *Rhodophiala bifida*, native amaryllidaceae with ornamental potential

María Lis Echeverría ²

Sara Isabel Alonso ²

Originales: Recepción: 10/02/2009 - Aceptación: 01/12/2009

RESUMEN

La azucena del campo (Az-del campo) (*Habranthus gracilifolius*) y la azucenita colorada (Az-colorada) (*Rhodophiala bifida*) son bulbosas nativas de Argentina de valor ornamental potencial, de las que se tiene escasa información sobre la germinación y el crecimiento. Para establecer la aptitud germinativa, el régimen de incubación más adecuado, y el crecimiento de las hojas y los bulbos, se realizó un ensayo de germinación y las plántulas se cultivaron en macetas durante un año. Se emplearon cuatro regímenes de incubación: temperatura constante de 20°C y alternadas de 20°/30°C y de 10°/20°C, todos con 8 horas de luz, y de 10°/20°C en oscuridad. Las semillas resultaron fotoblásticas neutras. A temperaturas de 20°C o de 10°/20°C, en ambas especies, la energía y el poder germinativo superaron el 75 y 92%, respectivamente, pero temperaturas de 20°/30°C demoraron la germinación. De otoño a fin de primavera las plantas presentaron hasta 4 hojas en Az-del campo y 2,5 hojas/planta en Az-colorada, pero en verano no exhibieron hojas. Los bulbos presentaron crecimiento lineal, siendo mayores las

SUMMARY

False zephyr (Az-del campo) (*Habranthus gracilifolius*) and hurricane lily (Az-colorada) (*Rhodophiala bifida*) are native Argentinean species with ornamental potential value, but there is not enough information about these species. To establish the germination aptitude and the most suitable incubation regime, as well as the growth of leaves and bulbs, a germination test was performed and the seedlings were cultivated in pots during a year. Four incubation regimes were used: constant temperature of 20°C, or alternating temperatures of 10°/20°C or 20°/30°C, all with 8 hours of light, and alternating of 10°/20°C in darkness. Seeds of both species had a neutral reaction to light and at temperatures of 20°C or 10°/20°C, the energy and the final germination percentage were higher than 75 and 92%, respectively, but under 20°/30°C the germination was delayed. From autumn to the end of spring the plants of Az-del campo showed up to 4 leaves and Az-colorada 2.5 leaves/plant, but in summer both species had not leaves at all. The bulbs showed lineal growth and the rates of Az-del campo (width = 0.022; length = 0.049 mm.day⁻¹)

1 Trabajo subsidiado por la Universidad Nacional de Mar del Plata a través del Proyecto 15/A247.

2 Unidad Integrada: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata / Estación Experimental Agropecuaria, Balcarce, INTA. C. C. 276. (7620) Balcarce, Buenos Aires. Argentina. salonso@balcarce.inta.gov.ar

tasas en Az-del campo (ancho = 0,022 y longitud = 0,049 mm.día⁻¹) que en Az-colorada (ancho = 0,011 y longitud = 0,014 mm.día⁻¹). La multiplicación por semillas es efectiva, pero en ambas especies se necesita más de un año para alcanzar el estadio reproductivo.

were higher than those of the Az-colorada (width = 0.011; length = 0.014 mm.day⁻¹). The seed multiplication is effective but both species need more than a year from seedling emergency to reach reproductive stage.

Palabras clave

bulbos • energía • hojas • semillas • temperatura

Keywords

bulbs • energy • leaves • seeds • temperature

INTRODUCCIÓN

La familia botánica de las Amarilidáceas está integrada por especies herbáceas o suculentas perennes, que pueden presentar bulbos, rizomas o cormos, hojas lineales a lanceoladas generalmente basales y flores vistosas (2). Muchas de ellas se cultivan por su valor textil u ornamental, mientras que otras son reconocidas como ornamentales potenciales, como es el caso de las pertenecientes a los géneros *Rhodophiala* y *Habranthus* (13, 21).

Ambos géneros son originarios de Sudamérica y reúnen especies de colorida floración, entre las que se destacan la azucenita colorada: *Rhodophiala bifida* (Herb.) Trauv. (*Habranthus bifidus* Herb.; *Hippeastrum bifidum* (Herb.) Baker; *Amaryllis bifida* (Herb.) Spreng.) de flores rojas, y la azucena del campo: *Habranthus gracilifolius* Herbert (*Amaryllis gracilis* Spreng.; *Hippeastrum gracilifolium* (Herb.) Baker; *Zephyranthes gracilifolia* (Herb.) Baker) de flores rosadas. Estas especies son nativas de Uruguay y de Argentina y en este último país se desarrollan desde la región noreste hasta la provincia de Buenos Aires, en la que crecen en los campos fértiles, las sierras y la estepa clímax (2, 3, 19).

H. gracilifolius y *R. bifida* son especies bulbosas de floración estival consideradas recursos genéticos valiosos por su potencial ornamental y melífero (12, 16, 27), cuyo cultivo es esporádico (9, 13). El uso de recursos genéticos nativos para el desarrollo de plantas ornamentales está en sus etapas iniciales (24, 26) y si bien la introducción de nuevas especies en floricultura es una tendencia creciente, su logro requiere disponer de pautas confiables para el manejo y la multiplicación efectiva en condiciones de cultivo.

Las especies bulbosas pueden multiplicarse en forma agámica a través de bulbillos hijos o mediante el cultivo de escamas o *scaling* (20). Sin embargo, una forma más simple y económica es la obtención de plantas mediante reproducción sexual, aunque esta vía sólo es efectiva si permite obtener un elevado número de plántulas. Para ello es fundamental contar con numerosas semillas de elevado potencial de germinación (7). Las características germinativas de un lote de semillas se determinan a través de análisis clásicos de germinación, realizados siguiendo un protocolo apropiado para la especie (10, 22). Sin embargo, se desconocen las condiciones de

incubación más adecuadas para establecer el potencial de germinación de estas dos especies silvestres, pues la aptitud germinativa fue escasamente analizada en Az-colorada (23), y si bien Maza *et al.* (21) estudiaron diferentes aspectos de la germinación en especies de *Habranthus* no involucraron a la Az-del campo.

Cabrera (2) y Hurrell *et al.* (13) brindan detalladas descripciones morfológicas de estas especies, y aunque hacen referencia a la época de aparición de las hojas y las flores, dicha información resulta insuficiente para generar pautas para su cultivo lejos de su ambiente natural. El siguiente trabajo se realizó con el objetivo de establecer la aptitud germinativa de las semillas y las condiciones de incubación más apropiadas para realizar las pruebas de germinación en Az-colorada y Az-del campo, así como para determinar la modalidad de crecimiento vegetativo durante el primer año de cultivo en el sudeste bonaerense.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon semillas de azucena del campo (*Habranthus gracilifolius* = Az-del campo) y de azucenita colorada (*Rhodophiala bifida* = Az-colorada) coleccionadas a mediados de abril de 2006, de poblaciones silvestres desarrolladas en la Sierra de los Padres (37°57'32" S - 57°47'21" O), Partido de General Pueyrredón, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Los frutos se trillaron a mano y las semillas fueron colocadas en bolsas de papel poroso y mantenidas a temperatura ambiente de laboratorio por dos meses, momento en que se describieron, se determinó el peso de 100 semillas como el promedio de 4 muestras y se iniciaron las pruebas de germinación.

El porcentaje de semillas germinadas se estableció con un ensayo por especie, según un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones por tratamiento térmico-lumínico. Por tratarse de germoplasma escaso, sólo se emplearon 25 semillas por repetición (6), seleccionadas al azar del total disponible luego de la trilla. Las semillas de cada repetición se colocaron en cajas de Petri, bajo el sistema "top paper" (15), sobre un substrato formado por una capa delgada de algodón cubierta con papel de filtro, que fue humedecido con agua destilada. Las cajas fueron mantenidas durante 20 días en un germinador bajo uno de los cuatro tratamientos térmico-lumínicos de incubación presentados en la tabla 1.

Tabla 1. Condiciones térmicas y lumínicas de incubación (tratamientos) para las semillas de Az-del campo y Az-colorada (L = luz; O = oscuridad).

Table 1. Light and temperature conditions of incubation (treatment) for false zephyr and hurricane lily seeds (L = light, O = dark).

Tratamiento	Temperatura (°C)	Luz (horas)
20/30-LO	Alternada: 20°/30° (8/16 h)	16
10/20-LO	Alternada: 10°/20° (8/16 h)	16
10/20-O	Alternada: 10°/20° (8/16 h)	0
20-LO	Constante: 20° (24 h)	16

En los regímenes térmicos alternados, la luz se aplicó durante el período de mayor temperatura.
In the alternating thermal regimes, light was applied during the period of highest temperature.

Para ello se emplearon tres germinadores del Laboratorio de Germoplasma de la Estación Experimental Agropecuaria del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Balcarce y otro del Laboratorio de Análisis de Semillas de la misma institución (marcas THERMAC.Phit-O-Therm y TECHNO, respectivamente). Estas cámaras de ambiente controlado programable contaban con ciclado térmico coordinado con el fotoperíodo, e iluminación de 1500 Lux (± 200) aportada por tubos fluorescentes suspendidos sobre cada bandeja del germinador.

El ensayo se inició el 5 de julio de 2006 y a los 6, 8, 15 y 20 días desde el inicio se registró el número de semillas germinadas, entendiéndose por tales aquellas que presentaban desarrollo de raíces y estructuras foliares de al menos 3 mm. Con esos datos se estableció en cada especie la evolución de la germinación, la fecha conveniente para establecer el primer recuento (energía) y el poder germinativo. También se estimó la velocidad de germinación a través del índice de germinación:

$$\text{Índice} = [\sum (N_i \times D_i) / \sum N_i]$$

donde

N_i = número de plántulas nuevas aparecidas en cada recuento i

D_i = número de días desde la incubación hasta el recuento i

Dicho índice corresponde a la inversa de la velocidad de germinación, de allí que a mayor índice menor es la velocidad de ese proceso (1).

Las plántulas obtenidas de los análisis de germinación fueron trasplantadas a una bandeja plástica para plantines, con celdas cónicas de 4,5 cm de diámetro superior y 7 cm de profundidad, que contenían un sustrato en proporción (2:1:1): 2 partes de tierra fértil (textura: franca; pH: 6,7; conductividad eléctrica: 0,3 dS/m; materia orgánica: 2,3%; fósforo: 23 ppm; nitrógeno como nitratos: 42 ppm), una parte de perlita y otra de turba rubia de *Sphagnun*. Los plantines se mantuvieron durante 45 días a temperatura ambiente de laboratorio, la que osciló entre 8 y 15°C, y luz natural correspondiente al período invernal de Balcarce. Posteriormente, a mediados de septiembre, se volvieron a trasplantar en forma individual en macetas plásticas cónicas, de 8,5 cm de diámetro, conteniendo 0,3 L del mismo sustrato, sin fertilización adicional. Las plantas se mantuvieron en un invernáculo con paredes de malla antiáfidos y techo de policarbonato traslúcido, bajo condiciones de luz natural y temperatura variable según la época, resultando aproximadamente superior en 2 a 3°C (pudiendo llegar a 5° en verano), a la temperatura del aire registrada en Balcarce durante el período septiembre 2006 a septiembre 2007 (tabla 2, pág. 27).

En 7 fechas del primer ciclo de crecimiento (14/9, 24/10, 6 y 20/11, 5 y 21/12, 29/1) y 4 del segundo ciclo (15/3, 24/4, 19/7, 4/10) se registró el número de hojas vivas por planta, la longitud de la hoja más larga y el ancho foliar de la misma en 10 individuos de cada especie. También sobre 10 individuos por especie se midió con regla la longitud de los bulbos, considerando la misma desde el disco basal hasta el extremo superior donde el diámetro se estrecha y se visualizan las hojas, y el ancho, medido en la zona correspondiente al ancho máximo del bulbo. Los registros se efectuaron en 5 fechas en Az-colorada (14/9, 6 y 20/11, 5/12 y 19/7) y en siete fechas para Az-del campo (14/9, 24/10, 6 y 20/11, 21/12, 24/4 y 19/7).

Tabla 2. Promedios de temperaturas máximas, mínimas y medias para Balcarce (Buenos Aires) para el período 9/2006 a 9/2007 (14).

Table 2. Averages of maximum, minimum and mean temperatures for Balcarce (Buenos Aires) for the period 9/2006 to 9/2007 (14).

Meses (2006/2007)	T. máxima (°C)	T. mínima (°C)	T. media (°C)
9	17,0	4,7	10,8
10	20,3	8,3	14,4
11	23,3	8,6	16,0
12	27,9	14,1	21,0
1	29,1	14,3	20,0
2	28,4	13,1	21,2
3	22,8	13,7	18,0
4	20,3	10,0	11,0
5	14,0	5,0	9,6
6	10,0	2,2	7,6
7	14,0	0,7	6,0
8	8,7	1,4	6,8
9	24,5	7,6	12,5

Los datos sobre germinación se analizaron mediante un análisis de la varianza por especie (18). También se estimó la correlación entre el índice de germinación y el porcentaje de semillas germinadas. Para las variables referidas a hojas se asumió independencia entre los registros por haberse realizado sobre diferentes individuos en cada fecha, por lo que se efectuó un análisis de la varianza considerando un diseño completamente aleatorizado por especie, con fechas como tratamientos y diez repeticiones.

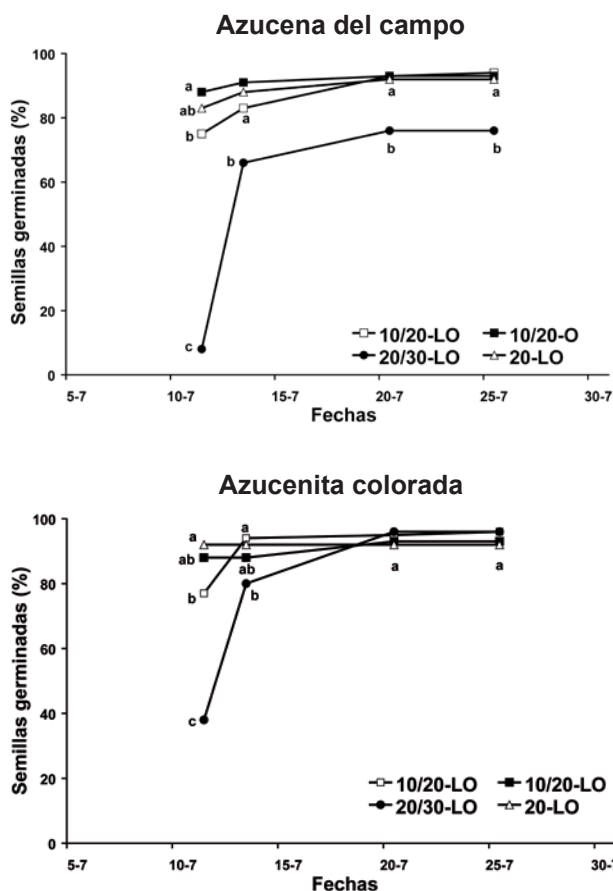
En todos los casos las comparaciones entre medias de tratamientos se efectuaron mediante la diferencia mínima significativa (DMS), considerando un valor de α del 5%; los análisis estadísticos se efectuaron mediante el programa SAS (25). Las tasas de incremento de la longitud y el ancho de los bulbos se estimaron mediante regresión simple de los valores promedio de cada variable en función de la fecha.

RESULTADOS

En ambas especies las semillas se disponían muy próximas entre sí, en número variable que osciló entre 15 y 30 por lóculo, aunque las ubicadas en el extremo superior de la cápsula generalmente eran más pequeñas y tenían aspecto de vanas. En Az-del campo el peso de 100 semillas alcanzó 0,17 g (\pm 0,016 g), mientras que en Az-colorada el peso de 100 semillas fue de 0,72 g (\pm 0,041 g).

Se encontraron semillas germinadas al 6° día de incubación en ambas especies y en todos los regímenes térmico-lumínicos, si bien el porcentaje de germinación a esa

fecha resultó significativamente menor ($P < 0,0001$) en el tratamiento 20/30-LO (figura 1). Bajo esas condiciones sólo germinó un 8 y un 40% de las semillas de Az-del campo y de Az-colorada, respectivamente, mientras que en los otros regímenes la germinación fue superior al 75%, independientemente de la especie. Si bien en esos tres regímenes el porcentaje de germinación fue elevado, se detectaron diferencias significativas entre el régimen de incubación de 10/20-LO y el tratamiento con mayor porcentaje de germinación, que fue el de 10/20-O en Az-del campo y el de 20-LO en Az-colorada.



En cada fecha, letras iguales entre regímenes de incubación indican diferencias no significativas para $\alpha = 0,05$.
 At each date, the same letters within incubation regimes indicate no significant differences for $\alpha = 0.05$.

Figura 1. Porcentaje de semillas germinadas al 6° día de incubación (11/7, primer recuento), al 8°, 15° y 20° día (25/7) en azucena del campo y azucenita colorada bajo 4 regímenes de incubación (véase tabla 1, pág. 25).

Figure 1. Percentage of seeds germinated at the 6th day of incubation (11/7, first counting), the 8th, 15th and 20th days (25/7) of false zephyr and hurricane lily under 4 incubation regimes (see table 1, page 25).

El porcentaje de semillas germinadas se incrementó entre el 6° y el 15° día en proporciones variables según el régimen de incubación, pero entre esa última fecha y el 20° día de incubación no se registró ningún incremento en germinación superior al 1% (figura 1, pág. 28), y no germinó ninguna semilla con posterioridad a esa fecha. El poder germinativo a los 20 días no difirió entre regímenes de incubación en Az-colorada ($P = 0,6$), especie que alcanzó una germinación promedio de 94,5%. En Az-del campo, el poder germinativo a los 20 días con el régimen de 20/30-LO fue del 76%, significativamente menor que en los otros regímenes cuyo promedio ascendió a 93% ($P = 0,036$). Al finalizar la experiencia se observó que entre ambas especies y sólo considerando los tratamientos que no incluían temperaturas alternas de 20°/30°C, el promedio de semillas sin germinar fue del 6,25%. De ellas, aproximadamente la mitad no presentaba infección fúngica superficial y por su reducido espesor se encontraban aparentemente vanas. En cambio, el resto y la mayoría de las semillas no germinadas a 20/30-LO se hallaban con presencia de hongos sobre y alrededor de las semillas o se deshacían a la más mínima presión.

El índice de germinación difirió entre regímenes de incubación, siendo para ambas especies mayor en 20/30-LO ($P < 0,003$; tabla 3), en el que las semillas demandaron en promedio más de 8,3 días en germinar. El tratamiento en el cual las semillas requirieron menos tiempo para germinar fue 10/20-O para Az-del campo (6,27 días) y 20-LO para Az-colorada (6 días). La correlación entre el índice de germinación y el porcentaje de semillas germinadas a los 6 y los 20 días fue en ambos casos negativa y altamente significativa ($r = -0,94$ y $r = -0,62$, respectivamente).

Tabla 3. Índice de germinación de las semillas de Az-del campo y Az-colorada sometidas a diferentes regímenes térmico-lumínicos (tratamientos).

Table 3. Seed germination index of false zephyr and hurricane lily at different temperature and light regimes (treatments).

Tratamientos *	Índice de germinación (días)	
	Az-del campo	Az-colorada
20/30-LO	8,77 a	8,40 a
10/20-LO	7,27 b	6,60 b
10/20-O	6,27 c	6,50 bc
20-LO	6,50 bc	6,00 c

* Los tratamientos se describen en la tabla 1 (pág.25).

Letras iguales dentro de una misma especie indican diferencias no significativas para $\alpha = 0,05$.

The same letters within species indicated no significant differences for $\alpha = 0.05$.

Las plantas de Az-del campo presentaron hojas desde que emergieron las plántulas en julio, hasta fin de diciembre de 2006. Posteriormente se mantuvieron sin follaje durante el verano y reiniciaron la formación de hojas una vez comenzado el otoño de 2007. En ambos períodos la variación en el número de hojas vivas entre fechas resultó significativa ($P < 0,0001$). En la primera estación de crecimiento (2006) se registró un máximo de 2,5 hojas vivas por planta a mediados de noviembre, mientras que el máximo fue de 4 hojas por planta luego del reposo estival, a fin de abril (figura 2, pág.30).

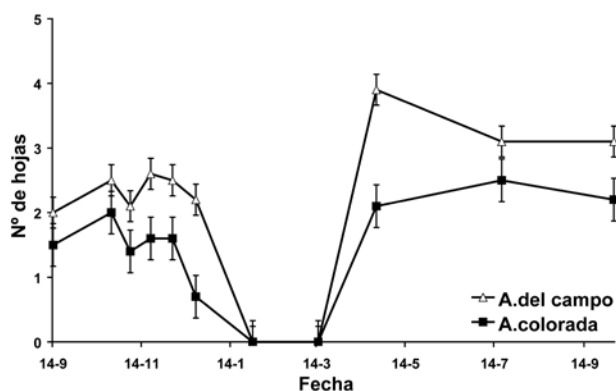


Figura 2. Evolución de número de hojas vivas por planta en azucena del campo y azucenita colorada desde el estadio de plántula (14/9/06) al juvenil (4/10/07).

Figure 2. Evolution of number of living leaves per plant in the false zephyr and hurricane lily from the seedling (14/9/06) till the juvenile stage (4/10/07).

En Az-colorada se observó el mismo comportamiento que en Az-del campo en cuanto al período con presencia de follaje y la variación significativa del número de hojas entre fechas de la primera y segunda estación de crecimiento ($P < 0,0001$). En esta especie se registró un máximo de 2 hojas vivas por planta a fin de octubre, para llegar hasta un máximo de 2,5 hojas vivas/planta en julio de 2007. En ambas especies las hojas permanecieron vivas por un período prolongado, observándose escaso recambio de las mismas, y siempre se registró menor número de hojas por planta en Az-colorada.

En Az-del campo la longitud de la hoja más larga varió significativamente en función de la fecha ($P < 0,0001$), al igual que en Az-colorada ($P < 0,0001$) (figura 3).

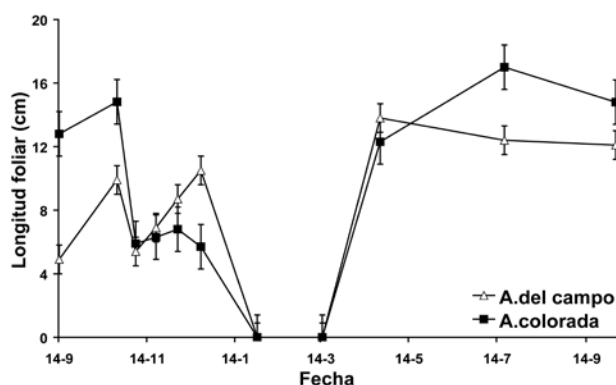


Figura 3. Longitud de la hoja más larga en azucena del campo y azucenita colorada desde el estadio de plántula (14/9/06) al juvenil (4/10/07).

Figure 3. Length of the longest leaf in false zephyr and hurricane lily from the seedling (14/9/06) to the juvenile stage (4/10/07).

Las hojas de esta última especie alcanzaron una longitud máxima de 12,8 y 17 cm en el primer y segundo período de crecimiento, mientras que las hojas de Az-del campo resultaron menores, i.e. 10,5 cm en el primer ciclo de crecimiento y 13,8 cm en el segundo (figura 3, pág. 30).

Las hojas de las plántulas y las de las juveniles del primer año resultaron filiformes de sección cilíndrica a subcilíndrica en ambas bulbosas, con un ancho de 0,8 mm en Az-colorada y de 1,1 mm en Az-del campo, mientras que las del segundo ciclo presentaron contorno linear y en ambas especies llegaron a los 4 mm de ancho.

A los 31 días del trasplante definitivo (septiembre de 2006), los bulbos de Az-del campo midieron 0,22 cm de ancho y 0,69 cm de longitud, y para julio del año siguiente alcanzaron 0,98 x 2,41 cm. En esa especie, el ancho de los bulbos aumentó en forma lineal ($r = 0,99$) y también la longitud ($r = 0,93$), siendo mayor la tasa de incremento mensual en longitud (figura 4). Para las mismas fechas, los bulbos de Az-colorada presentaron un tamaño de 0,25 x 1,31 cm y de 0,68 x 1,91 cm, respectivamente.

Las tasas de incremento durante el primer año también fueron lineales para ancho y longitud de los bulbos ($r = 0,94$ y $r = 0,92$, respectivamente), siendo el incremento mensual ligeramente mayor también para longitud (figura 4).

En ambas especies las tasas de incremento en el tamaño de los bulbos fueron altamente significativas, con alto ajuste, y en todos los casos resultaron mayores en Az-del campo.

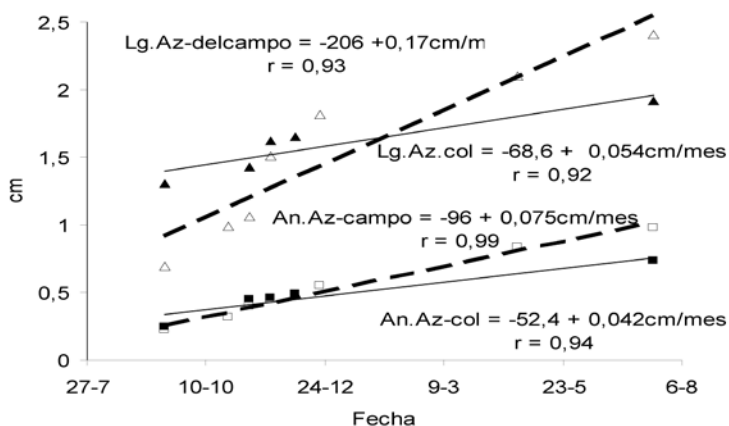


Figura 4. Longitud (\triangle) y ancho (\square) promedio de los bulbos en azucena del campo (blanco) y azucenita colorada (negro), y tasas de incremento mensual de la longitud (Lg.) y del ancho (An.), desde el estadio de plántula (14/9/06) al juvenil (19/7/07).

Figure 4. Means of length (\triangle) and width (\square) of the bulbs in false zephyr (white) and hurricane lily (black), and monthly growth rates of length (Lg.) and width (An.), from the seedling (14/9/06) to the juvenile stage (19/7/07).

DISCUSIÓN

Tanto en Az-del campo como en Az-colorada los frutos poseen numerosas semillas, pero no se ha establecido un número aproximado de éstas (2, 13). Considerando los tres lóculos de cada fruto, se esperaría que éstos contaran con al menos 45 semillas cada uno, lo que puede considerarse una alta producción de semillas por fruto; sin embargo, la cantidad de semillas puede alcanzar las 80 a 90 en frutos con buen desarrollo. Si a ello se le suma la cantidad de frutos esperables por planta, Az-colorada tendría mayor potencial de formación de semilla ya que sus inflorescencias sostienen entre 2 y 7 flores, mientras que en Az-del campo los escapos florales son uni a bi-floros de acuerdo con lo señalado por Hurrell *et al.* (13). Dichos autores mencionan que las semillas de esta última son planas y negras, lo cual es coincidente con lo observado en este estudio, pero además resultaron similares a las características que presentaron las semillas de Az-colorada.

En ambas especies también fueron similares el contorno deltoide de la semilla y el brillo intenso y la textura lisa de los tegumentos seminales. Sin embargo, las semillas de ambas especies se diferenciaron por el tamaño y el peso, ya que en Az-del campo la longitud fue menor que en Az-colorada y su peso correspondió aproximadamente a la cuarta parte.

El porcentaje de germinación de ambas especies a los 6 días de incubación fue alto ya que más del 75% de las semillas germinaron, al menos en los regímenes térmicos que no involucraban temperaturas de 30°C. El potencial germinativo en Az-colorada fue elevado, ya que bajo algunos regímenes alcanzó valores absolutos de germinación del 96%. Los resultados coinciden con los registros obtenidos por Rodrigo *et al.* (23), quienes para otra población del Partido de General Pueyrredón (Buenos Aires, Argentina) reportaron un poder germinativo del 92 y 96% en lotes de semillas sin y con desinfección previa, respectivamente.

También se observa un alto potencial de germinación en Az-del campo, especie en la que se alcanzó un máximo absoluto de 94% de germinación, el cual se halla muy próximo al máximo registrado por Maza *et al.* (21) y Rosselló *et al.* (24) en otras azucenas del género *Habranthus*. La energía y el índice de germinación o su inversa, la velocidad de germinación, son indicadores del vigor de las semillas (22). Las dos variables resultaron coincidentes en la estimación del vigor de las semillas, y si bien fueron adecuados predictores del potencial de germinación en ambas especies, el poder germinativo final presentó mayor correlación con la energía germinativa ($r = 0,75$) que con el índice de germinación ($r = -0,62$).

Las semillas de ambas amarilidáceas presentaron nula a escasa dormición innata ya que germinaron casi en su totalidad luego de dos meses de la cosecha (4). Ambas especies resultaron ser fotoblásticas neutras, denominación que según Cardinali (4) le corresponde a las semillas que son capaces de germinar con y sin aporte de luz, tal como fuera observado específicamente bajo los regímenes térmicos de 10/20-LO y 10/20-O. La fecha del primer recuento podría establecerse al 6° día de incubación

e incluso antes, mientras que la determinación del poder germinativo ya puede realizarse a los 15 días de iniciada la prueba, debido a que, independientemente de las condiciones de incubación, el porcentaje de semillas germinadas no varió significativamente al postergar cinco días más el registro final.

Las condiciones más adecuadas para realizar las pruebas de germinación en Az-del campo y Az-colorada podrían ser tanto un régimen de temperatura constante de 20°C con fotoperíodo de 8 horas como un régimen de temperaturas alternas de 10°/20°C en oscuridad, puesto que con dichos regímenes se lograron porcentajes promedio de germinación del 93% en Az-del campo y del 95,5% en Az-colorada.

Los regímenes mencionados como los más adecuados fueron los que determinaron mayor energía germinativa, velocidad y poder germinativo. El régimen que incluía un período a 30°C demoró la germinación en ambas especies, pero en Az-del campo lo hizo en mayor medida. El efecto de este régimen se prolongó en el tiempo y afectó negativamente el potencial germinativo de esa especie, aunque no tanto el de Az-colorada, que sólo presentó menor germinación absoluta.

La demora en iniciar la germinación determinada por ese tratamiento también se constató a través del índice de germinación, el cual indicó que ésta fue más lenta. En promedio, las semillas requirieron entre 2 y 2,5 días más para germinar completamente, en relación con el período empleado por las semillas incubadas bajo los regímenes más favorables.

Las semillas utilizadas se eligieron al azar y no fueron previamente desinfectadas, de allí que ante condiciones de humedad y alta temperatura como las del tratamiento 20/30-LO se incrementara el desarrollo de hongos, ya que la presencia de esporas es común sobre la superficie de las semillas (5). El desarrollo de estos patógenos determina infecciones secundarias que suelen afectar la viabilidad de las semillas, especialmente de aquellas que demoran en germinar o son vanas (11).

Rodrigo *et al.* (23) constataron una diferencia de germinación del 4% en semillas de Az-colorada sin desinfectar, en relación con las desinfectadas previamente, mientras que otro 4% permaneció sin geminar. Estos valores son similares a los presentados por ambas azucenas silvestres en este estudio en los tratamientos que incentivaron una germinación rápida, indicando la alta potencialidad de germinación de las semillas de ambas especies cuando son incubadas a regímenes adecuados, y que dicho potencial mejoraría si se efectúa una desinfección previa a la incubación o a la siembra.

La formación de hojas fue escasa ya que en el segundo ciclo de crecimiento las plantas sólo contaron con 2,5 hojas/planta en Az-colorada y 4 hojas/planta en Az-del campo. Ambos valores se encuentran dentro del rango mencionado para estas bulbosas, que es de 2 a 3 para la primera (9), y de 3 a 5 para la segunda (13). Las hojas de Az-del campo presentaron menor longitud que las de la otra azucenita pero similar ancho, especialmente en el segundo ciclo de crecimiento. Sin embargo, en ambas especies la

longitud foliar resultó menor que el umbral mínimo mencionado por Hurrell *et al.* (13) y lo mismo ocurrió con el ancho foliar en Az-colorada, que puede ser de hasta 13 mm (9). Por el contrario, las hojas del segundo ciclo de Az-del campo superaron los 3 mm de ancho, valor máximo con que Hurrell *et al.* (13) describen la especie.

En el estadio de plántula, los bulbos de Az-colorada resultaron más anchos y largos que los de Az-del campo, pero como en esta última crecen a mayor tasa, para el segundo ciclo de crecimiento superaron a aquella en ambas dimensiones. Los bulbos de Az-del campo pueden medir entre 2 y 3,3 cm de diámetro, mientras que los de Az-colorada, entre 2,5 y 4 cm (13). Durante el primer año de vida ninguna de las dos azucenas silvestres alcanzó valores de ancho de bulbo comparables a los registros de diámetro mencionados por Hurrell *et al.* (13), probablemente porque ellos se refieren a dimensiones logradas por plantas adultas y en el presente estudio las plantas no habían llegado a dicho estadio. Prueba de ello es que ninguna floreció en el verano del primer ni del segundo ciclo, coincidiendo con lo mencionado por Hurrell *et al.* (13). Además, en ningún caso se registró la formación de bulbillos hijos y a pesar de haberse cultivado con abundante substrato, sin deficiencias hídricas ni competencia de otras plantas, las hojas y los bulbos no alcanzaron las dimensiones mencionadas en las descripciones de esas especies (2, 9, 13).

La Az-del campo y la Az-colorada son plantas geófitas y como tales protegen las yemas de renuevo debajo del nivel del suelo, en los bulbos, para sortear la estación desfavorable (17). Para ambas especies la estación adversa es el verano, ya que si bien en esa época florecen mediante la emisión de un escapeo floral, la planta carece por completo de hojas (2, 27). Como en estas azucenas silvestres la dispersión de las semillas es otoñal (13), éstas deben germinar y posibilitar el establecimiento de las plántulas y la formación de hojas en la primavera, antes de que se produzca el reposo estival. La nula o escasa dormición de las semillas favorecería la rápida germinación luego de la dispersión, la que podría ocurrir desde mediados del otoño hasta inicios de la primavera, es decir entre abril y septiembre, período en el cual en el sudeste bonaerense las temperaturas medias mensuales históricas oscilan entre 6 y 14,9°C (14), lo que explicaría el mayor vigor observado ante los regímenes de incubación que incluían temperaturas comprendidas entre los 10 y 20°C. Períodos con temperaturas máximas de 28°C o superiores en el sudeste bonaerense ocurren sólo en el 60% de los días de diciembre, enero y febrero, lo que coincide con la etapa de reposo vegetativo de ambas especies.

La baja velocidad y energía de germinación observada en estas azucenas silvestres ante el tratamiento que involucraba mayores temperaturas podría explicarse como un bloqueo o resistencia de las semillas al proceso germinativo bajo condiciones térmicas elevadas con el fin de evitar que las plántulas se establezcan en condiciones desfavorables. Dicho bloqueo fue menos intenso en Az-colorada, pues ésta logró un alto stand de plántulas (92%) aunque con demora en relación con los otros regímenes, mientras que en Az-del campo sólo germinó el 76% de las semillas. De todos modos, para cualquiera de las plántulas de esas especies que lograran emerger en verano, la supervivencia estaría altamente comprometida por la restricción que dicha estación ejerce sobre el crecimiento foliar.

En ambas azucenas, el crecimiento foliar se verifica desde el otoño hasta el fin de la primavera, para cesar completamente en el verano. El crecimiento de los bulbos no sería similar: en ambas especies, dicho crecimiento fue lineal durante el primer año de vida, sin interrupción aparente durante el período estival, a diferencia de lo observado con el follaje. El comportamiento de estas bulbosas es similar al de otras geófitas comestibles de la familia de las Liliáceas, como la cebolla y el ajo, las que -como menciona Di Benedetto (8)- no toleran altas temperaturas durante la etapa vegetativa. Es por ello que a medida que se alarga el fotoperíodo y la temperatura aumenta, detienen el desarrollo foliar e inician la traslocación de las reservas hacia el bulbo para sobrevivir a los meses más cálidos bajo esa forma y reanudar el crecimiento foliar una vez transcurrida la estación estival o desfavorable.

CONCLUSIONES

La azucenita colorada y la azucena del campo presentaron alto potencial de formación de semillas, las que a su vez mostraron alta capacidad de germinación. Las semillas resultaron fotoblásticas neutras y las condiciones de germinación más favorables para lograr alta energía y velocidad junto con elevados porcentajes de germinación pueden lograrse con regímenes de incubación que incluyan temperaturas alternadas de 10/20°C, en oscuridad o temperatura constante de 20°C con fotoperíodo de 8 horas. La incubación con un régimen que involucraba temperaturas de 30°C determinó demoras en la germinación, detectables a través de la energía y la velocidad de germinación, así como mediante la disminución del número de semillas germinadas, especialmente en Az-del campo.

Ambas bulbosas se comportaron como geófitas cuya estación desfavorable es el verano, de allí que durante el período estival cesó el crecimiento foliar, las hojas formadas murieron y no fueron reemplazadas hasta el otoño, aunque el crecimiento de los bulbos continuó. Luego de un año de vida en condiciones de cultivo, el que involucró casi dos ciclos de crecimiento, el tamaño de las hojas y de los bulbos no alcanzó las dimensiones reseñadas en la literatura para ejemplares adultos de estas especies. Bajo condiciones de cultivo se requerirá más tiempo para que las plantas alcancen dicho estado y florezcan.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alonso, S.; Guma, R.; Clausen, M. 1999. Viability for salt tolerance during germination in *Lolium multiflorum* Lam. naturalized in the pampean grasslands. Genetic Resources and Crop Evolution. 46:87-94.
2. Cabrera, A. 1968. Flora de la Provincia de Buenos Aires. Colección Científica del INTA. Buenos Aires, Tomo 4, Parte 1ª. 623 p.
3. _____; Zardini, E. 1978. Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires. Ed. ACME S.A.C.I., Buenos Aires. 775 p.
4. Cardinali, F. J. 2004. Fundamentos fisiológicos de la germinación. Aspectos morfoanatómicos de las semillas. Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata, Buenos Aires. 170 p.

5. Christensen, C. M. 1972. Microflora and seed deterioration. En: Roberts, E.H. (ed.). Viability of seeds. Chapman and Hall LTD, London. p 59-79.
6. Clausen, A. 2008. La red de Bancos del INTA. Revista Análisis de Semillas Tomo 1, Vol. 2, N° 5: 75-76.
7. Di Benedetto, A. 2004. Cultivo intensivo de especies ornamentales. Bases científicas y tecnológicas. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires. 272 p.
8. _____ 2005. Cultivo intensivo de especies hortícolas. Bases científicas y tecnológicas. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires. 373 p.
9. Dimitri, M. J. 1972. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Vol I, 2ª edición. Ed. ACME S.A.C.I., Buenos Aires. 1028 p.
10. Ellis, R.; Hong, T. D. ; Roberts, E. 1985. Handbooks for genebanks: N° 2. Handbook of seed technology for genebanks. Vol. I. Principles and methodology. IBPGR. Rome, 210 p.
11. _____; Hong, T. D.; Roberts, E. 1985. Handbooks for genebanks: N° 3. Handbook of seed technology for genebanks. Vol. II. Compendium of specific germination information and test recommendations. IBPGR. Rome, 667 p.
12. Escaray, F. 2007. Estudio florístico de una ladera de la sierra Del Volcán (Sistema de Tandilia). Trabajo de Graduación. Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias, Unidad Integrada Balcarce. 71 p.
13. Hurrell, J. A.; Bazzano, D. H.; Delucci, G. 2005. Biota rioplatense X. Monocotiledóneas herbáceas, nativas y exóticas. Ed. Lola. Buenos Aires, Argentina. 319 p.
14. INTA. 2008. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Información Agrometeorológica. Datos Agrometeorológicos. <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/meteoro2.htm>, 03/08/08
15. ISTA. 2006. International rules for seed testing. International Seed Testing Association. Suiza. 3 a 11 - 3 a 12 p.
16. Lamberto, S. A.; Andrada, A. C. 2004. Plantas nativas con potencial ornamental del sur del Caldenal y sierras de Ventania. En: Actas del II Congreso Argentino de Floricultura y Plantas Ornamentales, VI Jornadas Nacionales de Floricultura y I Encuentro Latinoamericano de Floricultura. INTA, Buenos Aires. p. 116-118.
17. Lewis, J. P. 2001. La biósfera y sus ecosistemas: una introducción a la Ecología. Centro de investigaciones en Biodiversidad y Ambiente, ECOSUR. Rosario, Argentina. 209 p.
18. Little, T. M.; Hills, F. J. 1978. Agricultural experimentation. Design and analysis. John Wiley and Sons, Nueva York. 350 p.
19. Long, M. A. ; Grassini, C. M. 1997. Actualización del conocimiento florístico del Parque Provincial E. Tornquist. Informe Final. Convocatoria de Colaboración Recíproca Ministerio Asuntos Agrarios - Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina. 266 p.
20. Marinangeli, P.; Fracchinetti, C.; Chínestra, C.; Mockel, G.; Curvetto, N. 2006. Eficiencia de distintas alternativas de *scaling* para producción de bulbos de *Lilium longiflorum*). En: Actas del III Congreso Argentino de Floricultura y IIX Jornadas Nacionales de Floricultura. INTA, Buenos Aires. p. 420-423.
21. Maza, I. M.; Uría, R.; Roitman, G. G. 2004. Propagación sexual de diferentes especies nativas del género *Habranthus*. En: Actas del II Congreso Argentino de Floricultura y Plantas Ornamentales, VI Jornadas Nacionales de Floricultura y I Encuentro Latinoamericano de Floricultura. INTA, Buenos Aires. p. 43-45.
22. Peretti, A. 1994. Manual para el análisis de semillas. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires. 281 p.
23. Rodrigo, J. M.; Rosselló, F. J.; Marinangeli, P. A.; Curvetto, N. R. 2006. Germinación *in vitro* de *Rhodophiala bifida*. En: Actas del III Congreso Argentino de Floricultura y IIX Jornadas Nacionales de Floricultura. INTA, Buenos Aires. p. 428-430.

24. Rosselló, F. J.; Marinangeli, P. A.; Curvetto, N. R. 2004. Establecimiento *in vitro* de plántulas de *Habranthus tubispathus*. En: Actas del II Congreso Argentino de Floricultura y Plantas Ornamentales, VI Jornadas Nacionales de Floricultura y I Encuentro latinoamericano de Floricultura. INTA, Buenos Aires. p. 107-109.
25. SAS. 2001. SAS/STAT software:release 8.02. SAS Institute Inc. USA.
26. Torres, Y. A.; Long, M. A.; Zalba, S. M. 2008. Reproducción de *Pavonia cymbalaria* (Malvaceae), una especie nativa con potencial ornamental. *Phyton* 77: 151-160.
27. Van Olphen, A. 2007. Inventario florístico de un área de la sierra La Barrosa (Balcarce, Buenos Aires) y valoración agronómica de las especies. Trabajo de Graduación. Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias, Unidad Integrada Balcarce. 75 p.