

# Evaluación de un método de análisis de calidad de semilla de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) para la selección de genotipos resistentes al deterioro

Casini, C., R. Rolando, S. Aráoz, I. Argüello y M. Yacci

## RESUMEN

Se estudiaron diversos métodos de análisis de calidad de semilla de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) a fin de encontrar una metodología simple y objetiva, factible de usar en un programa de mejoramiento genético para seleccionar cultivares resistentes al deterioro de la semilla.

Semillas de distintas variedades de soja fueron sometidas a diferentes niveles de deterioro artificial (72 y 96 hs.) en una cámara de envejecimiento acelerado con alta temperatura y alta humedad, a fin de simular el deterioro que ocurre en el campo durante el período de madurez, cosecha y poscosecha.

Las semillas deterioradas se evaluaron con el Test tradicional de Germinación Estándar ó Poder Germinativo (PG) y esos resultados se compararon con las pruebas alternativas de Conductividad Eléctrica y Gravimétrico. De acuerdo a los resultados obtenidos ambos test alternativos resultaron ser métodos simples y fáciles de implementar en un programa de mejoramiento genético.

El Test Gravimétrico, si bien detectó los diferentes niveles de deterioro, fue muy variable y sin tener una buena correlación con las demás pruebas de calidad. El Test de Conductividad Eléctrica resultó ser el más representativo por su rapidez y mejor correlación con el PG.

El Test de Conductividad Eléctrica cumplió con los objetivos previstos, aplicado sobre la muestra de semillas luego de 72 horas de envejecimiento acelerado.

**Palabras clave:** soja, semilla, análisis, selección, deterioro, resistencia.

Casini, C., R. Rolando, S. Araoz, I. Arguello y M. Yacci, 1998. Development of one method of analysis of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) seed quality to select genotypes resistant to deterioration. Agriscientia XV : 11-18.

## SUMMARY

Different methods of soybean seed (*Glycine max* (L.) Merr.) quality have been studied, with the purpose to find a simple and objective method that can be practically used in a program of genetic improvement to select cultivars resistant to seed deterioration.

Different types of soybean seeds were exposed to different levels of artificial deterioration (72 and 96 hours) in a accelerated ageing chamber with high humidity (100%) and high temperature (40 °C), to simulate the deterioration that occurs on

the field during the maturity, harvest and post harvest periods.

The deteriorated seeds were evaluated with the traditional Standard Germination Test and the results were compared with the Electric Conductivity and Gravity Tests, as alternative methods.

According to the results, both alternative methods resulted being simple and easy to use in a genetic improvement program. The Electric Conductivity Test resulted being the most useful for its speed and a better correlation with the Standard Germination Test. On the contrary, the Gravity Test, even though detected different levels of deterioration, showed a lot of variability and did not have a good correlation with the Standard Germination Test.

The Electric Conductivity Test fulfilled the previewed objectives, applied on the seeds after 72 hours of accelerated ageing.

**Key words:** soybean, seed analysis, selection, deterioration

*Casini, C., R. Rolando, S. Araoz, I. Arguello y M. Yacci. Laboratorio de Analisis de Semillas. Fac.Cs.Agrop. U.N.C. C.C.509, 5000 Cordoba, Argentina. E-mail: rrolando@agro.uncor.edu*

## INTRODUCCIÓN

En Argentina el cultivo de soja se realiza principalmente en el área húmeda del país, y cada año hay problemas localizados de calidad de semilla por lo menos en una de las zonas productoras. Además uno de cada tres años la calidad de la semilla es de regular a mala. La razón principal de esta pobre calidad es el deterioro a campo producido por factores climáticos desde madurez a poscosecha. Esto no solo afecta la viabilidad de la semilla y la calidad del grano sino que también aumenta la susceptibilidad al daño mecánico (Tekrony *et al.*, 1980).

Es conocida la ventaja que presenta el mejorar genéticamente la resistencia al deterioro para que el grano y la semilla por sus propias características intrínsecas (físicas y fisiológicas) toleren la degradación de su calidad (Delouche, 1980; Pomeranz, 1982). Esto no sólo permite asegurar la calidad obtenida sino que también permitirá la expansión del cultivo hacia zonas muy húmedas del país y que son marginales para el cultivo de la soja.

El deterioro de las semillas de las plantas cultivadas y del germoplasma es reconocido como el mayor problema que contribuye al incremento en el costo de producción (McDonald & Nelson, 1986). Los tests o pruebas que han sido estudiados incluyen el Test de Envejecimiento Acelerado para soja, el Test de Frío para maíz, el Test de Germinación a Baja Temperatura para algodón, el Test de Clasificación del Vigor de Plántulas y el Test de Tetraxolio para varias especies (Delouche, 1976; Heydecker, 1973). El Test de Envejecimiento Acelerado es el que mejor correlación con la emergencia a campo

ha presentado hasta ahora y es el aconsejado por AOSA (1983) como prueba de vigor para soja. Otro de los métodos que se usan para predecir vigor es la prueba de conductividad eléctrica, que se basa en la medición de los electrolitos que se pierden desde los tejidos vegetales (Hamptom, 1994).

La relación entre densidad con la calidad de la semilla ha sido ampliamente estudiada en diferentes cultivos. Gressler (1976) encontró una correlación significativa de la gravedad específica de la semilla de soja con su performance a campo.

Hay una gran evidencia de la variación genética que existe entre las especies y entre poblaciones de la misma especie en la longevidad de las semillas, en la resistencia al deterioro por agentes climáticos y en la tolerancia al daño mecánico (Whittington, 1973; Mayer & Poljakoff-Mayber, 1982; Delouche, 1988).

En consecuencia el mejoramiento genético de la calidad de la semilla ha sido uno de los objetivos incorporado a los programas de mejoramiento (Duangpatra, 1976; Khaokham, 1985; Miranda, 1981; Potts, 1978; Franca Neto, 1978; Casini, 1987, 1990).

Una de las mayores dificultades que se presentan en los programas de mejoramiento genético para la selección de características favorables, es la falta de métodos sencillos que permitan detectar el carácter deseado en forma objetiva y eficiente (Phoelman, 1976). La selección para mayor calidad del grano y de la semilla no escapa a este problema y es un factor limitante, ya que los métodos actuales para determinar vigor son poco eficientes y destructivos de la muestra.

La finalidad de este trabajo es mejorar la calidad de la semilla de soja producida en el país. Para lograr este objetivo, una de las estrategias más consistente es el mejoramiento genético, seleccionando cultivares de soja que posean semillas con mayor resistencia al deterioro causado por adversidades ambientales o por daño mecánico.

*Objetivo específico:* Evaluar un método de análisis de calidad de semillas que sea eficiente, objetivo y que pueda ser utilizado en los programas de mejoramiento genético para seleccionar material resistente al deterioro.

## MATERIALES Y MÉTODOS

*Material genético:* Para la evaluación de líneas y variedades, se utilizaron genotipos provenientes del Programa Soja del INTA E.E.A Marcos Juárez y de empresas privadas, cosechados a mano de parcelas de ensayo, en la E.E.A. INTA Manfredi en los años 1994, 1995 y 1996.

Para comparar los diferentes métodos de evaluación de la calidad se utilizaron 10 variedades cada uno de los años. Además en el último año se utilizaron 58 variedades para corroborar el comportamiento del método seleccionado.

*Tratamiento para inducir deterioro:* Se usó el método de Envejecimiento Acelerado para simular el deterioro, exponiendo la semilla a condiciones de alta temperatura y alta humedad.

De cada genotipo se colocaron 500 semillas en canastas de red plástica, de 10 cm x 10 cm, que se introdujeron en una cámara de envejecimiento acelerado regulada a 40 °C y 100% Humedad Relativa (H.R.) (Delouche, 1976).

Las diferentes intensidades de deterioro se lograron variando el tiempo de exposición a las condiciones descriptas, resultando los siguientes niveles:

*Nivel 1.* Deterioro medio: 72 horas

*Nivel 2.* Deterioro alto: 96 horas

### Pruebas utilizadas para evaluar el nivel de deterioro

Luego del deterioro artificial, las semillas se sometieron a una prueba de Germinación Standard (PG) y a otras pruebas alternativas para evaluación de la calidad: Test Gravimétrico y Conductividad Eléctrica (CE). Estos métodos se utilizaron para evaluar las 10 líneas elegidas para cada año. El método que resultó más conveniente se utilizó para evaluar un total de 58 cultivares en el último año.

*Test de Germinación Estandar (PG):* Se realizó de acuerdo a las normas ISTA (1993) sobre 2 repeticiones de 100 semillas cada una, con arena esterilizada como sustrato, colocadas en cámaras de germinación, reguladas con alternancia de temperatura y luz (8 hs. a 30 °C con luz y 16 hs. a 20 °C en oscuridad). El recuento final se realizó a los 8 días y los resultados se registraron como porcentaje de plántulas normales.

*Peso Volumétrico:* Se utilizó para determinar el nivel de densidad apropiado para la implementación del Test Gravimétrico. Para cada variedad se utilizó una probeta graduada con 50 ml de agua, en la cual se colocaron 100 semillas (previamente pesadas) y se midió la cantidad de agua desplazada. Los resultados del peso volumétrico o densidad se expresaron en gramos por centímetro cúbicos ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ). La densidad de 1:20 resultó la más representativa para todas las variedades durante los 3 años.

*Test Gravimétrico (TG):* Esta prueba fue propuesta para ser utilizada en la selección genética para calidad de grano y semilla porque es sencilla y tiene la ventaja de que no es destructiva de la muestra (Cortés, 1987).

El Test Gravimétrico o gravedad específica se realizó utilizando una densidad del medio de 1:20 ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ), determinada por el peso volumétrico. Esa densidad se logró con una solución de tetracloruro de carbono en kerosene, ajustada con un densímetro.

La solución se colocó en beakers de vidrio y se introdujeron 50 semillas por variedad y por cada una de 2 repeticiones. Luego la mezcla se agitó durante 15 segundos y se dejó reposar durante otros 15 segundos, separándose las semillas que flotaron (mala calidad o deterioradas) de las que se hundieron (buena calidad o menos deterioradas). Los resultados se expresaron en porcentaje.

*Test de Conductividad Eléctrica:* Se utilizó un conductímetro (Analizador Automático de Semillas, marca SAD-2007) compuesto de una placa lectora con 100 pares de electrodos y una placa base con 100 celdas. A cada celda se le agregó 8 ml de agua bidestilada donde se colocaron las semillas en forma individual. Luego de 14 hs. de imbibición se midió la conductividad eléctrica de cada semilla en microsiemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ); además dichos resultados se transformaron, para estimar los valores de poder germinativo y vigor, mediante un programa de computación. Los resultados se expresaron en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (valor medio para 100 semillas), PG y Vigor (en porcentaje). A mayores valores de conduc-

**Tabla 1.** Poder Germinativo, expresados en porcentaje de plántulas normales, de cultivares de soja sometidos a envejecimiento acelerado de 72 y 96 hs., cosechados en la campaña 1995/96.

Variedades	Poder Germinativo	
	72 hs.	96 hs.
<b>Tercer año (95/96)</b>		
5-Asgrow 5308-I	31,0 c	8,0 b
9-Asgrow 5409	22,0 d	0,0 a
25-J8311-R-058	6,0 f	1,0 a
38-Asgrow 6404	20,5 d	6,0 c
39-RA587	43,5 b	3,5 d
41-J8322-R-16	8,5 e	0,0 a
43-J8311-R-21	46,5 a	2,0 a
45-J8322-R-31	3,5 h	0,0 a
58-J8311-R-16	4,0 h	1,5 a
60-J887050-R	5,0 g	6,0 c

Los promedios seguidos por letras distintas difieren significativamente entre sí ( $P < 0,05$ ).

tividad, resultaron menores valores de poder germinativo y vigor en las semillas.

**Análisis estadístico:** Para los análisis de laboratorio se usó un diseño de tratamientos completamente aleatorizados con 4 repeticiones. Con el fin de comprobar la sensibilidad de los métodos para detectar las diferentes calidades de semillas se hicieron comparaciones por medio de la técnica del ANOVA. A los tratamientos que resultaron significativamente diferentes se les realizó la separación de medias por DMRT (Duncan's Multiple Range Test). Las conclusiones se efectuaron en base a un nivel de significancia del 5% ( $\alpha = 0,05$ ). Además, se realizó la correlación entre los análisis de germinación y los alternativos (gravimétrico y conductividad eléctrica) para cada año.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante los 3 años que duró el ensayo se obtuvieron resultados similares, que demuestran la sensibilidad de los métodos para detectar deterioro entre los diferentes niveles de envejecimiento acelerado. Por lo tanto se mostrarán y discutirán los resultados en base a los valores obtenidos en el último año.

### Poder germinativo

Para este caso se muestran los resultados del último año (tabla 1) y se observa que para las 72

horas de envejecimiento hubo diferencias significativas entre los cultivares, sobresaliendo la línea J8311-R-21, con el 46,5% de plántulas normales, mientras que para las 96 horas de envejecimiento las diferencias entre cultivares fueron menores y no mostraron el mismo nivel de discriminación; esto se debe a que el deterioro fue muy severo. Esto también fue resaltado por Delouche (1988), cuando se refiere a la necesidad de mejorar los cultivares, pero hace notar que el PG es muy engorroso para un programa de mejoramiento genético.

### Test gravimétrico

Se exponen los datos utilizando la densidad 1:20, que fue la que mejor expresó las diferencias entre variedades. Las semillas que se hunden son las de mejor calidad, mientras que las que flotan son las más deterioradas (tabla 2).

Los valores obtenidos a las 96 hs. de envejecimiento acelerado no mostraron el mismo nivel de selección, resultando la variedad Asgrow 6404 como la menos deteriorada, seguida por Asgrow 5409. En general los resultados de esta prueba durante los 3 años mostró una gran variabilidad entre años. Esta prueba no se comportó lo mismo que en sorgo, como lo experimentó Cortés (1987). Posiblemente se deba a que la soja tiene una ve-

**Tabla 2.** Gravimetría expresada en porcentaje de semillas que flotan a una densidad de 1:20, de 10 cultivares de soja sometidos a envejecimiento acelerado de 72 y 96 hs., de la campaña 1995/96.

Variedades	Deterioro con Envejecimiento Acelerado	
	72 hs.	96 hs.
5-Asgrow 5308-I	17 g	31 f
9-Asgrow 5409	14 h	26 h
25-J8311-R-05	43 c	48 e
38-Asgrow 6404	17 g	18 i
39-RA587	17 g	80 a
41-J8322-R-16	20 f	29 g
43-J8311-R-21	27 e	79 a
45-J8322-R-31	38 d	74 b
58-J8311-R-16	59 a	61 d
60-J887050-R	57 b	72 c

Valores con letras distintas difieren significativamente entre sí ( $P < 0,05$ ).

locidad de absorción de agua mayor que la del sorgo y esto hace alterar el valor real de peso volumétrico en el momento de realizar el test.

### Test de conductividad eléctrica

Los resultados se analizaron en base a 3 parámetros diferentes: Lectura Directa de Conductividad Eléctrica (CE) expresado en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , Poder Germinativo y Vigor, expresando sus valores en porcentaje (tabla 3).

Los valores mayores en conductividad son los de mayor deterioro, en cambio en PG y Vigor los valores de porcentaje mayores corresponden a la mejor calidad, observándose que a las 72 horas de envejecimiento el mejor comportamiento corresponde al cultivar Asgrow 5308-I con 61,5% de PG.

A las 96 horas de envejecimiento acelerado los resultados siguen mostrando los mayores valores para Asgrow 5308-I y RA587, el resto resulta con una discriminación diferente a las 72 horas de envejecimiento.

Los valores de Conductividad Eléctrica expresados en vigor muestran que el cultivar Asgrow 5308-I es el de mejor comportamiento luego de 72 horas de envejecimiento acelerado. Para las 96 horas, se observa que el tiempo de deterioro es excesivo ya que no permite discriminar una gran cantidad de cultivares.

Del análisis de los ensayos realizados sobre 10 variedades durante los 3 años, se deduce que el deterioro a 96 horas resulta muy severo ya que disminuye la diferencia entre los cultivares y consecuentemente los niveles de discriminación son también menores. Esto llevado a un programa de mejoramiento genético restringe el nivel de selección ya que pone en igualdad de condiciones a varios cultivares que de por sí son diferentes.

Además, los resultados muestran que los métodos fueron sensibles para discriminar los cultivares por su resistencia al deterioro. Es decir que hubo variedades que expuestas al mismo nivel de envejecimiento resistieron más al deterioro que otros cultivares, lo que concuerda con Carvalho (1994), quien afirma que la primera consecuencia del deterioro es la destrucción de la membrana celular y que hay variedades de soja que son menos afectadas por factores adversos. Esto significa que hay una discriminación por la característica genética de cada cultivar, que es muy significativo, por que no hubo otra fuente de variabilidad que la genética, ya que el resto de las condiciones de cultivo, cosecha a mano y postcosecha, fueron iguales para todos los cultivares. Halloin (1986) también hace énfasis en este mismo concepto, cuando sugiere que la medición de la conductividad eléctrica de los solutos liberados por las semillas puede ser una forma rápida para detectar materiales resistentes al deterioro.

**Tabla 3.** Conductividad Eléctrica expresada en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , en PG y en Vigor de 10 cultivares de soja sometidos a un deterioro de 72 y 96 hs.

Variedades	Deterioro con Envejecimiento Acelerado					
	72 hs.			96 hs.		
	$\mu\text{S}/\text{cm}$	PG	Vigor	$\mu\text{S}/\text{cm}$	PG	Vigor
5-Asgrow 5308-I	117,27 j	61,5 a	47,0 a	179,93 j	21,0 a	6,0 b
9-Asgrow 5409	184,39 h	25,5 c	15,0 b	232,87 d	3,0 f	1,0 c
25-J8311-R-05	220,79 d	21,0 d	12,0 c	271,32 a	1,0 h	0,0 c
38-Asgrow 6404	201,74 f	12,0 f	3,0 e	223,84 g	7,0 c	0,0 c
39-RA587	171,04 i	28,0 b	12,0 c	202,91 i	14,0 b	7,0 a
41-J8322-R-16	215,17 e	3,0 g	0,0 f	261,40 b	0,5 i	0,0 c
43-J8311-R-21	186,25 g	18,5 e	8,0 d	227,03 e	1,0 h	0,0 c
45-J8322-R-31	242,58 c	1,0 i	0,0 f	209,11 f	4,0 e	0,0 c
58-J8311-R-16	292,44 b	2,0 h	1,0 f	252,00 c	2,0 g	1,0 c
60-J887050-R	301,04 a	2,0 h	0,0 f	205,93 h	5,0 d	1,0 c

Letras distintas difieren significativamente entre sí ( $P < 0,05$ ).

**Tabla 4.** Coeficientes de correlación (r) obtenidos entre los distintos test en comparación con el Test de Germinación standard (PG) de 10 cultivares sometidos a un deterioro de 72 y 96 hs. durante 3 años.

Años de cosecha	Envejecimiento		CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	CE (PG)	CE (Vigor)	Gravimétrico
1993/94	72 horas	PG	-0,7047	0,4238	0,3522	-0,2215
	96 horas	PG	-0,5793	0,3844	0,3723	-0,4516
1994/95	72 horas	PG	-0,7271	0,6581	0,7151	-0,2523
	96 horas	PG	-0,6913	0,5846	0,6583	-0,1867
1995/96	72 horas	PG	-0,7322	0,5934	0,4485	-0,6358
	96 horas	PG	-0,7141	0,3761	0,1715	,2111

### Análisis de correlación

Se realizó el análisis de correlación con el fin de establecer la relación que existe entre los métodos propuestos comparados con el Test tradicional de Germinación (PG), en los 3 años de cultivo.

En la tabla 4, se observa que el mejor nivel de correlación que se obtuvo durante los tres años con el Poder Germinativo, corresponde al Test de Conductividad Eléctrica medida en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , realizado sobre las semillas luego de 72 horas de envejecimiento.

También se observa que el envejecimiento a las 96 horas presenta una buena correlación con el PG, mientras que los valores obtenidos con PG (CE), Vigor (CE) y Gravimétrico no presentaron la misma variabilidad que los valores de PG. Esto se debe a que la conductividad eléctrica medida en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  es una lectura directa de todos los datos obtenidos, mientras que los valores expresados en PG (CE) y Vigor (CE) son obtenidos de transformaciones de valores dentro de ciertos rangos, lo que resulta en una menor capacidad de discriminación.

Por estas razones se deduce que el Test de Conductividad Eléctrica aplicado luego de 72 horas de envejecimiento acelerado, sobre los 10 cultivares evaluados, es el que mejor responde a los objetivos propuestos.

### Verificación del test de conductividad eléctrica

Con el fin de verificar la factibilidad de aplicación del Test de Conductividad Eléctrica en un programa de mejoramiento, se analizaron 58 variedades y líneas provistas por el INTA-Marcos Juárez, las que fueron cultivadas y cosechadas en las mismas condiciones (tabla 5).

A tal efecto se expusieron las semillas a un deterioro por medio del Envejecimiento Acelerado de 72 hs. y se compararon los resultados de Poder Germinativo en arena (método tradicional) y el método de Conductividad Eléctrica en sus tres expresiones de resultados: Poder Germinativo, Vigor y Valores Promedios de Conductividad Eléctrica.

Se destacaron como buenos cultivares Don Mario 57, Torcacita 58, NK555 entre otros. Es necesario que los fitomejoradores decidan el nivel de discriminación o rigor con el cual seleccionaran el material (combinando estas características de resistencia al deterioro con otros caracteres agronómicos).

El valor negativo de correlación se entiende porque a mayor conductividad eléctrica menor calidad.

Por último, en la tabla 6 se observa que la mejor correlación se logró con el Test de Conductividad Eléctrica expresado en valores de  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , verificando los resultados obtenidos durante los años que duró este estudio. Esto se debe probablemente a que el Test de Conductividad Eléctrica mide el deterioro a nivel de membrana celular, lo cual es más preciso que el Test de Germinación (que mide el deterioro de la performance fisiológica). Además es muy importante tener en cuenta lo que manifiesta Hampton (1995), luego de experimentar durante años con el Test de Conductividad Eléctrica, quién considera

**Tabla 6.** Coeficientes de correlación (r) obtenidos entre el Test de Conductividad (en sus distintas formas de medición) en comparación con el Test de Germinación Standard.

	C.E.- PG (%)	C.E.- VG (%)	Cond.Eléc. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
Germinación Standard en arena	r = 0,76	r = 0,71	r = -0,78

**Tabla 5.** Comparación de los Valores de Poder Germinativo (PG) con Conductividad Eléctrica (CE) expresada en porcentajes de germinación (PG), vigor (VG) y microsiemens por cm ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), de 58 variedades envejecidas durante 72 hs.

Variedades	PG (%)	C.E. PG (%)	C E. VG (%)	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$
1 ASGROW 3127	3,00	13,00	8,00	209,53
2 DEKALB C x 458	2,00	5,00	3,00	270,47
3 PRIMAVERA	9,00	16,50	6,00	211,33
4 OFP BONAERENSEB	7,00	9,50	6,00	220,94
5 ASGROW 5308 I	31,00	61,50	47,00	117,27
6 PROMAX 530	61,50	23,50	12,00	167,88
7 ASGROW 5401	25,50	15,50	9,00	216,04
8 COPETONA 53	24,50	64,00	55,00	108,69
9 ASGROW 5409	22,00	25,50	15,00	184,39
10 PLAYERITA 53	49,00	42,00	31,00	157,56
11 DON EDUARDO 510	41,00	26,00	12,00	183,80
12 BATARAZA 54	38,00	28,00	12,00	172,06
13 DON EDUARDO 540	42,00	62,50	49,00	110,33
14 DON MARIO 55	10,00	30,50	23,00	167,25
15 PROMAX 550	25,00	29,50	21,00	171,33
16 FA-INTA I (ROJAS)	26,50	42,00	30,00	138,82
17 T.J.2000	32,00	49,00	34,00	132,64
18 TACUARÍ INTA	35,50	33,00	21,00	161,88
19 FEDERADA CASILDA	23,00	64,00	46,00	117,34
20 CONESA F.A. INTA	28,50	40,50	27,00	131,24
21 DON MARIO 57	83,50	88,50	77,00	73,29
22 TORCACITA 58	46,00	77,00	69,00	87,34
23 AREQUITO INTA	28,50	47,00	31,00	147,19
24 NK 555	61,50	83,00	82,00	66,92
25 J8311R05	6,00	21,00	12,00	220,79
26 DOÑA FLOR 58	25,00	22,50	12,00	194,38
27 NK 642	14,50	31,00	17,00	164,00
28 HOOD 75	11,50	11,00	5,00	235,78
29 MAXISOY 601	12,00	36,50	14,00	183,57
30 COKER 237	14,50	5,00	1,00	264,46
31 DEKALB 6901	52,50	55,50	40,00	127,88
32 GOLONDRINA 65	21,00	18,00	10,00	218,51
33 FEDERADA I INTA	19,00	24,00	13,00	173,76
34 NK 641	27,50	4,00	2,00	257,28
35 OFPEC JUAN FE	28,00	12,50	4,00	219,07
36 ASGROW 6404	20,50	12,00	3,00	201,74
37 RA 587	43,50	28,00	12,00	171,04
38 OF.P. CORDOBESA	19,50	2,00	0,00	241,18
39 J8322-R-16	8,50	3,00	0,00	215,17
40 OFP VENCEDORA	30,50	8,00	2,00	216,93
41 J8311-R-21	46,50	18,50	8,00	186,25
42 ASGROW 7372	2,50	2,00	1,00	287,35
43 J8322R31	3,50	1,00	0,00	242,58
44 DEKALB 740	9,00	4,00	3,00	253,65
45 RA 702	0,50	0,50	0,00	282,50
46 RAMSON	0,00	0,00	0,00	344,50
47 CERRITO FA INTA	0,50	0,50	0,00	282,83
48 MONTERA 74	3,50	3,00	1,00	280,20
49 CHARATA 76	1,50	0,50	0,00	266,14
50 ASGROW 7598	2,50	0,50	0,00	317,67
51 GRANERA	1,50	0,00	0,00	262,75
52 ASGROW 7894	15,00	6,50	2,00	226,53
53 ASGROW 7986	1,00	3,50	0,00	263,25
54 INRIVILLE INTA	0,50	1,00	1,00	285,61
55 OFP ENTRERRIANA	0,50	0,00	0,00	291,16
56 J8311R16	4,00	2,00	1,00	292,44
57 COBRIZA FCA	8,50	10,00	6,00	244,92
58 J887050-R	5,00	2,00	0,00	301,0

que este método es rápido y objetivo para determinar el vigor y que puede ser conducido por todos los laboratorios con un mínimo de equipamiento.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos durante los años que duró este estudio se llegó a las siguientes conclusiones:

- Todas las pruebas de evaluación de la calidad (Poder Germinativo, Conductividad Eléctrica y Test Gravimétrico) demostraron ser sensibles para detectar deterioro en semillas de soja.
- La prueba de Conductividad Eléctrica (expresado como  $\mu\text{s/cm}$ ) es la que presenta mayor sensibilidad (y alta correlación con el poder germinativo) para diferenciar los cultivares por su resistencia al deterioro.
- El método de envejecimiento acelerado es el indicado para inducir y simular el deterioro producido por agentes climáticos en las semillas. El mejor valor de exposición fue de 72 hs. a 40 °C y 100 % de H.R.

## BIBLIOGRAFIA

- Asociacion of Official Seed Analysts (AOSA), 1983. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution no. 32 to the Handbook on Seed Testing.
- Carvalho, N.M. de, 1994. O Conceito de Vigor em Sementes. En: *Testes de Vigor em Sementes*. Jaboticabal/FUNEP, Brasil, pp. 1-30.
- Casini, C., 1987. Effects of harvest date, harvest method, and storage conditions on seed quality of soybean [*Glycine max* (L) Merrill] genotypes with impermeable seedcoat characteristic. Thesis (M.S.). Miss. State Univ., Miss. State, Mississippi.
- Casini, C., 1990. Seed imbibition studies related to seedcoat and seed size in soybeans [*Glycine max* (L) Merrill] genotypes with different levels of permeability. Dissertation (Ph.D.). Miss. State Univ. Miss.State, Mississippi.
- Cortés, J., 1987. Relationship of seed size and density to seed quality in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. Ph.D (Dissertation). Miss. State Univ., Miss. State, Miss. USA.
- Delouche, J.C., 1976. Standardization of vigor tests. *Journal of Seed Tech.* 1(2):75-85.
- Delouche, J.C., 1980. Environmental effects on seed development and seed quality. *Hortscience* 15(6):13-17.
- Delouche, J.C., 1988. Seed quality improvement strategies. Proceedings 1988 Short Course for Seedsmen. Seed Tech. Laboratory. Miss. State Univ., Miss. State, Miss.30:1-14.
- Duangpatra, J., 1976. Some characteristics of the impermeable seed coats in soybean [*Glycine max* (L) Merrill]. Thesis (Ph.D.), Miss. State Univ., Miss State, Mississippi.
- Franca-Neto, J. de B., 1978. Response of hardseeded soybeans to combine harvest and artificial drying. Thesis (M.S.). Miss. State Univ., Miss. State, Mississippi.
- Gressler, O., 1976. Gravity table separation of soybean seeds. Thesis (M.S.). Miss. State Univ., Miss.State, Mississippi.
- Halloin, J.M., 1986. Seed improvement through genetic resistance to pathogenesis. In: *Physiological-Pathological Interactions Affecting Seed Deterioration*. CSSA Special Publication No. 12. Crop Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin. USA, pp. 77-93.
- Hampton, J.G., 1994. Conditivity Test. In: *Seed Vigor Seminar I.S.T.A. vigour test committee*. Copenhagen, Denmark, pp.10-30.
- Heydecker, W., 1973. Seed ecology. In: *Seed Ecology*. Proceedings of the Nineteenth Easter School in Agricultural Science. University of Nottingham. 1972. Ed. By W. Heydecker. London, Butterworths, pp.1-4.
- I.S.T.A., 1993. Reglas Internacionales para el Ensayo de Semillas. Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería. Serv. Nac. de Semillas. República Argentina.
- Khaokham, S., 1985. Performance of Group V soybean genotypes having impermeable seedcoat characteristic. Thesis (M.S.), Miss. State Univ., Miss. State, Miss.
- Mayer, A.M. and A. Poljakoff-Mayber., 1982. *The Germination of Seeds*. Third Edition. Pergamon Press. Oxford, N.Y., Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt.
- McDonald, M.B. Jr. and C.J.Nelson., 1986 *Physiology of Seed Deterioration*. CSSA Special Publication Number 11. Crop Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin. USA, pp.IX-X.
- Miranda, F.M., 1981. Chemical and biological protection of soybean (*Glycine max* (L.)Merrill) seed. Thesis (PhD), Miss. State Univ., Miss. State, Mississippi. USA.
- Poehlman, J.M., 1976. Mejoramiento Genético de las Cosecas. Editorial Limusa, S.A. México, pp. 117-119.
- Pomeranz, Y., 1982. Biochemical, functional, and nutritive changes during storage. In: *Storage of Cereal Grains and Their Products*. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota. 6:145-150.
- Potts, H.C., 1978. Hard seed soybeans. Eighteenth Soybean Seed Research Conference, pp. 33-42.
- Tekrony, D.M., D.B. Egli and A.D. Phillips., 1980. Effects of field weathering on the viability and vigor of soybean seed. *Agron. Journal* 72(5):749-753.
- Whittington, W.J., 1973. Genetic regulation of germination. In: *Seed Ecology*. Proceedings of the Nineteenth Easter School in Agricultural Science. University of Nottingham. 1972. Ed. by W.Heydecker.London,Butterworth. pp. 5-30.