



## 6º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

---

**6CFE01-070**

---

Montes: Servicios y desarrollo rural  
10-14 junio 2013  
Vitoria-Gasteiz



---

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales  
Vitoria-Gasteiz, 10-14 junio de 2013  
ISBN: 978-84-937964-9-5  
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

## **Efecto "materno medioambiental" en la morfología y germinación de semillas de *Astragalus nitidiflorus*.**

SEGURA, F.<sup>1</sup>, AGUADO, M.<sup>1</sup>, MARTÍNEZ-DÍAZ, E.<sup>1</sup>, VICENTE M.J.<sup>1</sup>, y MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J.J.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Departamento de Producción Vegetal, Instituto de Biotecnología Vegetal, Universidad Politécnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII, 48, 30203 Cartagena, España.

### **Resumen**

En aras de obtener un mayor conocimiento y comprensión de los factores implicados en la dinámica poblacional de *Astragalus nitidiflorus*, un endemismo (catalogado como "En Peligro Crítico") con una sola población conocida situada en la localidad murciana de Tallante, compuesta por unos pocos cientos de individuos, se han caracterizado morfológicamente frutos y semillas recolectados durante cinco años, del 2008 al 2012, además de estudiar su capacidad germinativa con el fin de comprobar si existían diferencias significativas entre las distintas cosechas debido a un "efecto materno medioambiental". Los resultados preliminares muestran claras diferencias en el comportamiento germinativo de las diferentes cosechas, encontrándonos en algunos años semillas que alcanzan altos porcentajes de germinación y en otros semillas que apenas germinan debido a una dura cubierta seminal que les confiere latencia física. En el presente trabajo se estudia detalladamente la morfología y capacidad germinativa de las distintas cosechas mediante ensayos con las semillas extraídas de los frutos e incluso diferenciadas en función de la tonalidad de su cubierta, así como las implicaciones que pudiera tener este comportamiento tan variable en los pulsos poblacionales o la dinámica del banco edáfico de esta singular especie.

### **Palabras clave**

Dinámica poblacional, especies amenazadas, efecto materno medioambiental, latencia física, banco edáfico.

### **1. Introducción**

*Astragalus nitidiflorus* es un endemismo murciano-almeriense con una sola población conocida a nivel mundial situada en el Campo de Cartagena (Murcia). Fue recolectado en 1909 por Francisco de Paula Jiménez Munuera y descrito por éste y Carlos Pau. Sólo se conocía escaso material de herbario en fructificación hasta que en mayo de 2004 fue redescubierta tras haber pasado cerca de cien años oculta para la comunidad científica. Prácticamente la totalidad de la población recientemente descubierta se localiza en el Lugar de Interés Comunitario "Cabezos del Pericón" situado en la localidad de Los Puertos de Santa Bárbara, en el término municipal de Cartagena, estando compuesta por cerca de 2000 ejemplares repartidos en unos 13 núcleos poblacionales. Se encuentra incluida en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas en la categoría de "en peligro de extinción" (Orden MAM/2231/2005, de 27 de junio).

*Astragalus nitidiflorus* es una legumbre perenne de vida corta que germina durante el otoño e invierno. Las plántulas se desarrollan hasta el verano si no hay limitación de agua. En

el verano, las hojas y tallos se secan y mueren quedando sólo unas pocas yemas latentes en la base del tallo a nivel del suelo. Tras las lluvias otoñales, las plantas durmientes que han sobrevivido al verano rebrotan y comienzan una segunda etapa de crecimiento, mostrando ya completa capacidad de floración. Este ciclo se repite hasta cuatro veces antes de que la planta muera (Martínez-Sánchez *et al.*, 2011). La floración y cuajado de los frutos se produce en primavera entre los meses de marzo y mayo. La unidad de dispersión es el fruto, una legumbre indehisciente que contiene hasta 19 semillas en su interior. Las semillas de *Astragalus nitidiflorus*, como las de la mayoría de las leguminosas, presentan latencia física debido a la impermeabilidad de la cubierta seminal, siendo la escarificación mecánica un tratamiento efectivo para romper dicha latencia.

## 2. Objetivos

El principal objetivo del presente estudio consiste en la caracterización morfológica y fisiológica de las semillas recolectadas durante cinco años de cara a comprobar si existen diferencias significativas entre las mismas dependiendo del año en que fueron producidas. Si así fuera, se tratará de identificar cuáles pueden ser los factores maternos o ambientales más influyentes a la hora de determinar el comportamiento germinativo de la descendencia.

## 3. Material y métodos

Para llevar a cabo la caracterización morfológica de las semillas de las distintas cosechas se tomaron 80 frutos por año procedentes de la población natural y de plantas cultivadas en la finca experimental "Tomás Ferro", situada en La Palma (Cartagena). Se contabilizó el número total de semillas que contenían haciendo distinción entre semillas aparentemente sanas y semillas parasitadas. Las semillas parasitadas por *Bruchophagus astragali* son fácilmente identificables debido al aspecto hinchado que presentan, pudiendo constatarse la presencia de la larva en su interior. El peso de las semillas se obtuvo empleando una balanza con una precisión de 0,0001 gramos. Con la ayuda de una carta colorimétrica (Colour Chart, The Royal Horticultural Society) pudimos clasificar en cuatro grupos las semillas pertenecientes a la cosecha del 2010: Marrón oscuro (Grey-Brown N199B), marrón (Grey-Brown N199C-D), verde (Yellow-Green 152A-B) y verde claro (Yellow-Green 152C). Para determinar el peso de la cubierta, endospermo y embrión tomamos 25 semillas al azar de cada una de las categorías de color y las sumergimos en 75 mL de agua destilada hirviendo, dejándolas sumergidas durante 48 horas a temperatura ambiente. Transcurrido este tiempo, cogimos las semillas imbibidas, que habían doblado su tamaño, y ayudándonos de un bisturí y pinzas separamos los tres componentes (cubierta, endospermo y embrión) para ser desecados en estufa a 100°C durante 24 horas y finalmente pesados utilizando una balanza de precisión. El porcentaje de humedad se calculó pesando 50 semillas de cada color antes y después de pasar 24 horas en estufa a 100°C, peso fresco y seco respectivamente, siendo la diferencia entre ambos el contenido de humedad de la semilla. La toma de agua e hinchamiento de semillas transcurridas 24 horas se calculó seleccionando 50 semillas al azar de cada color que fueron pesadas y sumergidas en agua destilada a temperatura ambiente en completa oscuridad. El porcentaje de toma de agua se calculó dividiendo el peso de la semilla sumergida en agua durante 24 horas entre el peso inicial de la semilla.

Los estudios germinativos se llevaron a cabo en cámaras de cultivo (Sanyo MLR-351H, Osaka, Japón) con sistema de control de temperatura e iluminación digital ( $\pm 0,1^\circ\text{C}$ , luz fluorescente blanca de 2000 lx), con fotoperiodo de 12-h y dos rangos de temperatura, 15°C

constantes y temperatura alterna de 20-12°C. Las réplicas consistieron en cuatro repeticiones de 25 semillas por temperatura y cosecha o color, colocadas en placas Petri con papel de filtro. El número de semillas germinadas se contabilizó tres veces por semana durante un periodo de 31 días. Para conocer la viabilidad de las semillas que no germinaron durante el ensayo éstas fueron desecadas durante un día y posteriormente escarificadas con papel de lija. Tras esto, fueron colocadas de nuevo en la cámara de cultivo bajo las mismas condiciones durante un periodo de dos semanas, germinando las semillas viables y descomponiéndose las inviábiles. Para conocer la dinámica de la germinación se obtuvo el tiempo medio de germinación (TMG), de fórmula:

$$TMG = \frac{N \times (A_1 + A_2 + A_x)}{A_1 \times T_1 + A_2 \times T_2 + A_x \times T_x}$$

$N$  = Número de semillas germinadas.

$A_1, A_2, \dots, A_x$  = Número de semillas germinadas en el día 1, en el día 2 y en el día  $x$ .

$T_1, T_2, \dots, T_x$  = Número de días entre la siembra y el día 1 de germinación, entre el día 2 y entre el día  $x$ .

Finalmente calculamos el Valor de Germinación que tiene por finalidad combinar en una sola cifra una expresión de la germinación total al término del periodo de ensayo y una expresión de velocidad de germinación. La fórmula propuesta por Djavanshir y Pourbeik (1976) es la siguiente:

$$VG = (\sum VGD / N) \times \frac{PG}{10}$$

$VGD$  = Velocidad de germinación diaria que se obtiene dividiendo porcentaje de germinación acumulado entre número de días transcurridos desde la siembra.

$N$  = Número de recuentos diarios empezando a partir de la fecha de la primera germinación.

$PG$  = Porcentaje de germinación al final del ensayo.

El análisis estadístico de los datos que no seguían una distribución normal se realizó mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y para los datos con una distribución normal empleamos la prueba de Tukey, en ambos casos con un nivel de significación del 0,05. Todos los datos fueron analizados con el programa SPSS 20.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, USA).

#### 4. Resultados

La caracterización morfológica de los frutos y semillas contenidas en su interior reveló diferencias significativas en función del año en que fueron recolectados (Tabla 1). Si nos fijamos en el número total de semillas por fruto, vemos que 2009 y 2011 fueron los años con mayor número de semillas, quedando reducidas casi a la mitad en el año 2012, tanto en frutos de la población natural como en aquellos procedentes de la finca. El menor número de semillas aparentemente sanas por fruto se dio en el año 2012 en la población natural debido a que más de la mitad de las semillas fueron parasitadas por *Bruchophagus astragali*. El impacto de este himenóptero fue menor el resto de años causando unas pérdidas que oscilaron aproximadamente entre el 24 y 6 por ciento del total de semillas producidas, quedando descartada su presencia en la finca donde su incidencia fue nula. En cuanto al peso de las

semillas hubo ligeras diferencias significativas, siendo las de los años 2008 y 2011 las de mayor peso.

Tabla 1. Datos relativos al número y peso de semillas contenidas en los frutos de las distintas cosechas.

Año	Nº semillas total	Nº semillas aparentemente sanas	% Semillas parasitadas	Peso semilla (gr.)
2008	10,04 ± 2,58B	7,80 ± 3,91C	23,46 ± 30,56C	0,0087 ± 0,0014B
2009	12,60 ± 3,12C	12,10 ± 3,83E	5,79 ± 17,18B	0,0074 ± 0,0011A
2011	12,52 ± 3,09C	9,90 ± 4,57D	23,35 ± 30,18C	0,0084 ± 0,0022B
2012	7,40 ± 4,31A	3,56 ± 3,71A	54,48 ± 37,24D	0,0072 ± 0,0016A
2012-Finca	6,36 ± 4,09A	6,36 ± 4,09B	0A	0,0073 ± 0,0021A
<i>P</i>	0,000	0,000	0,000	0,000

La capacidad germinativa mostró una gran variabilidad entre los distintos años estudiados (Tabla 2). Por un lado tenemos semillas que apenas germinaron como son las de los años 2009 y 2012 de la población natural, situándose en el otro extremo las semillas de los años 2010, 2011 y 2012-Finca con altos porcentajes de germinación. Sin embargo, si nos fijamos en la viabilidad a penas observamos diferencias significativas entre cosechas, obteniéndose valores superiores al 80% a excepción del año 2009 en el que la viabilidad bajó al 65%. La dinámica germinativa sí que varió notablemente de un año para otro como muestran los tiempos medios de germinación, siendo las semillas del 2012 (población natural y finca) las que tardaron menos en germinar mientras que las semillas del 2010 fueron las que mayor tiempo necesitaron. Esta alta variabilidad observada tanto en capacidad como en velocidad germinativa se vio a su vez reflejada en unos muy variables valores de germinación. Las semillas procedentes de la finca tuvieron el mayor valor de germinación debido a su elevado poder germinativo y rápida velocidad de germinación. Por contra, las semillas del 2009 y 2012 de la población natural, a pesar de no ser las más lentas germinando, obtuvieron unos pobres valores de germinación debido a su bajo poder germinativo (Tabla 2). No se produjeron diferencias significativas entre los dos regímenes de temperatura empleados en los ensayos de germinación de ahí que los datos se presenten de manera conjunta de aquí en adelante.

Tabla 2. Capacidad germinativa, viabilidad, TMG (tiempo medio de germinación) y valor de la germinación de las distintas cosechas.

Año	Germinación (%)	Viabilidad (%)	TMG (días)	Valor Germinación
2008	28,5 ± 7,84B	84,9 ± 11,48B	9,92 ± 3,38B	2,07 ± 0,99B
2009	10 ± 4,78A	65 ± 18,1A	9,62 ± 4,63BC	0,27 ± 0,22A
2010	78 ± 9,8C	91,5 ± 6,57B	14,54 ± 1,7D	10,85 ± 3,80C
2011	69,5 ± 9,55C	86 ± 8,82B	13,45 ± 1,61CD	8,82 ± 2,27C
2012	7,5 ± 4,99A	80,5 ± 10,78B	4,69 ± 2,8A	0,27 ± 0,29A
2012-Finca	79,5 ± 12,36C	81 ± 12,6AB	4,77 ± 0,55A	41,62 ± 16,49D
<i>P</i>	0,000	0,025	0,000	0,000

La caracterización morfológica de las semillas en función de su color arrojó los siguientes datos (Tabla 3). Referente al peso de la semilla, vemos que las marrones oscuras fueron las más pesadas y las verdes claras las más ligeras debido a un menor peso de la

cubierta seminal y del embrión, sin existir diferencias significativas en cuanto al peso del endospermo. Otros parámetros estudiados como fueron el contenido de humedad inicial o la toma de agua e hinchamiento transcurridas 24 horas no dieron lugar a diferencias significativas entre semillas de distinto color. En el año 2010, aproximadamente un 60% de las semillas fueron verdosas, siendo siempre las semillas verdosas las que se encontraron en una mayor proporción en las distintas cosechas (hasta un 94,37% del total en 2009, datos no mostrados). Por último, decir que sólo se pudieron diferenciar las cuatro categorías de color en el año 2010, estando ausente el resto de años la fracción más clara y/u oscura.

Tabla 3. Caracterización morfológica de las semillas de la cosecha del 2010 en función de su tonalidad. (-) Denota diferencias no significativa,  $P \geq 0,05$ .

Tipo	Peso semilla (mg)	Peso cubierta (mg)	Peso endospermo (mg)	Peso embrión (mg)
Marrón oscuro	9.8 ± 1.1C	2.36 ± 0.3AB	2.46 ± 0.37	4.11 ± 0.55B
Marrón	9 ± 1.4AB	2.38 ± 0.25B	2.23 ± 0.38	3.83 ± 0.78B
Verde	9.5 ± 1.5BC	2.30 ± 0.27AB	2.51 ± 0.63	3.84 ± 0.66B
Verde claro	8.7 ± 1.2A	2.15 ± 0.34A	2.42 ± 0.58	3.29 ± 0.52A
F	14.969	3.170	-	7.585
P	0.000	0.028	-	0.000
Tipo	% Humedad semilla	% Toma agua 24 horas	% Semillas hinchadas 24 horas	Proporción cada tipo
Marrón oscuro	9.13 ± 2.28	34.93 ± 64.28	16	14.54
Marrón	9.77 ± 2.27	51.23 ± 80.60	26	19.72
Verde	8.94 ± 2.12	26.09 ± 56.78	12	59.50
Verde claro	9.83 ± 3.70	29.71 ± 63.07	14	6.24
F	-	-	-	-
P	-	-	-	-

Las semillas verdosas tuvieron mayor capacidad germinativa que las semillas marrones. A pesar de ser significativas, las diferencias no fueron tan marcadas como las obtenidas entre semillas pertenecientes a distintas cosechas. En cuanto a la viabilidad las semillas verdosas volvieron a destacar frente a las marrones registrándose, eso sí, en todos los casos valores por encima del 80%. Sin embargo, donde no se obtuvieron diferencias significativas fue en el tiempo medio de germinación de ahí que el valor de germinación fuera, a su vez, significativamente mayor en la verdosas claras debido a su mayor capacidad germinativa (Tabla 4).

Tabla 4. Capacidad germinativa, viabilidad, TMG (tiempo medio de germinación) y valor de la germinación de las semillas de la cosecha de 2010 en función de su tonalidad. (-) Denota diferencias no significativa, s  $P \geq 0,05$ .

Tipo	Germinación (%)	Viabilidad (%)	TMG (días)	Valor Germinación
Marrón oscuro	55 ± 7.57A	87 ± 2B	12.53 ± 2.17	6.75 ± 2.33A
Marrón	52 ± 8.64A	80 ± 3.27A	13.36 ± 0.9	5.37 ± 1.95A
Verde	67 ± 13.22AB	93 ± 5.03C	16.07 ± 2.11	6.96 ± 2.69AB
Verde claro	85 ± 8.25B	97 ± 2C	14.69 ± 1.76	11.31 ± 1.77B
<i>P</i>	0.020	0.005	-	0.033

## 5. Discusión

En la mayoría de especies vegetales, el grado de germinabilidad de las semillas puede variar entre y dentro poblaciones y entre y dentro individuos. Las semillas de *Astragalus nitidiflorus* procedentes de la población natural y de la finca experimental presentaron diferencias significativas, tanto a nivel morfológico como en su comportamiento germinativo, dependiendo del año de cosecha. Parte de esta variabilidad puede ser de origen genético pero en la mayoría de los casos se debe a una combinación de microambientes, definidos por la posición de la semilla en la planta madre y el entorno abiótico, que afectan al fenotipo. La plasticidad fenotípica disminuye el riesgo de supervivencia de la especie incrementando la diversidad germinativa de la semilla. Las influencias fenotípicas aseguran que, incluso bajo condiciones óptimas, sólo una porción de las semillas de la población germinarán. Esta heteroblastia previene catástrofes de germinación masiva, por ejemplo tras una lluvia relativamente intensa seguida de un largo periodo de sequía, el cual podría hacer que todas las plántulas murieran (Gutterman, 2000).

Es bien conocido que factores maternos como la posición de la semilla en la inflorescencia o en el fruto pueden influir notoriamente sobre la germinabilidad. Sin embargo, el hecho de haber muestreado al azar tanto los frutos como las semillas empleados en los distintos ensayos debería haber enmascarado su efecto, de ahí que no sirvan para justificar las diferencias observadas entre las distintas cosechas. Existen numerosos estudios que hacen referencia a la modificación de la capacidad germinativa de las semillas debido a factores ambientales durante su desarrollo y maduración. Los factores más estudiados han sido la duración del día, la temperatura, el estrés hídrico y la nutrición mineral. La duración del día resulta crucial durante las últimas etapas de la maduración y por norma cuanto más corta es la duración del día más alta es la germinación (Gutterman, 1974). En cuanto a la temperatura, Baskin & Baskin (1998) observaron en varias especies que un incremento de la temperatura durante el desarrollo de la semilla conllevaba una mayor germinabilidad. Tanto la duración del día como la temperatura media durante los meses de floración y fructificación de *Astragalus nitidiflorus* a penas variaron de un año para otro, hay que tener en cuenta que no comparamos poblaciones situadas en latitudes muy dispares, además en caso de que existieran diferencias entre los primeros y los últimos frutos cuajados el muestreo al azar de los mismos mitigaría de nuevo dicho efecto. Un factor que sí puede variar mucho de un año para otro es el estrés hídrico. De trece especies vegetales estudiadas por Baskin & Baskin (1998) sometidas a estrés hídrico durante el desarrollo de las semillas, en siete disminuyó la dormición y en seis se vio incrementada. En la soja, cuánto mayor son los días de estrés durante el llenado de las semillas menores son los porcentajes de germinación (Dornbos *et al.*,

1989). En nuestro caso, el mayor valor de germinación se obtuvo en la cosecha del 2012 procedente de la finca, donde las necesidades hídricas de las plantas estaban totalmente satisfechas, mientras que el menor valor de germinación se obtuvo ese mismo año pero en la población natural, coincidiendo con una primavera excepcionalmente seca, con sólo 30,2 mm caídos entre marzo y abril. Lo paradójico es que en el año 2009, con un valor de germinación tan bajo como el del 2012, se produjo la primavera más lluviosa de todos los años estudiados con 118,6 mm caídos, lo cual nos hace pensar que hay otros factores involucrados. Otra diferencia que presentan las plantas cultivadas en la finca con respecto a las de la población natural es el aporte de fertilizantes inorgánicos. Por norma general la adición de fertilizantes (especialmente nitrógeno) disminuye la dormición de las semillas, sin embargo, la fertilidad del suelo en la población natural se mantuvo inalterada por lo que tampoco explicaría las notables diferencias observadas entre años. El color de la cubierta seminal es un importante factor que regula la dormición de la semilla (Torada & Amano, 2002) y está influenciado por las condiciones ambientales. La pigmentación de la cubierta está correlacionada con reducidas tasas de imbibición en varias especies de legumbres (De Souza & Marcos-Filho, 2001). Esto concuerda con los datos aquí obtenidos donde las semillas verde claro mostraron un valor de germinación superior al de las marrones, aunque en otros aspectos las diferencias apenas fueron apreciables entre categorías. De todas formas, no sería acertado tomar el color de las semillas como referencia ya que semillas del mismo color pero de distintos años tienen comportamientos germinativos muy dispares. En el 2009 la práctica totalidad de las semillas eran verdosas y sin embargo arrojaron porcentajes de germinación mucho más bajos que los obtenidos para las verdosas del 2010.

Existe un último factor, de origen materno, que podría explicar mejor que ninguno de los ya mencionados el comportamiento tan dispar que presentan las distintas cosechas entre sí; nos referimos a la edad de la planta. La edad de la planta madre puede afectar a la germinabilidad de las semillas desarrollando cubiertas con distintos grados de impermeabilidad. Esto se ha podido constatar en algunas especies como *Oldenlandia corymbosa*, en la que las semillas desarrolladas en plantas jóvenes presentaron menor latencia que aquellas procedentes de plantas más viejas (Do Cao *et al.*, 1978). Una población joven en expansión genera mayor proporción de semillas fácilmente germinables mientras que las plantas adultas bien arraigadas se encargan de producir semillas con una cubierta menos permeable, siendo las responsables de la formación del banco edáfico de la especie. Todos los frutos recolectados en la finca procedían de plantas jóvenes en su primer año de fructificación, mientras que en el campo cogimos de plantas al azar sin conocer su edad. Es probable que en los años 2009 y 2012 cogiéramos mayor proporción de frutos procedentes de las plantas más adultas, que a su vez eran las más desarrolladas y de mayor producción. Parece estar claro que el hecho de tener plantas jóvenes con todas sus necesidades hídricas y nutricionales cubiertas influyó notablemente para que las semillas producidas en la finca fueran las que tuvieran un mayor valor de germinación pero en el campo es más complicado averiguar cuál fue el factor determinante. A falta de ensayos específicos que confirmen nuestras hipótesis es posible, en vista de los resultados obtenidos, que sean varios los factores que intervengan a la hora de determinar la capacidad germinativa de las semillas de *Astragalus nitidiflorus*.



## 6. Conclusiones

Las distintas cosechas de *Astragalus nitidiflorus* aquí estudiadas presentaron heteroblastia, es decir, la capacidad de producir semillas morfo y fisiológicamente diferentes. Este mecanismo se encarga de dispersar la germinación a lo largo del tiempo, lo cual supone una importante ventaja adaptativa para la especie.

Las diferencias observadas en el carácter germinativo se debieron al diferente grado de permeabilidad que presentaron las cubiertas seminales. Son muchos los factores maternos y ambientales que podrían estar implicados, si bien, el estado hídrico de la planta, su edad o una combinación de ambos se perfilan como factores determinantes.

El comportamiento germinativo de las semillas de *Astragalus nitidiflorus* no se pueden categorizar en función de su tonalidad ya que semillas del mismo color pero de distinta cosecha presentaron comportamientos germinativos muy dispares.

## 7. Referencias bibliográficas

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M.; 1998. Seeds - Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. 666 pp. Academic Press, San Diego.

DE SOUZA, F.H.D.; MARCOS-FILHO, J.; 2001. The seed coat as a modulator of seed-environment relationships in *Fabaceae*. *Revta Brasil Bot São Paulo*, 24(4), Pages 365 - 375.

DJAVANSHIR, K.; POURBEIK, H.; 1976. Germination value - a new formula. *Silvae Genetica*, 25, Pages 79 - 83.

DO CAO, T.; ATTIMS, Y.; CORBINEAU, F.; CÔME, D.; 1978. Germination des grains produits par les plantes de deux lignées d'*Oldenlandia corymbosa* L. (Rubiácees) cultivées dans des conditions contrôlées. *Physiologie Végétale*, 16, Pages 521 - 531.

DORNBOS, D.L.; MULLEN, R.E.; SHIBLES, R.M.; 1989. Drought stress effects during seed fill on soybean seed germination and vigor. *Crop Science*, 29, Pages 476 - 480.

GUTTERMAN, Y.; 1974. The influence of the photoperiodic regime and red/far-red light treatments of *Portulaca oleracea* L. plants on the germinability of their seeds. *Oecologia*, 17, Pages 27 - 38.

GUTTERMAN, Y.; 2000. Maternal effects on seeds during development. En: FENNER, M.; (2nd edition): The ecology of regeneration in plant communities. Pages 59 - 84. CABI Publishing, London.

MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J.J.; SEGURA, F.; AGUADO, M.; FRANCO, J.A.; VICENTE, M.J.; 2011. Life history and demographic features of *Astragalus nitidiflorus*, a critically endangered species. *Flora*, Volume 206, Pages 423 - 432.

TORADA, A.; AMANO, Y.; 2002. Effect of seed coat color on seed dormancy in different environments. *Euphytica*, 126, Pages 99 - 105.