

Phytocoenologia, 38 (1), 1–9
 Berlin–Stuttgart, ▶▶▶▶▶▶, 2008

Relaciones florísticas y características regenerativas en *Apurimacia dolichocarpa* (Fabaceae), especie endémica del centro de Argentina

por Guillermo FUNES y Marcelo CABIDO, Córdoba, Argentina

con 3 figuras y 1 tabla

Floristic relations and regenerative traits in *Apurimacia dolichocarpa* (Fabaceae), an endemic species of central Argentina

Abstract: *Apurimacia dolichocarpa* (Griseb.) Burkart is a narrow endemic species, restricted to rock outcrops in the western slope of Córdoba Mountains in central Argentina. The aim of this paper is to study the main characteristics of the sites where the species occurs, its phytosociology, the germination and the seedling morpho-functional traits in *A. dolichocarpa*. Floristic surveys were performed and some physical factors (altitude and size of the outcrops) measured in 18 stands dominated by this species. Imbibition and germination experiments were designed including four temperature regimes (15/5, 20/10, 30/15 and 35/20 °C) in light (12/12 h daily photoperiod) and in continuous darkness. Additionally, morpho-functional traits were described in seedlings grown under laboratory conditions for that purpose. *A. dolichocarpa* was highly restricted to rock outcrops where it generally dominates saxicolous species arrangements. The seeds did not show physical dormancy, and germinated under different temperature regimes, both under light and darkness. Seedlings of *A. dolichocarpa* belong to the Cryptocotylar-hypogeal-reserve type. Taking into account that *A. dolichocarpa* is the dominant species in the outcrop communities where it occurs and that the germination of the seeds is not constrained by temperature nor by light/dark conditions, the species would be able to maintain viable populations and even expand its range; nevertheless, this range expansion is likely to be constrained by the low competitive ability exhibited at the seedling stage.

Keywords: endemic, floristic affinities, seed germination, seedling morphology.

Resumen

Apurimacia dolichocarpa (Griseb.) Burkart es una especie de distribución altamente restringida al sector occidental de las Sierras Grandes de Córdoba, centro de Argentina. Con el fin de conocer la ecología de esta especie, en este trabajo estudiamos características de los sitios en los que prospera (altitud y tamaño de los afloramientos), su fitosociología y diferentes aspectos de la fase regenerativa que involucran la germinación y atributos de la plántula. Se realizaron inventarios fitosociológicos en los stands de las tres poblaciones conocidas de la especie. Se llevaron a cabo experimentos de imbibición y de germinación, teniendo en cuenta cuatro regímenes de temperatura (15/5 °C, 20/10 °C, 30/15 °C y 35/20 °C), bajo luz (12/12 hrs. luz/sombra) y oscuridad permanente. Además, se determinó la morfología funcional de su plántula. *A. dolichocarpa* mostró gran afinidad por los sitios rocosos en donde aparece como especie dominante acompañada por una flora de características saxícolas y rupícolas. Las semillas de *A. dolichocarpa* no presentaron dormición física. Además, mostraron gran capacidad de germinación a diferentes temperaturas, tanto en luz como en oscuridad. La morfología funcional de su plántula fue de tipo criptocotiledonar hipogea reservante. Teniendo en cuenta que *A. dolichocarpa* es la especie dominante en la comunidad

que integra y que posee gran capacidad para germinar bajo diferentes temperaturas, esta especie no tendría inconvenientes en mantener sus poblaciones e incluso expandir su área de distribución. Sin embargo, la capacidad para ampliar su rango podría estar condicionada por la escasa habilidad competitiva de su plántula.

Introducción

Las especies endémicas son particularmente vulnerables debido a su distribución geográfica limitada y a que frecuentemente presentan poblaciones de reducido tamaño, por lo que cualquier perturbación podría causar su extinción (JUSAITIS et al. 2004; VISCHI et al. 2004; KRUCKEBERG & RABINOWITZ 1985; QUILICHINI & DEBUSSCHE 2000). Por lo tanto, el conocimiento de los diferentes aspectos de la biología de las especies endémicas, tales como las condiciones de los sitios donde crecen, la comunidad vegetal de la cual forman parte y sus características regenerativas, es necesario para entender las causas de su rareza y para establecer estrategias correctas de conservación (KAYE 1999, QUILICHINI & DEBUSSCHE 2000).

Apurimacia dolichocarpa (Griseb.) Burkart, es un subarbusto endémico de las Sierras de Córdoba (Argentina) (BURKART 1952, ZULOAGA & MORRONE

1999), restringido a sitios rocosos. La información sobre su ecología, fitosociología y nicho regenerativo (producción, dispersión y germinación de semillas, establecimiento y crecimiento posterior) es notablemente escasa en comparación con el conocimiento de la morfología y anatomía de la flor, semilla, polen y del proceso de embriogénesis (MALDONADO 1983).

La germinación de la semilla y el establecimiento de la plántula son fases del ciclo reproductivo de las plantas de vital importancia para el mantenimiento y regeneración de sus poblaciones (REES 1997, SUSTO & LOVETT-DOUST 2000). Los requerimientos para la germinación, así como las características de la plántula, aparecen como dos de los componentes principales en el nicho regenerativo de las especies vegetales (GRUBB 1977).

Las variaciones en la eficacia de la germinación son frecuentemente interpretadas como reflejos de adaptaciones a condiciones ambientales específicas (NISHITANI & MASUZAWA 1996, NAVARRO & GUITIÁN 2003). Las características del micrositio ocupado por una semilla pueden influenciar la germinación de la misma y la subsiguiente instalación de la plántula. Es por esto que especies que habitan sólo en una o pocas localidades, muestran una alta especificidad en cuanto a sus requerimientos de germinación. Un ejemplo de esto lo proporcionan las especies que residen en afloramientos rocosos en donde el estrés hídrico y la escasez de luz aparecen como condicionantes para el desarrollo de los diferentes genotipos. En este sentido, JUSAITIS et al. (2004) observaron que semillas de la especie endémica *Brachycome muelleri*, que habita afloramientos rocosos del sur de Australia, germinan dentro de un rango muy estrecho de temperaturas. Igualmente, NAVARRO & GUITIÁN (2003) reportaron, para dos especies endémicas de roquedales y pedregales del noroeste de España, mayores porcentajes de germinación bajo condiciones de oscuridad. Por otro lado, en numerosas especies de las tres subfamilias de Fabaceae (Caesalpinoideae, Mimosoideae y Papilionoideae) la semilla presenta una cubierta impermeable al agua (BASKIN & BASKIN 1998, FUNES & VENIER 2006). Este rasgo es conocido como dormición física y se ha interpretado como un mecanismo de retraso de la germinación en momentos del año poco favorables para el establecimiento de la plántula (BASKIN et al. 2000). Cuando las condiciones son predecibles, como por ejemplo en regiones con marcadas diferencias climáticas entre las estaciones favorable y desfavorable, la presencia de una cubierta seminal impermeable podría resultar beneficiosa; sin embargo, a la hora de explorar nuevos sitios, y/o ampliar el rango de distribución, podría resultar perjudicial.

Otra característica que podría estar relacionada con adaptaciones a condiciones específicas, es la morfología funcional de la plántula (GARWOOD 1996). En este sentido, se ha asociado a plántulas de tipo reservante, cuyos cotiledones quedan dentro de las cubiertas seminales, con sitios estresantes, en

donde la competencia intra e interespecífica puede ser baja.

En este trabajo estudiamos las comunidades de *A. dolichocarpa* en el centro de Argentina, su fitosociología y diferentes aspectos de la fase regenerativa que involucran la germinación y características de la plántula. Nos interesa particularmente avanzar en el conocimiento de la forma en que esos aspectos se relacionan con la distribución geográfica altamente restringida de la especie en cuestión.

Materiales y métodos

La especie

Apurimacia dolichocarpa (Fabaceae, Papilionoideae) es un subarbusto con hojas pinnadas. Presenta una inflorescencia de organización compleja que puede interpretarse como un tirso doble abierto. Las flores son hipóginas, la corola es típicamente papilionada de color violeta y presenta un nectario anular adnato a la base de la columna estaminal (MALDONADO 1983). Posee frutos dehiscentes con 1, 2 o 3 semillas. El peso de 100 semillas es de $0,309 \pm 0,09$ g.

Análisis fitosociológico

Las comunidades de las que forma parte *A. dolichocarpa* se estudiaron de acuerdo al método de la Escuela de Zürich-Montpellier (BRAUN-BLANQUET 1979). La composición florística completa fue registrada en 18 inventarios distribuidos en los sitios ocupados por las 3 poblaciones conocidas de la especie. En cada stand se registraron las siguientes variables ambientales: altitud, exposición y tamaño del afloramiento rocoso ocupado por la comunidad. Debido a que el conocimiento de estas comunidades es aun preliminar, es prematuro considerar en este trabajo aspectos sintaxonómicos. Las comunidades se denominan provisionalmente en base al nombre de especies diferenciales.

Experimento de imbibición

En marzo de 2004 se recolectaron semillas maduras de 15 individuos, 7 ubicados en cercanías de la localidad de Villa Benegas, Sierras Grandes, y 8 en cercanías de la localidad de Tala Cañada, Cumbres de Gaspar, ambos en la provincia de Córdoba, en el centro de Argentina.

Con el fin de estudiar si *A. dolichocarpa* presenta una cubierta impermeable al agua se realizó un experimento de imbibición de semillas escarificadas (utilizando papel de lija) y no escarificadas. Se tuvieron en cuenta 3 réplicas de 20 semillas por cada tratamiento. Las semillas fueron colocadas en cápsulas de Petri de 9 cm de diámetro sobre papel de filtro y humedecidas con agua destilada. Las cápsulas fueron puestas en una cámara a 22 ± 1 °C, bajo un fotope-

río de 12/12 hrs. (luz/oscuridad). Las semillas de cada tratamiento fueron pesadas con una balanza de precisión (0,1 mg) a las 0, 0,5, 2, 5, 24 y 27 horas de iniciado el experimento y luego retornadas a las cápsulas de Petri. La incorporación de agua por parte de las semillas fue determinada mediante el porcentaje en el incremento de peso (ver BASKIN et al. 2004). Las semillas permanecieron en la cámara durante 15 días y al final de este período se calculó el porcentaje de germinación de las mismas.

Experimento de germinación

Los experimentos de germinación se realizaron en semillas no escarificadas (ver resultados experimento de imbibición). Se tuvieron en cuenta tres réplicas de 20 semillas por tratamiento. Las semillas fueron dispuestas en cápsulas de Petri de 9 cm de diámetro sobre papel de filtro, regadas con agua destilada y luego colocadas en una cámara de germinación bajo condiciones de temperatura y luz controladas. Se tuvieron en cuenta 4 regímenes (12/12 horas) de temperatura (15/5 °C, 20/10 °C, 30/15 °C y 35/20 °C) y dos condiciones de luz: bajo un fotoperíodo de 12/12 horas (luz/oscuridad) y oscuridad permanente para lo cual las cápsulas fueron cubiertas con papel de aluminio para impedir la entrada de luz. La luz fue provista por tubos fluorescentes de luz fría (400–700 nm) con una densidad de aproximadamente 38 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Todos los experimentos tuvieron una duración de 15 días. Las germinaciones fueron controladas diariamente, con la excepción de las cápsulas de Petri que estuvieron cubiertas por papel de aluminio, las cuales fueron controladas al final de cada experimento. La emergencia en 2 mm de la radícula fue el criterio para considerar a una semilla como germinada. Las semillas que no germinaron fueron trasladadas a una cámara a 22 ± 1 °C, bajo un fotoperíodo de 12/12 hrs. (luz/oscuridad) por 10 días.

Morfología funcional de la plántula

Con el fin de caracterizar funcionalmente la plántula de *A. dolichocarpa* se pusieron a germinar 30 semillas en una cámara a 22 ± 1 °C y bajo un fotoperíodo de 12/12 hrs luz/oscuridad. La luz fue provista por tubos fluorescentes de luz fría (400–700 nm) con una densidad de aproximadamente 38 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Luego de germinadas (emergencia de la radícula en 2 mm), 10 semillas fueron transplantadas a recipientes plásticos individuales conteniendo una mezcla de tierra y arena simulando el substrato que presentan los afloramientos rocosos en donde crece esta especie. Los recipientes fueron mantenidos a capacidad de campo. Las plántulas fueron examinadas y dibujadas a los 2, 5, 10 y 15 días de transplantadas. Para la caracterización de la plántula se siguió la clasificación propuesta por Garwood (1996), quien en base a tres características del cotiledón (posición, textura y exposición) propuso cinco tipos funcionales de plántu-

las. En un extremo se ubican las plántulas que poseen cotiledones expuestos, foliosos, de textura fina y de color verde (posiblemente fotosintetizantes) denominados de tipo fanerocotiledonar folioso; en el opuesto aparecen las plántulas con cotiledones ocultos dentro de las cubiertas seminales, globosos, reser-vantes (criptocotiledonar reservante). Los cotiledones pueden ser epigeos o hipogeos según se presenten sobre el nivel del suelo o por debajo del mismo, respectivamente.

Análisis de datos

La clasificación y ordenación de los inventarios florísticos se llevó a cabo a través de análisis multivariados de clasificación (Twinspan) y de ordenación (DCA) (HILL & GAUCH 1981), respectivamente. Los dos primeros ejes de DCA fueron correlacionados con la altitud y el tamaño de los afloramientos a través del coeficiente de correlación de Spearman (SOKAL & ROLF 1995).

Las posibles diferencias en los porcentajes de germinación entre los tratamientos de temperatura y luz, fueron evaluadas mediante análisis de la varianza (ANAVA). Los datos de porcentaje de germinación fueron transformados a $\sqrt{\text{arco-seno}}$ con el fin de disminuir la varianza. Como test a *posteriori* se utilizó el LSD de Fisher (SOKAL & ROLF 1995).

La nomenclatura de las especies sigue a ZULOAGA & MORRONE (1996, 1999) y ZULOAGA et al. (1994).

Resultados y discusión

Distribución y comunidades vegetales

Las tres poblaciones (Cumbres de Gaspar, El Volcán y Villa Benegas) de *Apurimacia dolichocarpa* conocidas hasta el momento crecen en el faldeo occidental de las Sierras Grandes de Córdoba, centro de Argentina, entre 31° 19' 52" y 31° 38' 58" S. El área de ocupación total de la especie es inferior a 400 km² por lo que su área de distribución puede considerarse restringido. Sin embargo, la especie crece a lo largo de un gradiente altitudinal (y posiblemente climático) importante, entre poco más de 1.300 y casi 1.800 m snm.

El sitio de crecimiento de *A. dolichocarpa* es similar en los 18 stands estudiados y está formado por afloramientos graníticos de hasta 15 m de largo y 4 ó 5 m de alto, con bloques de tamaño variable que dejan entre ellos grietas y fisuras estrechas, pero también espacios mayores. Las grietas están rellenas por arenas y gravas pero en los espacios mayores se depositan sedimentos más finos que dan origen a suelos ligeramente ácidos y con alto contenido en materia orgánica (CABIDO et al. 1987). Las raíces de *A. dolichocarpa* se ubican en las grietas, mientras la parte aérea de las plantas se dispone sobre los bloques de los afloramientos. *A. dolichocarpa* está res-

Tab. I

No. Censo	Comunidad de <i>A. dolichocarpa</i> , <i>E. buniifolium</i> y <i>L. floribunda</i>						Comunidad de <i>A. dolichocarpa</i> y <i>N. tenuissima</i>											
	10	18	12	11	9	6	Variante con <i>A. spegazzinii</i> y <i>S. spicatum</i>							Variante típica				
							4	5	3	8	2	7	1	13	14	15	16	17
Altitud (m snm)	1432	1529	1535	1446	1402	1383	1640	1702	1687	1338	1347	1675	1689	1673	1704	1768	1743	1793
Nº especies	22	30	30	28	29	25	35	42	39	22	30	26	28	20	22	29	24	25
Jarava eriostachya	+	1.2	+	+	+	1.2	1.2							+				+
Eupatorium buniifolium	1.1	2.1	2.1	1.1	+	+					+							
Lithraea molleoides	2.1			1.1	1.1	+												
Lepechinia floribunda	1.1	2.1	+	+	+	+								2.1				
Acacia caven	2.2			1.1	+	1.1												
Acalypha communis	1.1	1.1		+		1.1												
Zanthoxylum coco	1.1		+			1.1												
Condalia montana	1.1				+													
Lantana balansae	1.1					+												
Rhynchosia edulis	+			+		+												
Aloysia gratissima		+			+	+												
Galium latoramosum			+	+	+													
Trixis divaricata	+		+	+		+												
Croton argentinus	+		+	+	+		1.2	1.2	+				+					
Achyrocline satureioides				+	+		+	+	1									
Heterothalamus alienus		2.1			+					2.1	+							
Wahlenbergia linarioides	+	+		+				+	+	+	+							
Anemia tomentosa					1.2	+	+	+	+		+							
Commelina erecta			+	+		+	+	+			+							
Tillandsia rectangula	+			+	+	+			+	+			+	+				
Baccharis rufescens		+		+	+						+	+	+					
Cheilanthes myriophylla		+	+	+							+	+		+				
Ipomoea hieronymi		+	+							1.1								
Bidens subalternans			+	+							+	+						
Aristida spegazzinii							+	+	1.2	1.2			+					
Schizachyrium spicatum							+	+	1.2	+	+	+						
Nassella hunzikeri					+		1.2	1.2		1.2								
Jarava juncooides							+	+	1.2	1.2								+
Sacoila lanceolata								+	+		+			+				
Bidens andicola var. decomposita							+	+	+		+			+				
Bulbostylis juncooides							+	+	+				+					
Chascolytrum subaristatum					+		+	+	+	+								
Eragrostis lugens							+			+	+	+						+
Noticastrum marginatum								+	+	+			+	+				+
Dunalia brachyacantha							+	+	+						+			
Agrostis montevidensis				+				+	+		+			+				
Achyrocline alata							+	+	+									
Bromus auleticus								+	+									+
Lucilia acutifolia							+	+			+							
Rynchosia senna							+		1.1									
Blechnum laevigatum											+	2.3	+					
Hypochaeris argentina									+	+			+					

tringida a sitios rocosos y no se encuentra en los pastizales y matorrales sobre suelos más desarrollados que rodean a los afloramientos. Las condiciones predominantes en esos sitios quedan reflejadas por el grado de xerofitismo de las especies que componen sus comunidades. Las áreas rocosas del centro de Argentina han sido destacados por la presencia de ende-

mismos y por su valor como refugio de especies amenazadas (CABIDO et al. 1990, FUNES & CABIDO 1995, VISCHI et al. 2004).

Apurimacia dolichocarpa forma parte de comunidades típicas de la vegetación saxícola, rupícola y fisurícola de otros sitios de las montañas del centro de Argentina. Las formas de crecimiento predominantes

ternativamente pueden presentarse también como dominantes otros arbustos como *Croton argentinus*, *Baccharis articulata*, *Senna subulata*, etc. y gramíneas perennes como *Jarava eriostachya*, *Nassella tenuissima*, *Nassella trichotoma*, *Melica stuckertii* y *Bouteloua curtipendula*, entre otras.

El análisis fitosociológico de los 18 inventarios realizados revela la existencia de 2 comunidades (Tabla 1):

1) La comunidad de *A. dolichocarpa*, *Eupatorium buniifolium* y *Lepechinia floribunda* crece por debajo de los 1600 m snm y comprende un conjunto de especies típicas de bosques y matorrales del Chaco Serrano del centro de Argentina, como *Lithraea molleoides*, *Eupatorium buniifolium*, *Zanthoxylon coco* y *Aloysia gratissima*, entre otras. Ocupa terrenos menos perturbados por las actividades humanas, especialmente el fuego, que aun conservan especies de sucesión tardía. Esta comunidad comparte con la siguiente un grupo de especies con alta constancia en comunidades sobre granito en otras localidades de las Sierras de Córdoba; este grupo se compone de especies con formas de crecimiento variable, como arbustos (*Croton argentinus*, *Achyrocline satureioides* y *Heterothalamus alienus*), helechos xerófilos (*Cheilanthes buchtienii*, *Anemia tomentosa*), y plantas anuales como *Bidens subalternans*.

2) La comunidad de *A. dolichocarpa*, *Nassella tenuissima* y *Woodsia montevidensis* crece entre 1300 y casi 1800 m snm, generalmente a mayor altitud que la comunidad anterior. Se trata, en general, de localidades con mayor impacto de las actividades humanas, especialmente fuego y pastoreo. Como consecuencia de ello, faltan aquí los árboles y arbustos altos que dan la fisonomía a la comunidad anterior. Se compone de dos variantes, posiblemente relacionadas a la intensidad de la perturbación que han sufrido. La variante con *Aristida spegazzinii* y *Schizachyrium spicatum* incluye a un grupo de especies típicas de comunidades sobre rocas graníticas y pastizales-pedregales erosionados en la vertiente oriental de las Sierras de Córdoba, como *Aristida spegazzinii*, *Schizachyrium spicatum*, *Jarava juncooides*, *Bidens andicola* var. *decomposita*, *Bulbostylis juncooides*, *Noticastrum marginatum*, etc. La variante típica de la comunidad crece por arriba de 1700 m snm, sobre terrenos menos perturbados.

Desde el punto de vista corológico, la mayor parte de los taxones presentes en los stands de *A. dolichocarpa* tienen amplia distribución en afloramientos de los pisos de bosques, matorrales y pastizales del Chaco Serrano de Argentina, mientras que los elementos orófilos andinos y de alta montaña son escasos, aun en las localidades ubicadas a mayor altitud. La contribución de especies exóticas a la riqueza total es también baja.

El análisis de correlación entre la altitud y las ordenadas de los ejes principales del análisis de ordenación (DCA) llevado a cabo con la matriz de 116 especies X 18 censos, arroja relaciones significativas

(Eje 2, $r = 0.61$; $p = 0,01$) y marginalmente significativas (Eje 1, $r = 0.40$; $p = 0,1$). Contrariamente, la correlación de ambos ejes con el tamaño de los afloramientos no resultó significativa. Por lo tanto, las diferencias florísticas observadas en la Tabla 1 pueden deberse parcialmente a la altitud y al efecto local de las perturbaciones, especialmente el fuego. Sin embargo, es aun prematuro descartar otros factores como el tamaño de los bloques, la profundidad y calidad del sustrato acumulado en las grietas o las relaciones de competencia entre las plantas.

Imbibición

Si bien el proceso de escarificación aumenta la velocidad de incorporación de agua, tanto las semillas escarificadas como las no escarificadas aumentaron su peso a lo largo del experimento (Fig. 1). Al cabo de 27 horas las semillas escarificadas incrementaron su peso en un 98,2 % y las no escarificadas un 72,25 %, evidenciando una tendencia creciente (Fig. 1). Luego de 15 días el porcentaje de germinación de las semillas escarificadas fue menor que el de las no escarificadas ($66,66 \pm 2$ y $88,33 \pm 7$, respectivamente). Estos resultados indican que esta especie no poseería dormición física en sus semillas. Este tipo de dormición ha sido observado en especies de 15 familias de angiospermas, muchas de ellas pertenecientes a las tres subfamilias de Fabaceae (Caesalpinoideae, Mimosoideae y Papilionoideae) (BASKIN & BASKIN 1998). En general las especies con dormición física germinan durante un corto período y, en estos casos la cubierta impermeable actuaría como una protección durante el período no favorable (BASKIN & BASKIN 1998). En el caso de *A. dolichocarpa* la ausencia de una cubierta impermeable sugiere que sus semillas pueden germinar en cualquier época del año, bajo diferentes regímenes de temperatura.

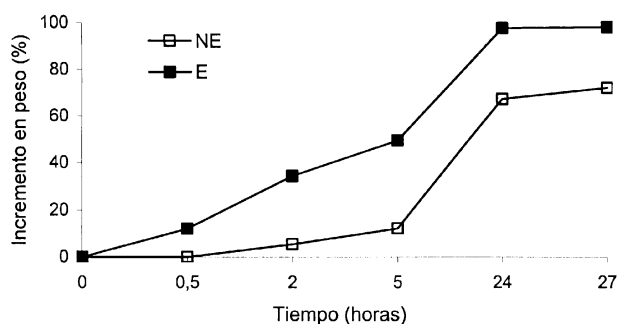


Fig. 1. Incremento en el porcentaje medio del peso de las semillas de *A. dolichocarpa* luego de 0; 0,5; 2; 5; 24 y 27 horas de imbibición en agua. Escarificada (■), no escarificada (◆).

Fig. 1. Mean percentage increase in mass of *A. dolichocarpa* seeds after imbibition in water for 0; 0,5; 2; 5; 24 and 27 hours. Scarified (■), non scarified (◆).

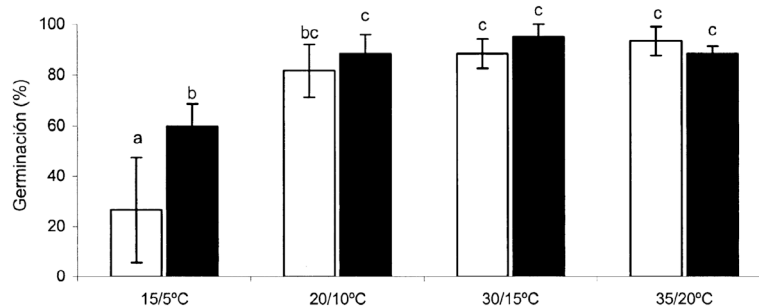


Fig. 2. Porcentaje medio de germinación (\pm error estándar) de semillas de *A. dolichocarpa* a diferentes temperaturas en luz y oscuridad. Diferentes letras indican diferencias significativas (LSD, $p \leq 0.05$).

Fig. 2. Mean percent germination (\pm standard error) of *A. dolichocarpa* seeds at different temperatures in light (white) and dark (black). Different letters indicate significant differences (LSD, $p \leq 0.05$).

Germinación

El porcentaje de germinación de las semillas de *A. dolichocarpa* cambió significativamente con la temperatura ($p < 0,0001$) pero no con la luz ($p < 0,0684$), y no se observó interacción entre los tratamientos ($p < 0,0645$). El porcentaje de germinación fue menor bajo el régimen de temperatura de 15/5 °C, tanto en luz como en oscuridad (Fig. 2). La germinación está generalmente controlada por una multiplicidad de factores, siendo la temperatura, la humedad y las condiciones de luz entre los más importantes (PONS 2000, PROBERT 2000). Las semillas de numerosas especies de plantas sólo germinan en un rango estrecho de las condiciones mencionadas (BASKIN & BASKIN 1998); lo cual reduce el número de sitios en los cuales pueden establecerse. Las semillas de *A. dolichocarpa* mostraron un porcentaje de germinación superior al 80 % bajo los regímenes de temperatura de 20/10 °C, 30/15 °C y 35/20 °C, tanto en luz como en oscuridad (Fig. 2). Puede afirmarse, por lo tanto, que esta especie es capaz de germinar bajo un amplio rango de temperaturas. La caída en los porcentajes de germinación a bajo el régimen de temperatura de 15/5 °C puede deberse a una disminución en la actividad metabólica dentro de la semilla, más que a una dormición de tipo fisiológica (BELL 1994, FUNES & VENIER 2006), ya que cuando las semillas no germinadas se trasladaron a 22 ± 1 °C durante 10 días, se observó la germinación del total de ellas. Estos resultados no coinciden con los reportados por JUSAITIS et al. (2004) para la Asteraceae *Brachycome muelleri*, especie endémica de afloramientos rocosos del sur de Australia, que germina en un rango muy estrecho de temperaturas.

Por otra parte, las diferentes condiciones de luz no tuvieron un efecto significativo en el porcentaje de germinación de *A. dolichocarpa*. Estos resultados difieren con lo reportado por NAVARRO & GUITIÁN (2003) para *Petrocoptis grandiflora* y *P. viscosa*, especies endémicas de sitios rocosos del noroeste de la Península Ibérica, que mostraron un mayor porcentaje de germinación bajo condiciones de oscuridad. Estos autores sugieren que los resultados observados

en esas especies se deben a que las mismas han evolucionado en sustratos rocosos, bajo condiciones de umbría en grietas y cuevas. Nuestros resultados ponen de manifiesto que *A. dolichocarpa* es capaz de germinar en un amplio rango de condiciones de luz y temperatura. Esta característica podría ofrecerle ventajas a la hora de mantener la dominancia local en sus comunidades y/o expandir su rango de distribución.

Morfología funcional de la plántula

Las plántulas de *A. dolichocarpa* exhiben una estrategia de tipo criptocotiledonar hipogea reservante

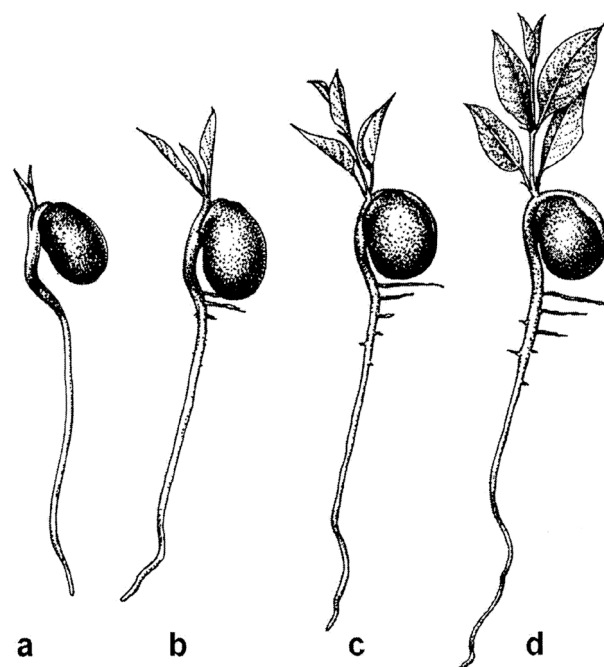


Fig. 3. Esquema representando la morfología de la plántula de *A. dolichocarpa* a los: a) 5 días; b) 10 días; c) 18 días y d) 30 días.

Fig. 3. Diagrammatic representation of the seedling of *A. dolichocarpa* at: a) 5 days; b) 10 days; c) 18 days y d) 30 days.

(GARWOOD 1996). Al cabo de 2 días aparecen los primeros primordios foliares, mientras que los cotiledones permanecen ocultos dentro de las cubiertas seminales hasta superados los 15 días de desarrollo de la plántula (Fig. 3). Este tipo de plántula es equivalente al criptocotiledonar hipogea globoide de la clasificación propuesta por KITAJIMA (1996). Esta clase de plántula se caracteriza por presentar cotiledones de gran tamaño que permanecen ocultos dentro de la semilla. En general, su función es mantener la nutrición de la plántula en los primeros estadios del desarrollo. Este tipo de plántula es común en especies que soportan condiciones de estrés durante las primeras etapas de crecimiento. Por ejemplo, en selvas tropicales este tipo de estrategia de plántula está presente en especies que se desarrollan en el interior del bosque donde la luz es un recurso escaso (KITAJIMA 1992, 1996; GARWOOD 1996). Por otra parte, se ha observado que este tipo de estrategia de la plántula está estrechamente relacionada con semillas de gran tamaño (KITAJIMA 1996). En *A. dolichocarpa* esta estrategia puede haberse desarrollado como respuesta a las condiciones de los sitios en que prospera: los afloramientos rocosos son sitios con escaso desarrollo edáfico, con grietas que imponen condiciones de oscuridad y grandes fluctuaciones de temperatura y humedad. Al tener una plántula con cotiledones de tipo reservante, *A. dolichocarpa* puede hacer frente a las condiciones de estrés e inestabilidad predominantes. Sin embargo, fuera de los afloramientos rocosos, en ambientes de pastizales o matorrales donde habitan un gran número de especies, esta característica podría resultar poco ventajosa en términos de habilidad competitiva. Por el momento esto permanece en el plano de la especulación y futuros experimentos son necesarios para aclarar este punto.

Consideraciones finales

A. dolichocarpa es una especie endémica altamente restringida que presenta una gran especificidad por afloramientos rocosos del centro de Argentina, donde es una de las dominantes. Esta restricción parece contradictoria con su capacidad para germinar en un amplio rango de condiciones y la ausencia de una cubierta seminal impermeable que impida el ingreso de agua a la semilla. Puede afirmarse, entonces, que dentro de la fase de regeneración que involucra a la germinación, esta especie no tendría inconvenientes en mantener sus poblaciones y, más aun, de aumentar su rango de distribución. Es probable que la morfología funcional de la plántula sea el factor que reduce su habilidad competitiva y la ampliación de su rango de distribución fuera de los terrenos rocosos.

La dominancia ejercida por *A. dolichocarpa*, sujeta a su capacidad germinativa, podría indicarnos que se trata de una especie cuya distribución altamente restringida puede explicarse por su juventud (“neo-endemismo” en el sentido de LESICA et al.,

2006). Sin embargo, las evidencias disponibles no permiten descartar aun la hipótesis de un taxón en retracción como consecuencia de la escasa habilidad competitiva de sus plántulas, especialmente en condiciones de perturbaciones intensas y frecuentes. Las futuras investigaciones deberán dirigirse a responder estos interrogantes, relevantes para definir el status de conservación de *A. dolichocarpa* y establecer criterios de manejo de la especie.

Agradecimientos. El trabajo fue financiado por aportes parciales del CONICET, de la SECYT-UNC y de la Agencia Córdoba Ciencia S. E., IAI (■■■■). Las figuras fueron confeccionadas por la Prof. Diana ABAL SOLÍS. Los autores agradecen al Dr. U. ESKUCHE y a un revisor anónimo por sus valiosas sugerencias realizadas sobre el manuscrito original.

Bibliografía

- Baskin, C. C. & Baskin, J. M. (1998): Seed. Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination. – San Diego, Academic Press. 666 pp.
- Baskin, J. M., Baskin C. C. & Li, X. (2000): Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. – *Plant Species Biology* 15, 139–152.
- Baskin, J. M., Davis, B., Baskin C. C., Gleason, S. & Cordell, S. (2004): Physical dormancy in seeds of *Dodonea viscosa* (Sapindales, Sapindaceae) from Hawaii. – *Seed Science Research* 14: 81–90.
- Bell, D. (1994): Interaction of Fire, Temperature and Light in the Germination Response of 16 Species From the *Eucalyptus marginata* Forest of South-Western Australia. – *Australian Journal of Botany* 42: 501–509.
- Braun-Blanquet, J. (1979): Fitosociología. – Ed. Blume, Madrid. 819 pp.
- Burkart, A. (1952): Las leguminosas argentinas, silvestres y cultivadas. – ACME Agency. Bs. As, pp 305–308.
- Cabido M., Breimer R. & Vega G. (1987): Plant communities and associated soil types in a high plateau of the Córdoba mountains, Central Argentina. – *Moun. Res. Develop.* 7: 25–42.
- Cabido, M., Acosta, A. & Díaz, S. (1990): The vascular flora and vegetation of granitic outcrops in the upper Córdoba mountains, Argentina. – *Phytocoenologia* 19: 267–281.
- Funes, G. & Cabido, M. (1995): Variabilidad local y regional de la vegetación rupícola de las Sierras Grandes de Córdoba, Argentina. – *Kurtziana* 24: 173–188.
- Funes, G. & Venier, P. (2006): Dormancy and germination in three *Acacia* (Fabaceae) species from central Argentina. – *Seed Science Research* 16: 77–82.
- Garwood, N. (1996): Functional morphology of tropical tree seedlings. – In: Swaine (Ed.): *The Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings-Parthenon*, pp. 59–129.
- Grubb, P. (1977): The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. – *Biological Reviews* 52: 107–145.
- Hill, M. & Gauch, H. G. (1980): Detrended correspondence analysis: An improved ordination technique. – *Plant Ecology* 42: 47–58.
- Jusaitis, M., Polomka, L. & Sorensen, B. (2004): Habitat specificity, seed germination and experimental translocation of the endangered herb *Brachycome muelleri* (Asteraceae). – *Biological Conservation* 116: 251–266.

- Kaye, T. (1999): From flowering to dispersal: reproductive ecology of an endemic plant, *Astragalus australis* var. *olympicus* (Fabaceae). – *American Journal of Botany* **86**:1248–1256.
- Kitajima, K. (1992): Relationship between Photosynthesis and Thickness of Cotyledons for Tropical Tree Species. – *Functional Ecology* **6**: 582–589.
- (1996): Cotyledon functional morphology, patterns of seed reserve utilization and regeneration niches of tropical tree seedling. – In: Swaine (Ed.): *The Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings*-Parthenon, pp. 193–208.
- Kruckeberg, A. & Rabinowitz, D. (1985): Biological Aspects of Endemism in Higher Plants. – *Annual Review of Ecology and Systematics* **16**: 447–479.
- Lesica, P., Yurkewycz, R. & Crone E. (2006): Rare plants are common where you find them? – *American Journal of Botany* **93**: 454–459.
- Maldonado, S. (1983): Sobre la inflorescencia, morfología floral, embriología y polen de *Apurimacia dolichocarpa* (Leguminosae). – *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* **22**: 177–203.
- Navarro, L. & Guitán, G. (2003): Seed and seedling survival of two threatened endemic species of the northwest Iberian peninsula. – *Biological Conservation* **109**: 313–320.
- Nishitani, S. & Masuzawa, T. (1996): Germination characteristics of two species of *Polygonum* in relation to their altitudinal distribution on Mt. Fuji, Japan. – *Arctic and Alpine Research* **28**: 104–110.
- Pons, T. L. (2000): Seed responses to light. – In: Fenner, M. (Ed.): *Seeds: the Ecology of Regeneration in Plant Communities*. CAB International, pp. 237–260.
- Probert, R. (2000): The role of temperature in germination ecophysiology – In: Fenner, M. (Ed.): *Seeds: the Ecology of Regeneration in Plant Communities*. CAB International, pp. 261–292.
- Quilichini, A. & Debussche, M. (2000): Seed dispersal and germination patterns in a rare Mediterranean island endemic (*Anchusa crispa* Viv., Boraginaceae). – *Acta OEcologica* **21**: 303–313.
- Rees, M. (1997): Seed dormancy. – In: Crawley, M. (Ed.): *Plant Ecology*. – Blackwell Science, London, pp. 214–238.
- Sokal, R. R., Rohlf, F. J. (1995): *Biometry*. – Freeman, New York.
- Susko, D. J. & Lovett-Doust, L. (2000): Patterns of seed mass variation and their effects on seedling traits in *Alliaria petiolata* (Brassicaceae). – *American Journal of Botany* **87**: 56–66.
- Vischi, N., Natale, E. & Villamil, C. (2004): Six endemic plant species from central Argentina: an evaluation of their conservation status. – *Biodiversity and Conservation* **13**: 997–1008.
- Zuloaga, F. O. & Morrone, O. (1996): *Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina. I.* – *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* **60**: 1–323.
- (1999): *Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina. II.* – *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* **74**: 1–1269.
- Zuloaga, F. O., Nicora, E. G., Rúgolo de Agrasar, Z. E., Morrone, O., Pensiero, J. & Cialdella, A. M. (1994): *Catálogo de la Familia Poaceae en la República Argentina.* – *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* **47**: 1–178.

Dirección de los autores

Guillermo FUNES* y Marcelo CABIDO, Investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV-CONICET), Av. Vélez Sársfield 299, CC 495, 5000, Córdoba, Argentina. Fax: + 54 351 4331056

*Corresponding author, e-mail: gfunes@imbiv.unc.edu.ar