

# Factores bióticos y abióticos que afectan la calidad de las semillas de *Schinopsis balansae* Engl. y *Aspidosperma quebracho-blanco* Schltld

Claudia Alzugaray<sup>1</sup>, Nélida J. Carnevale<sup>1,2</sup>, Adriana R. Salinas<sup>1,2</sup> y Rosanna Pioli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario (UNR) y <sup>2</sup>Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina

## Resumen

*Schinopsis balansae* (quebracho colorado) y *Aspidosperma quebracho-blanco* (quebracho blanco) son árboles característicos de la región chaqueña de Sudamérica. En Argentina, los quebrachos se hallan en bosques que han sido sometidos a una intensa explotación. El objetivo de este trabajo fue identificar factores abióticos y bióticos, en especial de origen fúngico, que afectan la calidad de las semillas de ambas especies y su relación con la germinación. Las semillas se evaluaron a través de la prueba de germinación y se determinó el porcentaje de incidencia de agentes fúngicos en semillas de dos años de cosechas distintas. En *S. balansae* la germinación fue del 77% y del 27% en las cosechas de 2000 y 2001, respectivamente, y se encontró asociación con *Alternaria* spp., *Curvularia* spp. y *Fusarium* spp. con la germinación del año 2001, mostrando un coeficiente de correlación = -0,84; -0,85 y -0,73, respectivamente ( $p < 0,00004$ ). Asimismo, se halló un elevado porcentaje de semillas vanas (55%) en la cosecha de 2001, producto de factores ambientales adversos, particularmente abundantes precipitaciones durante la floración. En las semillas de *A. quebracho-blanco* la germinación fue del 50% y del 90% en los años 2000 y 2003, respectivamente, con un 42% de semillas inmaduras en la cosecha de 2000, que se asoció a elevadas precipitaciones y temperaturas durante la floración y la maduración de los frutos. La incidencia de patógenos en semillas de esta especie fue mínima y no estuvo asociada a la germinación en ninguno de los dos años evaluados.

## Palabras clave

Árboles de Argentina, Calidad de semillas, Germinación, Patógenos fúngicos

## Biotic and abiotic factors that affect the quality of *Schinopsis balansae* Engl. and *Aspidosperma quebracho-blanco* Schltld. seeds

## Summary

*Aspidosperma quebracho-blanco* (white quebracho) and *Schinopsis balansae* (red quebracho) are distinctive trees of the South American Park in Argentina. Quebrachos are found in forests that have been exploited very intensively. The object of this work was the identification of biotic and abiotic factors specially fungal pathogen that affect the quality of both species and its relation with germination. Seeds were evaluated through germination test and the percentage of the incidence of fungal agents in two different years of harvest was determined. In *S. balansae* the germination rate was 77% and of 27% in 2000 and 2001 harvests, respectively. Associations fungi - germination were found in 2001 for *Alternaria* spp., *Curvularia* spp., and *Fusarium* spp., showing an coefficient of correlation = -0.84; -0.85 and -0.73 ( $p < 0.00004$ ), respectively. A high percentage of vane seeds (55%) was also found in 2001 harvest, due to adverse environmental factors, specifically higher precipitations during flowering. In *A. quebracho-blanco* seeds, the germination rate was 50% and 90% in 2000 and 2003 respectively, with a 42% of immature seeds in 2000 harvest that was associated to high precipitations and high temperatures during flowering and ripping of fruits. The incidence of pathogens was low and did not have association to germination.

## Key words

Argentina trees, Seeds quality, Germination, Fungal agents

## Dirección para correspondencia:

Claudia Alzugaray  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad Nacional de Rosario (UNR)  
Campo Experimental Villarino C.C.14.  
S2125ZAA, Zavalla  
Santa Fe, Argentina  
Tel.: (+54) 0341 4970080/85  
Fax: (+54) 0341 4970080/85  
E-mail: calzugar@sede.unr.edu.ar

Aceptado para publicación el 25 de abril de 2006

©2007 Revista Iberoamericana de Micología  
Apdo. 699, E-48080 Bilbao (Spain)  
1130-1406/01/10.00 €

*Aspidosperma quebracho-blanco* (familia Apocinaeae) y *Schinopsis balansae* (familia Anacardiaceae) son especies arbóreas características de la región fitogeográfica chaqueña, región que abarca el sur de Bolivia, el oeste de Paraguay y el norte de Argentina [8,22]. En Argentina, la elevada tasa de deforestación ha conducido a la desaparición del bosque chaqueño en algunos lugares, y en otros se encuentra sumamente fragmentado o subutilizado, con un empobrecimiento de las especies de mayor valor maderero, como *S. balansae*, *A. quebracho-blanco* y *Caesalpinia paraguariensis* (L.) Parodi Burkart [38]. Si bien existen numerosas experiencias de rehabilitación de áreas boscosas en el mundo [4,7,11,24,25], un manejo adecuado del recurso forestal requiere de conocimientos básicos acerca de la propagación de las especies. La mayoría de los árboles de la región chaqueña se propagan mediante semillas, por lo que la calidad de éstas influirá considerablemente en el éxito de las plantaciones que se efectúen a partir de ellas [39]. Ambas especies florecen entre los meses de diciembre y enero, mientras que los períodos de maduración de sus frutos son distintos. Las sámaras de *S. balansae* maduran entre febrero y finales de marzo y las semillas de *A. quebracho-blanco* tienen un prolongado período de maduración dentro de las cápsulas, hasta el fin del invierno. En los escasos estudios que hay sobre calidad de semillas de las especies nativas del Chaco, no se profundiza sobre las causas de la baja germinación observada en algunas especies [13], mientras que las referencias que existen para *S. balansae* y *A. quebracho-blanco* indican un bajo vigor de sus semillas [21,27]. Conocer los factores, bióticos y abióticos que determinan la calidad y el estatus sanitario de un lote de semillas es importante, pues con dichos datos se pueden elucidar las causas de una pobre germinación o del fracaso en el establecimiento de una especie en el campo [19]. Las pruebas de detección de agentes patogénicos en las semillas, fundamentalmente de hongos, completan el diagnóstico de un lote de semillas [1].

El objetivo de este trabajo fue identificar factores abióticos y bióticos, en particular patógenos fúngicos, que afectan la calidad de las semillas de *S. balansae* y *A. quebracho-blanco* y su relación con la germinación.

## Materiales y métodos

Las semillas se recolectaron en la Estación Experimental del Ministerio Dr. Tito Livio Copa, en la localidad

de Vera, provincia de Santa Fe, Argentina (29° 30' L.S.; 60° 45' L.O.), que posee un área boscosa de alrededor de 1000 hectáreas. Los bosques se ubican sobre lomas suavemente onduladas y planadas cuyos suelos son natraquales típicos y, en menor proporción, ochracualfes udólicos [26]. La limitante de ambos suelos es la baja permeabilidad en superficie por los altos contenidos de limo (67-68%) y la alcalinidad sódica en algún horizonte o en todo el perfil. El clima es subhúmedo-húmedo, mesotermal, con poca o ninguna deficiencia de agua. Las temperaturas medias de enero se sitúan entre las isótermas de 26 °C y 27 °C y las medias de julio entre 13 °C y 14 °C. Las precipitaciones medias anuales oscilan entre los 800 y 1300 mm [8,9]. Se obtuvieron los datos de precipitaciones y temperaturas de los años 1999, 2000, 2001, 2002 y 2003 del Observatorio Agrometeorológico del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Reconquista (Tablas 1 y 2). Los árboles se seleccionaron por su buen porte y estado sanitario, accesibilidad y producción de semillas. Las sámaras de *S. balansae* se cosecharon manualmente al final de marzo de los años 2000 y 2001. Las cápsulas de *A. quebracho-blanco* se cosecharon a principios de agosto de los años 2000 y 2003, ya que en los años 2001 y 2002 hubo escasa o nula producción de frutos en la población estudiada. Los

**Tabla 1.** Lluvias mensuales (mm<sup>3</sup>) registradas en la localidad de Reconquista durante los años 1999 a 2003.

Mes	Año				
	1999	2000	2001	2002	2003
Enero	56,1	104,1	221,0	73,5	58,2
Febrero	272,3	296,1	84,9	35,0	55,3
Marzo	91,2	237,9	264,8	205,0	364,4
Abril	129,3	189,7	95,6	360,9	239,9
Mayo	13,8	55,4	3,4	72,3	50,7
Junio	42,8	9,3	137,3	13,9	6,0
Julio	41,4	17,3	0,6	119,8	8,2
Agosto	4,7	13,4	90,3	10,9	24,3
Setiembre	22,6	48,0	40,5	112,2	
Octubre	41,2	52,3	246,1	159,2	
Noviembre	8,2	241,5	166,6	352,2	
Diciembre	83,6	131,0	88,3	268,9	
Promedio anual	807,2	1.196	1.439,4	1.783,8	

Fuente: Observatorio Agrometeorológico (Estación Experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA Reconquista. Argentina).

**Tabla 2.** Temperaturas máximas medias y medias mensuales (°C) registradas en la localidad de Reconquista durante los años 1999 a 2003.

Mes	Año 1999		Año 2000		Año 2001		Año 2002		Año 2003	
	Máximas Medias	Medias Mensuales	Máximas Medias	Medias Mensuales	Máximas Medias	Medias Mensuales	Máximas Medias	Medias Mensuales	Máximas Medias	Medias Mensuales
Enero	31,2	25,0	32,0	25,8	31,0	26,0	32,2	25,7	32,3	26,5
Febrero	31,4	26,0	31,3	25,0	32,4	27,4	31,0	25,0	30,9	25,4
Marzo	30,2	25,5	27,4	22,2	30,4	25,6	31,0	26,6	27,4	23,1
Abril	23,4	18,6	25,9	21,5	25,0	20,6	22,9	19,1	24,0	19,5
Mayo	21,9	15,9	21,2	16,6	21,2	15,7	23,4	18,9	22,6	17,5
Junio	19,1	13,7	19,4	15,5	20,0	15,6	17,9	13,0	22,8	17,9
Julio	17,4	12,7	17,8	11,0	20,4	14,9	17,3	12,7	19,5	13,7
Agosto	23,7	16,7	23,2	16,3	24,4	18,3	22,6	16,9	20,5	13,9
Setiembre	25,7	19,3	24,5	18,0	21,6	17,1	23,8	17,0		
Octubre	26,4	20,1	27,4	21,8	25,4	20,7	27,2	22,0		
Noviembre	30,1	22,3	27,0	21,7	28,0	22,7	27,9	22,8		
Diciembre	32,0	25,5	29,8	24,3	30,3	24,3	29,0	24,5		
Promedio anual	26,0	20,1	25,6	20,0	25,8	20,7	25,5	20,4		

Fuente: Observatorio Agrometeorológico (Estación Experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA Reconquista. Argentina).

frutos fueron secados a temperatura ambiente en laboratorio durante tres meses. Luego se determinó su humedad y se colocaron en cámara fría a 3 °C en frascos de vidrio hasta el comienzo de las pruebas [17,20]. Se realizaron pruebas de germinación y determinación de patógenos. Las pruebas de germinación se hicieron a los tres meses de cosechadas las semillas, según las normas del Manual de semillas de árboles y arbustos [19] con cuatro repeticiones de 50 semillas cada una. Las semillas se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 2% durante dos minutos y se colocaron a germinar en bandejas plásticas transparentes con arena a capacidad de campo (máxima capacidad de retención del agua en el suelo a una succión promedio de 33 kilopascales). Se colocaron en cámaras de germinación con un fotoperíodo de 12 h y a una temperatura de 25 °C. La evaluación de las plántulas normales producidas se realizó cada siete días durante 28 días según el Manual de Evaluación de Plántulas [5]. Los resultados de la germinación se expresaron en porcentaje. Se evaluó la incidencia de los géneros/especies fúngicos y su localización en frutos y en semillas en *S. balansae* y en semillas en *A. quebracho-blanco* (Figura). Para obtener las semillas de *S. balansae*, los frutos fueron abiertos con pinza y bisturí. Frutos intactos y semillas se desinfectaron superficialmente con hipoclorito de sodio al 2% durante dos y un minuto, respectivamente. Se sembraron 100 frutos (cinco frutos por placa de Petri) y 100 semillas (10 semillas por caja) para cada cosecha de *S. balansae* y 100 semillas por cosecha (5 semillas por caja) para *A. quebracho-blanco*, en un medio agar papa glucosado (APG) al 2% con 0,2% de ácido láctico, y se incubaron durante siete días a 25 ± 1 °C, con alternancia de 12 h de luz cercana a ultravioleta

(NUV) y oscuridad [29,31]. La identificación de los géneros/especies fúngicos se realizó por observación de las características morfológicas de las colonias, sus fructificaciones y esporas, y se denominaron de acuerdo a Rossman y colaboradores [34]. Los valores medios de incidencia (I) de cada patógeno se calcularon relacionando el número de frutos o semillas colonizados por un patógeno determinado, con el número total de frutos o semillas evaluados en cada año. Los resultados se expresaron como porcentaje de incidencia (% I). Los datos de las pruebas de germinación estándar y de incidencia de patógenos se sometieron a las pruebas de normalidad y de homogeneidad de varianza y se transformaron utilizando  $\arcsen \sqrt{x/100}$ . En *S. balansae* se comparó la incidencia de patógenos, entre los años 2000 y 2001, tanto en frutos como en semillas. Dentro de cada año se comparó la incidencia entre frutos y semillas. Para el análisis de los datos se utilizó la prueba de Wilcoxon [36]. Se realizó el análisis de correlación simple de Spearman entre los patógenos de las semillas y la germinación para cada año de cosecha [36].

## Resultados

El porcentaje de humedad de las semillas de *S. balansae* de las cosechas 2000 y 2001 fue del 8,9% y 12%, con una germinación del 77% y 27% en las respectivas cosechas ( $p < 0,0001$ ). La apertura de las sámaras para obtener las semillas de *S. balansae* permitió detectar en el año 2000 un 14% de frutos vanos y un 7% con larvas de insectos, mientras que las cosechadas en 2001 presentaron un 55% de semillas vanas y un 5% con larvas de insectos, identificados como brúchidos, en ambas cosechas. Las comparaciones entre cosechas mostraron diferencias significativas en el número de semillas vanas ( $p < 0,05$ ), no así en el número de semillas con larvas.

Los patógenos encontrados en frutos y semillas de *S. balansae* en las cosechas de 2000 y 2001 se observan en la tabla 3. En los frutos, *Aspergillus niger* presentó mayor incidencia en el año 2000 ( $p < 0,02$ ) y *Rhizopus* spp. mayor incidencia en el año 2001 ( $p < 0,0025$ ). El resto de los patógenos sobre los frutos no mostraron diferencias significativas entre años. En las semillas, los complejos de distintas especies de *Fusarium* (*Fusarium equiseti* y *Fusarium semitectum*) y de *Phomopsis* (*Phomopsis sojae* y *Phomopsis* spp.), estas últimas identificadas molecularmente [32], aparecieron con mayor incidencia en la cosecha de 2001 ( $p < 0,0003$  y  $p < 0,043$ , respectivamente), respecto de las semillas cosecha de 2000. Los patógenos que presentaron diferencias significativas entre la colonización de frutos o semillas, en el año 2000, fueron *Aspergillus* spp., con mayor incidencia en los frutos ( $p < 0,02$ ) y *Curvularia* spp., con mayor incidencia en las semillas ( $p < 0,05$ ). En 2001, *Rhizopus* spp. tuvo mayor incidencia en frutos ( $p < 0,0025$ ) y *Fusarium* spp. ( $p < 0,0003$ ) registró mayor incidencia en semillas ( $p < 0,0003$ ).

No hubo correlación entre los patógenos de las semillas y la germinación en el año 2000. Para el año 2001, *Alternaria* spp., *Curvularia* spp. y *Fusarium* spp. presentaron una correlación negativa con la germinación, mostrando un coeficiente de correlación de  $-0,84$ ;  $-0,85$  y  $-0,73$ , respectivamente ( $p < 0,00004$ ). La metodología para detectar patógenos permitió observar, además, una frecuencia de nemátodos del 2% y del 6% en los frutos de las cosechas de 2000 y 2001, respectivamente. Si bien los nemátodos asociados a frutos de *S. balansae* no fueron identificados, su detección posterior a la desinfección superficial permite inferir que los nemátodos estaban asociados a los tejidos de los frutos y pudieron ser transmitidos a través de ellos, por lo cual se los consideró fitófagos [37].

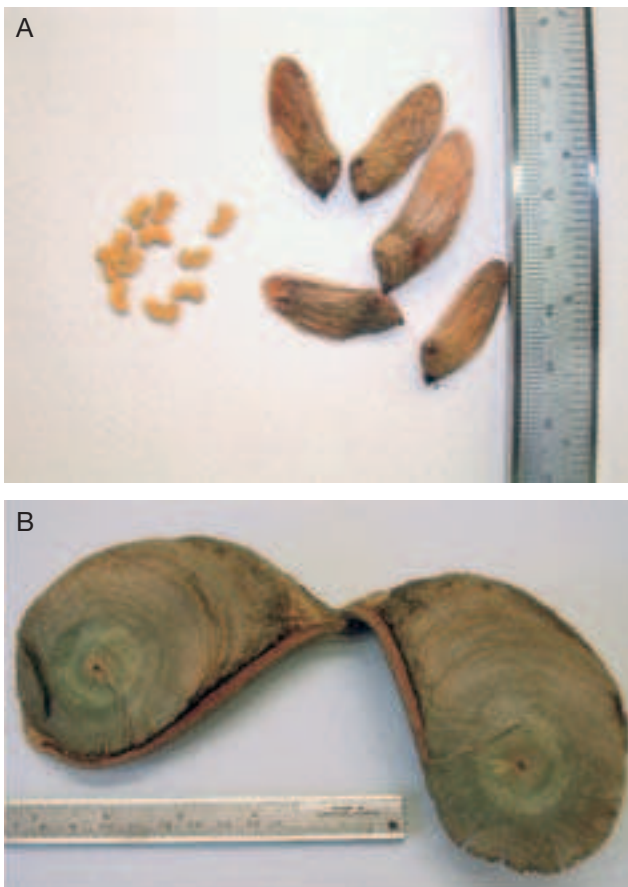


Figura. A: Semilla (izquierda) y sámara (derecha) de *S. balansae*. B: Semilla de *A. quebracho-blanco*.

Las semillas de *A. quebracho-blanco* cosechadas en 2000 y 2003 presentaron una humedad del 7,2% y su germinación fue del 50% y 90%, respectivamente ( $p < 0,0001$ ). La apertura de los frutos en el proceso de secado permitió detectar en la cosecha de 2000 un elevado porcentaje de semillas inmaduras de pequeño tamaño (42%) y algunas completamente vanas con sólo la presencia de tegumentos. En *A. quebracho-blanco* las semillas de la cosecha de 2000 tuvieron una muy baja incidencia de patógenos fúngicos (Tabla 4), con *Phomopsis* spp. como especie patogénica y *A. niger* y *Aspergillus flavus*, como hongos de almacenamiento. En 2003 no se observaron semillas inmaduras, y en la evaluación de patógenos se observó una mayor incidencia que en el año 2000 (Tabla 4). Las especies patogénicas fueron *Alternaria* spp., *F. equiseti* y *Phomopsis* spp. y, con menor incidencia, *Sclerotium bataticola*. Los hongos de almacenamiento correspondieron a *A. niger*, *A. flavus* y *Aspergillus terreus*. Por último, *Chaetomium* spp. puede manifestar un comportamiento variable según la especie vegetal u hospedante: actúa como patógeno cuando está asociado a semillas de arroz [3] o como saprófito o contaminante en asociaciones con semillas de soja [18]. En el caso de las especies arbóreas en estudio, no se han realizado las pruebas de patogenicidad o inoculaciones que promueven la expresión de síntomas específicos, y que permiten definir el tipo de asociación establecida. No hubo correlación entre la presencia de patógenos y la germinación para ninguna de las dos cosechas.

## Discusión

El porcentaje de humedad de los frutos de *S. balansae* en el momento de la dispersión, fue semejante a los valores hallados por Augspurger [6] en semillas aladas de 34 especies de árboles de la isla Barro Colorado (Panamá), con clima tropical húmedo. Este autor encontró que el contenido de humedad, entre un 9 y un 10%, variaba escasamente con las diferentes formas de las semillas aladas de distintas especies, por lo que postuló que el contenido de humedad para las semillas aladas estaría directamente relacionado con ese modo de dispersión. Las semillas de

*A. quebracho-blanco* tuvieron un porcentaje de humedad entre el 7 y 8%, valores algo menores que los de *S. balansae*. Esto se debe probablemente a una configuración de la semilla mucho más delicada y a su fecha de maduración, que es la época más seca del año. En ambos casos, la humedad alcanzada a los tres meses desde la cosecha, fue lo suficientemente baja como para evitar la proliferación de patógenos. La falta de correlación entre los patógenos de las semillas de *S. balansae* y la germinación de la cosecha de 2000 podría explicarse por la alta incidencia de *Chaetomium* spp. (16%) y *Trichoderma* spp. (12%). *Chaetomium* spp. participa, generalmente, como un importante descomponedor de la materia orgánica vegetal, herbácea o lignificada [16]. La presencia de *Trichoderma* spp. explicaría, entre otros, la baja presencia de hongos patógenos, ya que está reconocido como biocontrolador de otras especies fúngicas. Por ejemplo, *Trichoderma harzianum*, una de las especies más extendidas, puede actuar mediante diferentes estrategias biológicas, como competencia por el sustrato, antagonismo por antibiosis y por micoparasitismo, sobre otros géneros fúngicos [30].

La baja germinación de las semillas de *S. balansae*, 27% en la cosecha de 2001, se debió principalmente a la presencia de semillas vanas. La alta proporción de semillas vanas observadas en la población de *S. balansae* estudiada, es un hecho frecuente en rodales naturales de distintas especies [39].

Algunos autores [15] registraron que las semillas de *Pistacia lentiscus* L. y *Pistacia terebinthus* L., pertenecientes a la familia Anacardiaceae, presentaban generalmente un gran porcentaje de semillas partenocárpicas vanas. En otras especies, como *Pinus tropicalis* Morelet, una conífera endémica de Cuba, se registraron 60,5% de semillas sanas, 7,2% de semillas vanas y un 32,3% de semillas enfermas. En las semillas de *P. tropicalis* se hallaron problemas de patógenos asociados a las semillas sanas que producían podredumbre de las plántulas (*damping off*) y envejecimiento de las semillas por los altos niveles de humedad en el momento de la cosecha [2].

En *S. balansae* los hongos colonizadores de frutos y semillas que se encontraron se asocian en distinto grado

**Tabla 3.** Incidencia, en porcentaje, de géneros y especies fúngicos en frutos y semillas de *S. balansae* (años 2000 y 2001).

Patógeno	Frutos		Semillas	
	Año 2000	Año 2001	Año 2000	Año 2001
<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.	38*a	6*	2b	–
<i>Chaetomium</i> spp.	16	–	–	–
<i>Alternaria</i> spp.	14	14	5,6	12
<i>Trichoderma</i> spp.	12	–	–	–
<i>Phomopsis</i> spp.	6	10	3,3**	13**
<i>Penicillium</i> spp.	4	4	2	1
<i>Aspergillus flavus</i> Link: Fr.	4	–	–	–
<i>Fusarium</i> spp.	2	1b	3,1**	18**a
<i>Fusarium semitectum</i> Berk. and Rav.	–	–	–	–
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.	–	–	–	–
<i>Rhizopus</i> spp.	2*	38*a	–	2b
<i>Phoma</i> spp.	–	12	–	–
<i>Sclerotium</i> spp.	–	6	–	–
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe	–	6	–	–
<i>Curvularia</i> spp.	1b	4	12,2a	12
<i>Glomerella</i> spp.	–	2	–	–
<i>Colletotrichum</i> spp.	–	2	–	–
<i>Epicoccum nigrum</i> Link	–	–	4,4	1
<i>Cladosporium</i> spp.	–	–	2	1
<i>Nigrospora</i> spp.	–	–	–	1

\*Indica diferencias estadísticas significativas entre los años 2000 y 2001 para frutos ( $p < 0,05$ ).

\*\*Indica diferencias estadísticas significativas entre los años 2000 y 2001 para semillas ( $p < 0,05$ ).

Letras minúsculas distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) en un mismo año entre frutos y semillas.

**Tabla 4.** Incidencia, en porcentaje, de géneros y especies fúngicos en semillas de *A. quebracho-blanco* (años 2000 y 2003).

Patógeno	Año	
	2000	2003
<i>Phomopsis</i> spp.	3	1
<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.	1	5
<i>Aspergillus flavus</i> Link: Fr.	1	1
<i>Alternaria</i> spp.	-	1
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.	-	1
<i>Aspergillus terreus</i> Thom	-	1
<i>Chaetomium</i> spp.	-	9,8
<i>Sclerotium bataticola</i> Taubenh.	-	2

con la reducción de la germinación y el *damping off* (podredumbre) de las plántulas en especies como la soja [31], particularmente *Rhizopus* spp., *Alternaria* spp., *Phomopsis* spp., *A. niger*, *Fusarium* spp. y *Drechslera* spp., potencialmente peligrosos, inclusive para la especie en estudio. Se demostró que el decaimiento de semillas provocado por *Phomopsis* spp. presenta una alta correlación con precipitaciones abundantes y temperatura y humedad relativa elevadas [35]. Estos factores ambientales, pueden favorecer el proceso de infección de las semillas por patógenos durante su desarrollo (entre floración y pleno llenado de semillas), maduración (entre pleno llenado y madurez en el momento de cosechar) y durante el período post cosecha (o cosecha demorada). Estos factores inciden de diferentes maneras: la alta humedad, cuando las semillas alcanzan la madurez de cosecha, se correlaciona positivamente con infecciones de *Alternaria* y *Fusarium*, asociándose esto último con la disminución del poder germinativo. La alternancia de períodos secos y húmedos combinados con variaciones térmicas pueden causar daños en los tegumentos seminales que favorecen la entrada de patógenos y la infección de los tejidos seminales [23].

*S. balansae* florece durante los meses de diciembre y enero. Las precipitaciones durante ese período para la cosecha de 2001, fueron más abundantes que en la cosecha de 2000 (352 mm y 187,7 mm, respectivamente) y junto con las altas temperaturas registradas, favorecieron la presencia de patógenos que redujeron la germinación en las semillas de la cosecha de 2001.

Con respecto a los nematodos hallados en las sámaras de *S. balansae*, estudios previos de Vilardi Tenente y Brito Costa Manso [37] describieron las características morfológicas de las especies de nematodos transmitidas por semillas, que correspondían a géneros fitófagos que poseen estilete. Las asociaciones entre nematodos y semillas más estudiadas corresponden a las establecidas con semillas de leguminosas y cariopses de trigo y de arroz. Estas asociaciones pueden ser de dos tipos diferentes: a) cuando los nematodos están asociados superficialmente a los tejidos seminales actúan como contaminantes y, generalmente, se lavan durante el proceso de desinfección superficial de los tejidos seminales; y b) cuando los nematodos están asociados internamente a los tejidos (tegumentos, endosperma, cotiledones), reconociéndose como un proceso de transmisión. Los nematodos transportados internamente experimentan un fenómeno de anhidrobiosis que les garantiza un período de supervivencia, durante el cual su actividad metabólica permanece paralizada hasta activarse durante el proceso de germinación de las semillas [12].

La germinación de las semillas de *A. quebracho-blanco* cosechadas en el año 2000, resultó moderada y no se alejó de los valores que pueden presentar otras especies forestales nativas o exóticas [13,27,33]. La germinación en la cosecha de 2003 resultó significativamente mayor que

en 2000 y estaría indicando diferentes condiciones ambientales durante la maduración de los frutos y de las semillas. Durante la primavera de 1999, el cuajado de frutos de *A. quebracho-blanco* fue excepcional, hecho que se comprobó en casi todos los árboles del área de la zona de estudio. Esto dio como resultado una importante cosecha de semillas en agosto de 2000. En el año 2003 se recolectaron frutos de escasos árboles del área estudiada, pero la calidad de las semillas fue significativamente mayor que en 2000. En la región chaqueña occidental se ha observado que en primaveras sumamente húmedas el cuajado de frutos fue reducido, hecho que podría atribuirse a que la lluvia disminuyó la actividad de los insectos polinizadores [14]. Constatando estas observaciones con los datos meteorológicos de la región en estudio, la precipitación en la primavera del año 1999 fue de 155,6 mm, registro que fue superado en los años subsiguientes, con una precipitación primaveral de 472,8 mm, 541,2 mm y 892,5 mm en los años 2000, 2001 y 2002 respectivamente. La precipitación explicaría el mayor o menor cuajado de frutos y también pareciera estar directamente asociada a la calidad de las semillas, combinada con otros factores ambientales como las mayores temperaturas. Considerando el prolongado período de maduración de los frutos (desde el final de noviembre hasta el final de agosto), éstos están sometidos a períodos de estrés térmico (altas temperaturas) y estrés hídrico que podrían ocasionar problemas de llenado en las semillas como sucedió en las semillas del año 2000, cuya germinación fue del 50%. En el caso del año 2003, hubo mayor incidencia de géneros fúngicos tras una primavera excepcionalmente húmeda. Sin embargo, la presencia de hongos en las semillas de *A. quebracho-blanco* no fue relevante sobre la germinación en ninguna de las dos cosechas. Algunas especies como *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Curvularia* spp., *Phoma* spp., *Phomopsis* spp. y *Pestalotia* spp. son consideradas las los patógenos más importantes en semillas de especies forestales [10]. *Chaetomium*, que en las semillas cosecha de 2003 de *A. quebracho-blanco* fue el hongo de mayor incidencia (9,8%), no es considerado por Carneiro [10] como una especie potencialmente peligrosa. La falta de correlación entre la incidencia de *Chaetomium* spp. con la germinación de las semillas de *A. quebracho-blanco* avala la afirmación anterior, por los motivos explicados anteriormente para *S. balansae* [16]. La presencia de los patógenos *Alternaria* spp., *Fusarium equiseti* y *Phomopsis* sp., sumaron un 3% de incidencia en las semillas de *A. quebracho-blanco* cosecha de 2003, pero no revistieron importancia a raíz de su baja incidencia total.

De las determinaciones realizadas en este trabajo se deduce que las condiciones ambientales, tales como precipitaciones abundantes y altas temperaturas, pueden tener efectos más drásticos sobre la germinación que los patógenos identificados. Sin embargo, dichas condiciones, en *S. balansae*, predisponen a la presencia de hongos patógenos en las semillas.

Los autores expresan su agradecimiento al Ing. Luis Schaumburg, a los señores Rodolfo Comuzzi y Sergio Acosta, de la Estacion Experimental del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca "Dr. Tito Livio Copa", Las Gamas, Vera, Provincia de Santa Fe, y al Dr. Roque Craviotto del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Oliveros INTA, Santa Fe, Argentina.

## Bibliografía

1. Agrios GN. Fitopatología. México, Limusa, 1998.
2. Alvarez A, Suárez JN, Hechavarría O, Diago I. *Pinus tropicalis* Morelet: características y situación de sus recursos genéticos. La Habana, Instituto de Investigaciones Forestales, 2003.
3. Amaral HM. Testes de sanidade de sementes de arroz. En: Fundação Cargill (Eds.) Patología de sementes. Campinas, 1987: 358-370.
4. Ashton PM, Gunatilleke CVS, Gunatilleke IAUN. Seedling survival and growth of four *Shorea* species in a Sri Lankan rainforest. *J Trop Ecol* 1995; 11: 263-279.
5. Association Official Seed Analysis. Seedling Evaluation Handbook. Contribution 35. Zurich, AOSA, 1992.
6. Augspurger CK. Mass allocation, moisture content, and dispersal capacity of wind-dispersed tropical diaspores. *New Phytol* 1988; 108: 357-368.
7. Bonino E, Araujo P. Structural differences between a primary and a secondary forest in the Argentine Dry Chaco and management implications. *Forest Ecol Manage* 2005; 206: 407-412.
8. Cabrera AL, Willink A. Biogeografía de América Latina. Monografías científicas, Serie Biológica 13. Washington, Secretaría General de la O.E.A., 1980.
9. Cáceres LM. Caracterización climática de la provincia de Santa Fe. Santa Fe, Ministerio Agricultura y Ganadería Santa Fe, Dpto. de Aguas, 1980.
10. Carneiro JS. Testes de sanidade de sementes de essências florestais. En: Soave J e Veloso Da Silva Wetzel M (Eds.) Patología de sementes. Campinas, Fundação Cargill, 1987: 390-391.
11. Carnevale NJ, Montagnini F. Facilitating regeneration of secondary forests with the use of mixed and pure plantations of indigenous tree species. *Forest Ecol Manage* 2002; 136: 217-227.
12. Caubel G. Importance of the transmission by seed of phytoparasitic nematodes. En: Simon JC, Dedryver CA, Rispe C, Hüllé M (Eds.) Nematology. Le Rheu, INRA, 1982: 1-4.
13. Colombo Speroni F, De Viana ML. Requerimientos de escarificación en semillas autóctonas e invasoras. *Ecol Aust* 2000; 10: 123-131.
14. Del Castillo E, Saravia Toledo C, Gil N, Zapater MA. Ecología y manejo del quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*). Santiago de Chile, Primer Congreso Latinoamericano IUFRO, 1998.
15. Domínguez Llerena S, Murrias G, Herrero Sierra N, Peñuelas Rubira JL. Cultivo de once especies mediterráneas en vivero: implicaciones prácticas. *Rev Ecol* 2001; 15: 213-223.
16. Domsch KH, Gams W, Anderson TH. Compendium of Soil Fungi. London, Academic Press, 1980.
17. Ellis RH, Hong TD, Roberts EH. Handbook of Seed Technology for Genebanks. Nº 3 Volume II. Compendium of Specific Germination Information and Test Recommendation. Roma, International Board for Plant Genetic Resources, 1985.
18. Henning AA. Testes de sanidade de sementes en soja. En: Soave J e Veloso Da Silva Wetzel M (Eds.) Patología de sementes. Campinas, Fundação Cargill, 1987: 44-45.
19. International Seed Testing Association. ISTA. Tree and Shrub Seed Handbook. Zurich, International Seed Testing Association, 1991.
20. International Seed Testing Association. ISTA. Rules for Seed Testing. Zurich, International Seed Testing Association, 2003.
21. La Porte J. Observaciones sobre germinación y cromosomas de algunas especies de *Schinopsis* (Anacardiáceas) y de Esterculiáceas cultivadas. *Rev Arg Agr* 1962; 9: 29-41.
22. Lewis JP, Pire EF. Reseña sobre la vegetación del Chaco santafesino. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Serie Fitogeográfica 18. Buenos Aires, Centro de investigaciones de Recursos Naturales, INTA, 1985.
23. McGee DC. Environmental factors associated with preharvest deterioration of seeds. En: SH West (Ed.), Physiological-Pathological Interactions Affecting Seed Deterioration. Madison, Wisconsin, Crop Sc. Soc. of America, Inc. 1986: 53-63.
24. Montagnini F, Sancho F, González E, Porras C, Moulart A, Del Mónaco A. Plantaciones forestales puras y mixtas con especies nativas para la reforestación de terrenos degradados en Costa Rica: estudio comparativo del crecimiento, daño por plagas, regeneración natural y costos de establecimiento. *Bioc* 1997; 12: 25-34.
25. Mostacedo BC, Fredericksen TS. Estado de regeneración de especies forestales importantes en Bolivia: evaluación y recomendaciones. Documento Técnico 88/2000. La Paz, Chemonics International. Bofor, USAID, 2000.
26. Mussetti M, Alconchel D. Mapa de suelos del centro operativo Dr. Tito Livio Coppa, Las Gamas, Dpto. Vera, Santa Fe. Santa Fe, Dirección General de Extensión e Investigaciones Agropecuarias, 1986.
27. Orfila EN. Frutos, semillas y plántulas de la flora leñosa argentina. La Plata, Ediciones Sur, 1995.
28. Peinetti R, Pereyra M, Kin A, Sosa A. Effects of cattle ingestion on viability and germination rate of caldén (*Prosopis caldenia*) seeds. *J Range Manage* 1993; 46: 483-486.
29. Pioli RN, Benavidez R, Morandi EN. Estudio preliminar sobre la incidencia de patógenos en semillas de soja fresca para consumo humano. *Fitopatología* 1997; 32: 116-120.
30. Pioli RN, Luque A, Gómez E, Sianca R, Toresani S, Salas J, Borghi A. Evaluación de microorganismos celulolíticos como potenciales antagonistas de hongos patógenos. Buenos Aires, Acta Primer Congreso Argentino de Control Biológico de Enfermedades de Plantas, 1998.
31. Pioli RN, Benavidez R, Morandi EN, Bodrero M. Estudio epidemiológico de enfermedades asociadas a carpelos y semillas de soja, en Santa Fe. Argentina. *Fitopatología* 2000; 35: 111-118.
32. Pioli RN. Tesis Doctoral: Caracterización morfológica y fisiológica de una interacción planta-patógeno fúngico de interés agrícola: *Diaporthe phaseolorum* - *Glycine max*. Rosario, Biblioteca Fac. Cs. Bioquímicas y Farm. y Biblioteca Fac. Cs. Agrarias Universidad Nacional de Rosario. Cód-RT (043) 633.34, 2004.
33. Piotto B. Semi di alberi e arbusti coltivati in Italia, come e quando seminarli. Roma, Ed. Società Agricola e Forestale - Gruppo E.N.C.C. (SAF), 1992.
34. Rossman AY, Palm ME, Spieldman LJ. A literature guide for the identification of plant pathogenic fungi. Minnesota, USA, APS Press. St. Paul, 1994.
35. Shortt BJ, Grybauskas AP, Tenne FD, Sinclair JB. Epidemiology of *Phomopsis* seed decay of soybean in Illinois. *Plant Dis* 1981; 65: 62-64.
36. Statistic V8, Analytical Software. ISBN 1-881789-06-3. Tallahassee, USA, 2003.
37. Vilardi Tenente RC, Brito Costa Manso ES. Nematoides em sementes. En: Soave J e Veloso Da Silva Wetzel M (Eds.) Patología de sementes. Campinas, Fundação Cargill, 1987: 107-145.
38. Wenzel M, Hampel H. Regeneración de las principales especies arbóreas del Chaco húmedo argentino. *Rev Queb* 1998; 6: 5-18.
39. Willan RL. Guía para la manipulación de semillas forestales. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estudio Montes FAO 20/2, 1991.