

Calidad fisiosanitaria de semillas de soja: efecto combinado de exposición al ambiente y niveles de daño mecánico en la cosecha

Pérez, M.A.; L. Hernández, S. Kopp, R.J. Novo y S.D. García

RESUMEN

En la Argentina, el negocio de producir semilla fiscalizada de soja presenta baja rentabilidad, por lo que es necesario un sistema de producción altamente eficiente para poder competir. Al respecto, no se ha evaluado la sensibilidad de algunos cultivares al retraso del momento de cosecha y al perjuicio provocado en esta operación, medido en términos de calidad de sus semillas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad fisiosanitaria de semillas de soja de diferentes cultivares en respuesta a tratamientos combinados de períodos de exposición al ambiente y niveles de daño mecánico en la cosecha, en condiciones locales de producción. Se trabajó con semillas de soja de cuatro cultivares con diferentes grados de deterioro ambiental, incidencia fúngica y efectos mecánicos. Se evaluó la calidad a través de ensayos de germinación, vigor, daño mecánico, contenido de humedad y sanidad. La respuesta de las variables fisiosanitarias a la acción mecánica fueron diferentes en los cultivares evaluados, evidenciándose disminución de la germinación y del vigor y en general un aumento en la incidencia fúngica. Sin embargo, estos efectos fueron menos marcados que los ocasionados por el factor período de exposición al ambiente.

Palabras clave: soja, *Glycine max*, calidad de semillas, exposición al ambiente, daño mecánico.

Pérez, M.A.; L. Hernández, S. Kopp, R.J. Novo and S.D. García, 2010. Physiosanitary quality of soybeans: combined effect of environment exposition and levels of mechanic damage in the harvest. Agriscientia XXVII (2): 63-70

SUMMARY

In Argentina, the business of certified soybean seed production shows underperformance; therefore, a highly efficient production system is necessary to be able to compete in this field. In this respect, factors affecting competitiveness such as the sensitivity of some cultivars to the delay in harvest time and to the damage resulting from this delay have not been evaluated in terms of seed quality. The objective of this study was to evaluate the physiosanitary quality of

soybean seeds from different cultivars in response to combined treatments of environmental exposure and levels of mechanical damage at harvest in local production. Soybean seeds from four cultivars with varied degrees of environmental damage, mechanical damage and fungal incidence were studied. Quality was evaluated through germination, vigor, mechanical damage, moisture content, and health tests. The response of physiosanitary variables to the mechanical procedures differed for each of the evaluated cultivars, which showed a decrease in germination and vigor and, generally, an increase in the incidence of fungi. However, these effects were less marked than the effects resulting from the environmental exposure period factor.

Key words: soybean, *Glycine max*, seed quality, environment exposition, mechanic damage.

M. A. Pérez, S. Kopp y S.D. García. *Cátedra de Biología Celular. R.J. Novo.Terapéutica Vegetal. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. CC 509, 5000 Córdoba, Argentina. L. Hernández. Aceitera General Deheza, La Carlota, Córdoba, Argentina. Correspondencia a M. A. Pérez: maperez@agro.unc.edu.ar*

INTRODUCCION

La soja (*Glycine max* (L.) Merr.) se ha convertido en la más importante de las oleaginosas cultivadas a nivel mundial en las últimas tres décadas y es muy utilizada como fuente de proteínas y de aceite vegetal comestible (Dhingra *et al.*, 2001). Para su cultivo se dispone de un paquete de herramientas tecnológicas muy desarrollado, pero requiere del suministro de semillas de alta calidad en cantidad suficiente para mantener el área sembrada.

En la Argentina, el negocio de producir semilla fiscalizada de soja presenta baja rentabilidad, debido a la extendida utilización de semilla de uso propio e incluso ilegal, por lo que es necesario un sistema de producción altamente eficiente para poder competir.

Durante la producción, la semilla de soja sufre un proceso de deterioro que afecta su calidad, ocasionado por factores como el manejo del cultivo, las condiciones ambientales durante su permanencia en el campo, así como las prácticas de cosecha implementadas. Al respecto, Obando Flor *et al.* (2004) sostienen que las variedades de semillas de soja presentan diferencias de calidad como respuesta al daño mecánico. Asimismo, estudios realizados por Horling *et al.* (1991) permitieron establecer que existen diferencias varietales debidas al efecto del deterioro ambiental y del nivel de infección fúngica. En relación a ello, no se ha evaluado la sensibilidad de algunas variedades

comerciales de la Argentina al efecto combinado de la exposición de las plantas al ambiente y el daño mecánico durante la cosecha, sobre la calidad fisiosanitaria de las semillas en condiciones locales de producción.

La calidad de la semilla, en términos de germinación y vigor, se establece durante el periodo de desarrollo del cultivo; sus valores máximos se alcanzan en la etapa de madurez fisiológica, luego de la cual se desencadena un rápido proceso de deterioro (Marcos Filho & McDonald, 1998). En relación a ello, Dornbos (1995) sostiene que dicho deterioro se hace más evidente en los valores de vigor que en los de germinación.

Desde el punto de vista morfológico, el embrión de la semilla de soja está cubierto por un delgado tegumento que le confiere baja protección contra choques y abrasiones (França Neto & Henning, 1984). Consecuentemente, el tipo de manejo de lotes de semilla de soja en las etapas de cosecha y poscosecha provoca diferentes niveles de daño mecánico (Popinigis, 1972). Estudios realizados por Shrivastava & Ojha (1986) demostraron que el poder germinativo disminuye un 10% cuando la semilla cae desde solo un metro de altura. Por otra parte, los estudios realizados por França Neto & Henning (1984) y França Neto y Krzyzanowski (2000) han establecido que el deterioro de las semillas en el campo provocado por humedad excesiva incrementa el índice de daño mecánico en la

cosecha, al volverlas extremadamente vulnerables a los impactos.

Es de destacar que el efecto ocasionado por el daño mecánico tiene que ver con su ubicación y superficie abarcada en la semilla. Aquellos impactos que se producen sobre el eje embrionario afectan la germinación puesto que allí se encuentran las principales estructuras de crecimiento, como la plúmula y el sistema radicular, que darán origen a la futura plántula (França Neto *et al.*, 1998). En relación a ello, Craviotto *et al.* (2000) establecieron que los daños por acción mecánica en semillas de soja mayores a un tercio del extremo distal del eje embrionario originan plántulas anormales o muertas. Además, durante el proceso de germinación, las semillas movilizan las reservas para la obtención de energía con la finalidad de reparar los tejidos afectados, en detrimento del crecimiento de las plántulas (Carvalho y Nakagawa, 1988). Es importante tener en cuenta no sólo los daños visibles, sino también los efectos latentes causados especialmente por aplastamientos, que resultan ser más serios que las quebraduras, ya que favorecen la entrada de patógenos (Vieira *et al.*, 1994).

Así, la sanidad de las semillas es uno de los principales factores responsables de la expresión de la calidad (Bringel *et al.*, 2001). Estudios llevados a cabo por Bandeira Barros *et al.* (2005) demostraron que la calidad de un lote de semillas disminuye cuando la cosecha se retrasa, y que el deterioro en el campo aumenta por acción de algunos hongos como *Phomopsis* spp. y *Colletotrichum truncatum* (França Neto y Henning 1984; França Neto y Krzyzanowski, 2000; Peluzio, 2003). Si bien el número de especies totales es alto, los principales hongos en estas semillas son: *Cercospora kikuchii*, *Cercospora sojina*, *Fusarium semitectum*, *Phomopsis* spp., anamorfo de *Diaporthe* spp. y *Colletotrichum truncatum* (Henning, 1984; EMBRAPA, 2002).

En muchos casos, estos organismos son responsables de disminuir la germinación y el vigor, sobre todo en años con alta humedad relativa o lluvias entre la maduración y la cosecha (Yorinori, 1988).

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se planteó como objetivo de este trabajo evaluar la calidad fitosanitaria de semillas de soja de diferentes cultivares en respuesta a tratamientos combinados de periodos de exposición al ambiente y niveles de daño mecánico en la cosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico:

Se trabajó con semillas de soja (*Glycine max* (L) Merr.) de cuatro cultivares de grupos de madurez V de la empresa AGD (Aceitera General Deheza S.A.), correspondientes a las siguientes denominaciones: CXA 850, CXA 450, CXA 950, y CXA 750; identificados en este trabajo como cultivar 1, 2, 3 y 4 respectivamente. Con la finalidad de generar semillas con diferentes niveles de deterioro ambiental, incidencia fúngica y distintos niveles de daño mecánico, se trabajó en dos etapas: la primera en el campo y la segunda en depósito.

La siembra se llevó a cabo en La Carlota, Dpto. Juárez Celman, provincia de Córdoba, Argentina (33° 28' S - 63° 24' O), sobre un suelo Haplustol éntico, consociación La Carlota, clase de capacidad de uso IIIsc (INTA, 1993).

Los cuatro cultivares se sembraron en dos fechas distintas (22 de septiembre y 16 de enero) en siembra directa y condiciones de secano. Cada parcela (combinación de fecha de siembra y cultivar) estuvo constituida por tres surcos de 700 metros de longitud separados a 0,52 m entre sí.

Las semillas fueron tratadas, antes de la siembra, con fungicida curasemillas con acción de contacto y sistémica, Thiram + Carbendazín (F.S. 10% + 10%) en dosis de 300 cc de producto comercial cada 100 kg de semilla.

Se utilizaron dos fechas de siembra contrastantes y una de cosecha, para generar diferentes periodos de exposición al ambiente (P1: 271 días totales y 84 días desde madurez fisiológica hasta cosecha; P2: 155 días totales y 31 días desde madurez fisiológica hasta cosecha). La siembra en fecha temprana prolongó la permanencia del cultivo en el campo. Esto generó mayor deterioro ambiental y alargó la duración de cada estadio fenológico aumentando así la probabilidad de infecciones fúngicas.

La cosecha se realizó con máquina cosechadora de cilindro axial, en la que se reguló el rotor a 230 rpm, para ocasionar el menor daño mecánico posible a las semillas (Silva, 1983). Se cosechó cada repetición por separado, conservándose las semillas en bolsas de polipropileno de 50 kg.

Posteriormente a la cosecha y dentro del depósito, se dividió cada repetición en tres partes iguales. Un tercio constituyó el tratamiento testigo (T) con el más bajo nivel de daño mecánico. A otro tercio se le provocó daño mecánico adicional pasándolo una vez a través de una máquina de trilla

estática marca Forti, generándose un nivel medio de daño mecánico (D1). Al último tercio se lo pasó dos veces por la máquina de trilla estática, con lo que se logró el nivel más elevado de daño mecánico (D2).

Evaluación en el laboratorio

El material biológico para los ensayos de laboratorio se conformó de la siguiente manera: semillas de soja de cuatro cultivares (Cv1; Cv2; Cv3; Cv4), con dos periodos de exposición al ambiente (P1; P2) y tres niveles de daño mecánico (T; D1; D2), es decir 24 tratamientos con tres repeticiones cada uno, totalizando 72 parcelas.

VARIABLES FÍSICAS:

- *Daño mecánico:* se evaluaron tres repeticiones de 200 semillas cada una, sumergiéndolas en solución de hipoclorito de sodio (10% de cloro activo) al 5% durante 5 minutos y contabilizando las semillas que presentaron síntomas de daño mecánico de acuerdo a lo propuesto por Vaughan (1982). Los resultados se expresaron en porcentaje de semilla dañada.

- *Humedad de las semillas:* se determinó la humedad de las semillas cosechadas de cada parcela, con humidímetro de campaña marca Delver modelo HD 1021J. Los resultados se expresaron en % de humedad.

VARIABLES FISIOLÓGICAS Y SANITARIAS:

- *Germinación:* de cada repetición por tratamiento se colocaron 100 semillas entre papel humedecido con agua destilada, a 20-30 °C (ISTA, 2003). A los 7 días se evaluó el porcentaje de plántulas normales (ISTA, 2003).

- *Vigor por crecimiento de plántulas:* a partir de las plántulas normales obtenidas en los ensayos de germinación, luego de 7 días de crecimiento, se determinó el peso seco (80 °C durante 48 h). Los resultados se expresaron en mg de peso seco (PS) por plántula (ISTA, 1995).

- *Sanidad de semillas:* con la finalidad de identificar las especies de hongos presentes y cuantificar el número de semillas infectadas, se realizaron ensayos de "Blotter test modificado" (Mathur & Kongsdal, 2003). Se evaluaron 25 semillas aparentemente sanas de cada una de las 72 parcelas del ensayo. Las semillas, previamente desinfectadas superficialmente con hipoclorito de sodio al 2%, durante 2 minutos y enjuagadas con agua destilada, se colocaron en bandejas (17x23x4 cm) sobre papel de filtro humedecido con agua destilada. La

incubación se llevó a cabo en cámara de cultivo a 20 °C ± 2, con 12 h de ciclos alternos de luz NUV y oscuridad (Mathur & Kongsdal, 2003).

Las evaluaciones en semilla individual se realizaron a los siete días desde la siembra, mediante lupa binocular y microscopio estereoscópico (40x). Los hongos se clasificaron a través de las técnicas comúnmente usadas en micología y con la ayuda de claves (Barnett & Hunter, 1965; Malone & Musket, 1964; Booth, 1971;; Ellis, 1971). Las variables registradas fueron incidencia fúngica (%) y % de semillas infectadas con cada uno de los géneros (Bringel *et al.*, 2001).

Diseño y análisis estadístico:

Los ensayos se desarrollaron bajo un diseño de bloques completos aleatorizados con estructura factorial de tratamientos y tres repeticiones para cada combinación de niveles. Todas las variables registradas se estudiaron en cuanto a su comportamiento y se analizaron por medio de modelos lineales generalizados (McCullagh & Nelder, 1989; Díaz & Demetrio, 1998). Diferentes modelos probabilísticos (primer componente) fueron propuestos para el análisis de los efectos de los factores indagados: el cultivar, el periodo de exposición al ambiente, el nivel de daño y sus respectivas interacciones.

Se analizaron los efectos principales de cultivar (cuatro niveles), de periodo de exposición (dos niveles) y de daño mecánico a la semilla (tres niveles) así como las respectivas interacciones. Se adoptaron las funciones de enlace de tipo canónica, para vincular los valores esperados de las variables respuesta con la componente sistemática.

Para verificar hipótesis sobre la existencia de efectos principales y sus interacciones fueron usados los métodos clásicos basados en la teoría de máxima verosimilitud: la prueba de Wald, la prueba del cociente de verosimilitud y la prueba *score*.

Se empleó el paquete estadístico SAS 2008 (SAS Institute Inc, Cary, NC, EUA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de daño mecánico de las semillas (Tabla 1) no evidenciaron diferencias significativas entre los cultivares ni entre los periodos de exposición ($P > 0,05$) y sí las hubo entre niveles de daño ($p < 0,0001$). Respecto al contenido de humedad (Tabla 2) no existieron diferencias significativas ni entre cultivares, ni niveles de daño mecánico, ni tampoco entre periodos de exposición al ambiente ($P > 0,05$). La homogeneidad en el contenido de hu-

Tabla 1. Daño mecánico en semillas de cuatro cultivares de soja sometidos a dos periodos de exposición al ambiente (P1 y P2) y tres niveles de daño mecánico (T, D1, D2).

Cultivar	Daño mecánico (%)					
	P1			P2		
	T	D1	D2	T	D1	D2
1	8	16	32	4	15	28
2	8	17	35	3	18	34
3	9	15	38	5	17	34
4	10	18	29	7	14	25

Tabla 2. Contenido de humedad en semillas de cuatro cultivares de soja al momento de cosecha, sometidos a dos periodos de exposición al ambiente (P1 y P2)

Cultivar	Contenido de humedad (%)	
	P1	P2
1	12,5	12,5
2	13,0	13,0
3	13,0	13,3
4	12,7	12,5

medad con valores superiores al mínimo recomendado de 12% (Franca Neto & Hening, 1984) evitó distorsiones en los efectos a estudiar.

En los ensayos de germinación, al comparar la proporción de plántulas normales (Figura 1) entre los periodos de exposición, se observó que los cultivares 1, 2 y 3 presentaron porcentajes mayo-

res en la segunda fecha ($P=0,047$), pero sólo en el cultivar 1 la diferencia fue significativa para los tres niveles de daño ($P<0,05$).

En el ensayo de vigor por crecimiento de plántulas se observó que los pesos secos de plántulas de los cultivares 1 y 2 fueron menores ($P<0,05$) en el periodo de exposición más largo, en los tres niveles de daño mecánico (Figura 2). Los cultivares 3 y 4 sólo mostraron diferencias de peso seco entre los periodos evaluados ($P<0,05$) en el nivel más elevado de daño (D2).

En los cultivares de soja evaluados, el alargamiento del periodo de permanencia en el campo, posterior a la madurez fisiológica, afectó negativamente la calidad de las semillas en términos de germinación y vigor; resultados similares fueron encontrados por Dornbos (1995), Marcos Filho & McDonald (1998) y Peluzio (2003). Esto puede deberse según Marcos Filho & McDonald (1998) y Franca Neto & Krzyzanowski (2000) a que el proceso inevitable de deterioro en las semillas que se inicia desde madurez fisiológica, en soja, se caracteriza por ser muy rápido cuando es provocado por el factor ambiental.

En cuanto a las variables sanitarias, al evaluar la proporción de semillas infectadas pero sin discriminar los géneros de hongos presentes, se observó que los cuatro cultivares de soja mostraron

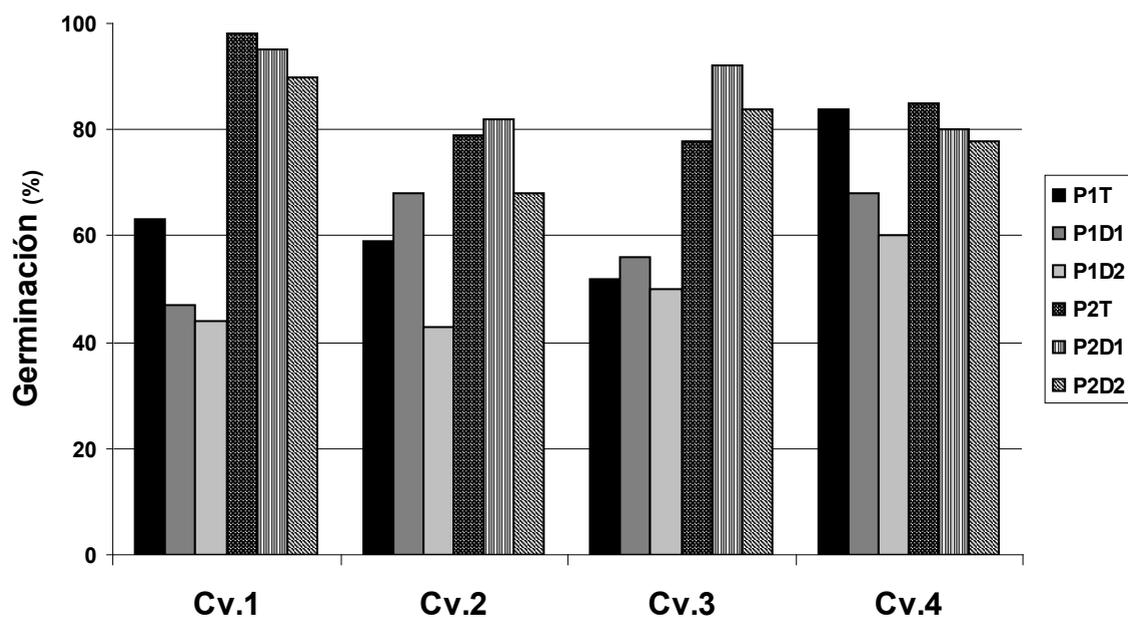


Figura 1 Germinación de semillas de cuatro cultivares de soja sometidos a dos periodos de exposición al ambiente (P1 y P2) y tres niveles de daño mecánico (T, D1, D2).

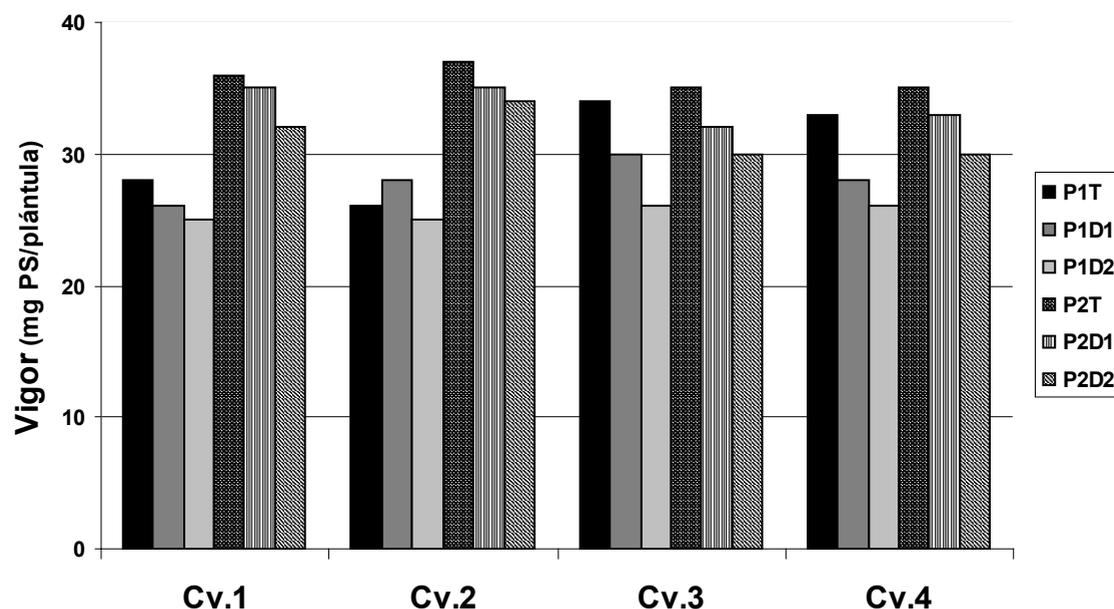


Figura 2 Vigor por crecimiento de plántulas provenientes de semillas de cuatro cultivares de soja sometidos a dos periodos de exposición al ambiente (P1 y P2) y tres niveles de daño mecánico (T, D1, D2).

Tabla 3 Incidencia (%) de hongos en semillas de cuatro cultivares de soja sometidos a dos periodos de exposición al ambiente (P1 y P2) y tres niveles de daño mecánico (T, D1, D2).

Cultivar	P1			P2								
	T	D1	D2	T	D1	D2						
1	Incidencia (%)						68	68	75	5	10	20
	<i>Alternaria</i> spp.	30	29	61	1	1	18					
	<i>C. kikuchii</i>	11	7	6	3	1	4					
	<i>Fusarium</i> spp.	19	20	9	0	5	3					
	<i>Phomopsis</i> spp.	12	6	7	1	2	0					
	<i>Penicillium</i> spp.	7	9	14	0	2	3					
2	Incidencia (%)						67	77	78	6	9	19
	<i>Alternaria</i> spp.	50	19	41	5	8	8					
	<i>C. kikuchii</i>	6	12	0	6	0	6					
	<i>Fusarium</i> spp.	28	34	26	4	3	7					
	<i>Phomopsis</i> spp.	0	14	11	0	0	0					
	<i>Penicillium</i> spp.	7	4	7	0	2	4					
3	Incidencia (%)						64	70	69	0	5	8
	<i>Alternaria</i> spp.	38	38	39	0	2	4					
	<i>C. kikuchii</i>	21	16	4	0	1	2					
	<i>Fusarium</i> spp.	5	15	27	0	1	1					
	<i>Phomopsis</i> spp.	4	4	5	0	0	1					
	<i>Penicillium</i> spp.	0	2	0	0	1	1					
4	Incidencia (%)						68	66	80	11	18	16
	<i>Alternaria</i> spp.	55	25	53	5	11	12					
	<i>C. kikuchii</i>	9	5	9	2	3	4					
	<i>Fusarium</i> spp.	4	25	18	4	4	4					
	<i>Phomopsis</i> spp.	2	3	4	0	0	0					
	<i>Penicillium</i> spp.	2	3	15	0	0	1					

mayores porcentajes ($P < 0,05$) en el periodo de exposición más largo respecto al más corto y en los tres niveles de daño (Tabla 3). Además, en los cultivares 1 y 3 las diferencias fueron altamente significativas ($P < 0,01$).

Estos resultados concuerdan con lo propuesto por Horlings *et al.* (1991) y Bandeira Barros *et al.* (2005), quienes sostienen que la mayor permanencia en el campo ocasiona mayor incidencia fúngica.

De acuerdo a los resultados encontrados en el presente estudio (Tabla 3), las semillas con mayor tiempo de exposición al ambiente presentaron mayores porcentajes de *Alternaria* spp., *C. kikuchii*, *Fusarium* spp.; *Phomopsis* spp. y *Penicillium* spp. En estudios previos realizados en soja, estos patógenos fueron encontrados al retrasar la operación de cosecha (França Neto & Henning, 1984; Henning, 1984; Yorinori, 1988; Horlings *et al.*, 1991; França Neto & Krzyzanowski, 2000; EMBRAPA, 2002; Gondin, 2002; Peluzio, 2003).

En ambos periodos de exposición al ambiente (Tabla 3) se observó mayor porcentaje de semillas infectadas a mayor nivel de daño. Esta diferencia solamente fue significativa ($P = 0,0265$) en el cultivar 1 en el mayor periodo de exposición al ambiente, entre el más bajo nivel de daño (T) y el más elevado (D2). Teniendo en cuenta que la vía directa de ingreso de los patógenos es a través de la ruptura de los tejidos seminales (Vieira *et al.*, 1994), la resistencia del tegumento entre cultivares explica la respuesta diferencial observada (Horlings *et al.*, 1991; Obando Flor *et al.*, 2004).

Del mismo modo, la presencia de cada género en particular fue diferente en los cultivares evaluados. Los cultivares mostraron mayor proporción de semillas infectadas con *Alternaria* spp. en el periodo más prolongado de exposición (P1) con diferencias significativas ($P < 0,05$) en todos los tratamientos de daño mecánicos (T; D1 y D2). Además, la susceptibilidad de los cultivares 1 y 3 a *C. kikuchii* fue significativamente mayor en P1 ($P < 0,05$) en todos los niveles de daño.

Mientras que la incidencia de *Fusarium* spp. fue significativamente mayor ($P = 0,0396$) para el periodo de exposición más largo (P1) en los cultivares 1, 2 y 3, en los tres niveles de daño.

Respecto a la incidencia de *Penicillium* spp., el cultivar 1 presentó mayor valor en el periodo de exposición más largo ($P < 0,05$) en todos los niveles de daño (Tabla 3). El cultivar 4 exhibió nivel de contaminación significativamente mayor ($P = 0,0302$) en el periodo de exposición más largo (P1) en los niveles de daño medio y alto (D1 y D2).

De las semillas infectadas con *Phomopsis* spp., los cultivares 1, 3 y 4 mostraron mayor proporción de semillas contaminadas en el periodo de exposición más largo en todos los tratamientos de daño ($P < 0,05$) (Tabla 3). El cultivar 2 evidenció mayor infección ($P < 0,05$) solamente en D1 y D2.

En el caso particular de *C. kikuchii* (para los cultivares 1 y 3) y *Phomopsis* spp. (para el cultivar 1), éstos mostraron menor incidencia a mayor nivel de daño mecánico. Este comportamiento se debió a que estos géneros fúngicos debilitan el tegumento de las semillas (Velichetti *et al.*, 2002); en consecuencia, al aumentar el daño mecánico, se incrementó el número de semillas partidas que quedaron excluidas del ensayo de sanidad llevado a cabo.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo evidenciaron que los cuatro cultivares evaluados, aunque pertenecen al mismo grupo de madurez, respondieron de manera diferente al periodo de exposición al ambiente y al daño mecánico, y exhibieron distintos grados de sensibilidad en las variables evaluadas. Los efectos ejercidos por el daño mecánico sobre las variables fitosanitarias fueron disminución de la germinación y del vigor y, en general, un aumento en la incidencia fúngica. Sin embargo, estos efectos fueron menos marcados que los ocasionados por el factor periodo de exposición al ambiente determinado por la fecha de siembra.

De acuerdo a lo expuesto se infiere la necesidad de disminuir el periodo de exposición al ambiente y, en segundo término, reducir los niveles de daño mecánico ocasionados en la cosecha a fin de elevar la calidad fitosanitaria de la semilla producida y de esta manera incrementar el potencial de almacenamiento.

BIBLIOGRAFIA

- Bandeira Barros, H.; T. Sedyama; M. Silva Reis and P.R. Cecon, 2005. Efeito da aplicação de fungicidas e da época de colheita na qualidade sanitária de sementes de soja. Acta Sci. Agron. Maringá. 27(4): 639-645.
- Barnett, H. L. and B. B. Hunter, 1965. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Burgess Publishing Company. 225 pp.
- Booth, C., 1971. The Genus *Fusarium*. Commonwealth Micological Institute. England, 237 pp.
- Bringel, J. M. M.; M. H. D. Moraes; J.O.M. Menten; and I. P. Bedendo, 2001. Qualidade sanitária e fisiológica

- de sementes de soja produzidas na Região de Balsa, Maranhão. *Summa Phytopathologica*, Jaboticabal. 27(4): 438-441.
- Carvalho, N. M. and J. Nakagawa, 1988. Sementes: Ciência, tecnologia e product. Fundacao Cargill, Campinas, 424 pp.
- Craviotto, R. M.; A. M. Yoldjaim and M. R. Arango, 2000. Soybean (*Glycine max* L. Merr) response to the loss of part of its hypocotyls-radicle axis in the production of secondary and/or adventitious roots. *Seed Science & Technology*. 29: 471-476.
- Dhingra, O. D.; E. S. G. Mizubuti, I. T. Napoleao and G. Jham, 2001. Free fatty acid accumulation and quality loss of stored soybean seeds invaded by *Aspergillus rubber*. *Seed Science & Technology*. 29: 193-203.
- Díaz, M. P. y C. G. B. Demétrio, 1998. Introducción a los Modelos Lineales Generalizados: Su Aplicación en las Ciencias Biológicas. Screen Edit. 112 pp.
- Dornbos, D. L., 1995. Production environment and seed quality. *Basic Mechanisms and Agricultural implications*. pp. 119-152.
- Ellis, M. B., 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes* Commonwealth Mycological Institute. England. 595 pp.
- EMBRAPA Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária, 2002. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Tecnologias de produção de soja. Paraná 2003. Londrina. 195 pp.
- França Neto, J. B. y A. A. Henning, 1984. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja. Londrina: EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnica. 9: 39.
- França Neto, J. B.; F. C. Krzyzanowski y N. P. Costa, 1998. O teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: EMBRAPA CNPSo. Documentos. 116: 72.
- França Neto, J. B. y F. C. Krzyzanowski, 2000. Produção de sementes de soja: fatores de campo. *Seed News*. Pelotas. 4: 20-23.
- Gondin, T. C. O. 2002. Qualidade sanitária e produção de aldeídos totais em sementes de soja sem lipoxigenases. *Rev. Bras. Sementes*. Brasília. 24(1): 148-152.
- Henning, A. A., 1984. Qualidade sanitária de semente. In: *Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja*. Londrina: Embrapa-CNPSo. Circular Técnica. 9: 25-39
- Horlings, G. P.; E. E. Gamble and S. Shanmugasundaram, 1991. The influence of seed size and seed coat characteristics on seed quality of soybean in the tropics: field weathering. *Seed Science and Technology*. 19: 665-685.
- INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1993. Carta de suelos de la República Argentina. Hoja 3363-27 La Carlota. pp. 9-33.
- ISTA, International Seed Testing Association, 2003. Rules for Seed Testing.
- ISTA, International Seed Testing Association, 1995. Handbook of vigour test methods. 3rd. Vigour Test Committee.
- Malone, L. P. and A. E. Musket, 1964. Seed Borne Fungi. Description of 77 Fungus species. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 29: 176.
- Marcos Filho, J. and M. B. McDonald, 1998. Sensitivity of RAPD analysis, germination and vigour tests to detect the intensity of deterioration of naturally and artificially aged soybean seeds. *Seed Science and Technology*. Zürich. 26: 141-157.
- Mc Cullagh, P. and J. A. Nelder, 1989. *Generalized Linear Models*. 2nd. ed. London: Chapman & Hall, 332pp.
- Mathur, S.B. and O. Kongsdal, 2003. *Common laboratory seed health testing methods for detecting fungi*. 1 ed. Denmark, 425p.
- Obando Flor, E. P.; S. Moure Cicero, J. B. França Neto y J. C. Kryzanowski, 2004. Avaliação de danos mecânicos em sementes de soja por meio da análise de imagens. *Revista Brasileira de Sementes*. Brasília. 26(1): 68-76.
- Peluzio, J. M., 2003. Qualidade fisiológica de sementes de soja em diferentes épocas de colheita no sul do Estado do Tocantins. *Rev. Ceres*. Viçosa. 50(289): 347-355.
- Popinigis, F. 1972. Immediate effects of mechanic injury on soybean (*Glycine max* (L) Merr.). MS Tesis. Mississippi State University. Starkville. 72 pp.
- Shrivastava, P. K. and T. P. Ojha, 1986. Features of material handling in case of soybean. *Proceedings of the National Seminar of Soybean Processing and Utilization in India*. CIAE. Bhopal. MP. November, pp. 22-23.
- Silva, C. M., 1983. Efeitos da velocidade do cilindro, abertura do côncavo e do teor de umidade sobre a qualidade da semente de soja. MS Tesis. UFPel, Pelotas. 97 pp.
- Vaughan, C. E., 1982. The chlorox test (soybean). Quality assurance technique (emphasis: mechanical damage). In: *Short Course for Seedsmen*. 1982. Mississippi State University Seed Technology Laboratory, pp. 117-118.
- Velicheti, R. K.; K. P. Kollipara and J. B. Sinclair, 2002. Selective degradation of proteins by *Cercospora kikuchii* and *Phomopsis longicolla* in soybean seed coats and cotyledons. *Plant Disease*. Saint Paul. 76(8): 779-782.
- Vieira, C. P.; R. D.; Vieira and J. H. N. Paschoalick, 1994. Effects of mechanical damage during soybean seed processing on physiological seed quality and storage potential. *Seed Sc & Technology*. 22: 581-589.
- Yorinori, J. T., 1988. Importância do aspecto sanitário em programas de produção de semente. In: *Simposio Brasileiro de Patologia de Sementes*, Lavras, p. 3.