

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

Trabajo Final  
Para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo.

**CALIDAD DE LA SEMILLA DE CULTIVARES DE SOJA SEGÚN  
CONDICIONES AMBIENTALES EN SU CICLO DE CULTIVO**

**Autor: Raúl A. Guzmán**  
**DNI: 32.340.118**  
**Directora: Ing. Agr. Elena M. Fernandez**

**Río Cuarto – Córdoba**  
**Argentina**

**2012**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

Trabajo Final

Para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo.

**CALIDAD DE LA SEMILLA DE CULTIVARES DE SOJA**  
**SEGÚN CONDICIONES AMBIENTALES EN SU CICLO**  
**DE CULTIVO**

**Autor: Raúl A. Guzmán**

**DNI: 32.340.118**

**Directora: Ing. Agr. Elena M. Fernandez**

**Río Cuarto – Córdoba**

**Argentina**

**2012**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

Título del Trabajo Final: *Calidad de la semilla de cultivares de soja según condiciones ambientales en su ciclo de cultivo.*

**Autor: Raúl A. Guzmán.**

**DNI: 32.340.118**

**Directora: Elena M. Fernández.**

**Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del Jurado Evaluador:**

**Novaira; Ana Inés.**

**Cerioni; Guillermo.**

**Fecha de Presentación: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.**

**Aprobado por Secretaría Académica: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.**

---

**Secretario Académico**

## ÍNDICE DEL TEXTO

	Página
ÍNDICE DEL TEXTO.....	III
ÍNDICE DEL CUADRO.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
RESUMEN.....	VII
SUMARY.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1
HIPÓTESIS.....	6
OBJETIVOS.....	6
OBJETIVOS GENERALES.....	6
OBJETIVOS ESPICÍFICOS.....	6
MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
Condiciones ambientales y fenología.....	9
Efecto de la fecha de siembra sobre la calidad de la semilla.....	9
Calidad fisiológica de semillas de soja proveniente de dos fechas de siembra.....	10
Efecto del genotipo sobre la calidad de la semilla.....	15
Calidad fisiológica de semillas de soja provenientes de dos genotipos diferente.....	16
CONSIDERACIONES FINALES.....	22
CONCLUSIÓN.....	22
BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	23
ANEXO 1.....	25

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1: Resumen de las características de los cultivares utilizados en el ensayo.....	7
Cuadro 2: Estadios, duración de las etapas fenológicas, suma térmica, precipitaciones, días con temperaturas superiores a 30°C en la 1ª y 2ª fecha de siembra.....	10
Cuadro 3: Estadios, duración de las etapas fenológicas, suma térmica, precipitaciones, días con temperaturas mayores a 30°C para el cultivar SPS 3900 RG y DM 4250 RG.....	16
Cuadro 4: Resumen de los valores de vigor y poder germinativo para los cultivares SPS 3900 RG y DM 4250 RG.....	21

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Temperatura máxima y mínima del aire y las precipitaciones registradas diariamente durante el período octubre de 2008 - abril de 2009 y estadios fenológicos de los tres cultivares.....	9
Figura 2: Poder germinativo, Energía germinativa y Plántulas vigorosas según fecha de siembra.....	11
Figura 3: Porcentaje de plántulas anormales y débiles, semillas muertas, duras y frescas en el TPG según fecha de siembra.....	11
Figura 4: Vigor, plántulas vigorosas y plántulas débiles en el Test de envejecimiento acelerado según fecha de siembra.....	12
Figura 5: Vigor, plántulas vigorosas y plántulas débiles en el Test de frío según fecha de siembra.....	12
Figura 6: Vigor y germinación (PG) en el Test de tetrazolio según fecha de siembra.....	13
Figura 7: Porcentaje de daño mecánico (DM), daño por humedad (H) y daño por chinche (Ch). Test de tetrazolio para la FS1 y FS2.....	14
Figura 8: Test de conductividad eléctrica (CE) según fecha de siembra.....	14
Figura 9: Patrón de germinación y emergencia a campo según fecha de siembra.....	15
Figura 10: Vigor de los test de frío, de envejecimiento acelerado, conductividad eléctrica, tetrazolio según fecha de siembra.....	15
Figura 11: Poder germinativo, Energía germinativa y Plántulas vigorosas en los cultivares SPS 3900 RG y DM 4250 RG.....	17
Figura 12: Porcentaje de Plántulas anormales, Muertas y Débiles, Semillas Duras y Frescas en el TPG de los cultivares SPS 3900 RG y DM 4250 RG.....	17
Figura 13: Porcentaje de vigor, plántulas vigorosas y plántulas débiles. Test de envejecimiento acelerado para el cultivar SPS 3900 RG y DM 4259 RG.....	18
Figura 14: Porcentaje de vigor, plántulas vigorosas y plántulas débiles en el Test de frío en los cultivares SPS 3900 RG y DM 4259 RG.....	18
Figura 15: Porcentaje de vigor y de germinación (PG). Test de tetrazolio para el cultivar SPS 3900 RG y DM 4259 RG.....	19
Figura 16: Porcentaje de daño mecánico (DM), daño por humedad (H) y daño por chinche (Ch). Test de tetrazolio para el cultivar SPS 3900 RG y DM 4259 RG.....	19
Figura 17: Test de conductividad eléctrica (CE) para SPS 3900 RG y DM 4250 RG.....	20
Figura 18: Vigor de los test de Envejecimiento acelerado, Test de frío, Conductividad eléctrica, Tetrazolio de los cultivares SPS 3900 RG y DM 4250 RG.....	20

Figura 19: Porcentaje de patrón de germinación (PG) y emergencia a campo en los cultivares  
SPS 3900 RG y DM 4259 RG.....21

## RESUMEN

### **CALIDAD DE LA SEMILLA DE CULTIVARES DE SOJA SEGÚN CONDICIONES AMBIENTALES EN SU CICLO DE CULTIVO**

La semilla representa el insumo estratégico por excelencia que permite sustentar las actividades agrícolas, contribuyendo a mejorar la rentabilidad. La producción de semillas de soja tiene como uno de los puntos críticos de deterioro el riesgo por condiciones climáticas adversas. La calidad de la semilla para la siembra influye en el establecimiento del cultivo, pues puede afectar el stand de plantas, la uniformidad, el desarrollo, lo que ocasiona reducción del rendimiento. Los factores ambientales que modifican la calidad de las semillas son las temperaturas extremas durante la maduración, fluctuaciones de las condiciones de humedad ambiente, sequías, deficiencias de nutrición en las plantas, y ataque de insectos. También factores de producción como la adopción de técnicas inadecuadas de cosecha, secado y almacenamiento que producen daño mecánico. El objetivo del trabajo fue evaluar la calidad de las semillas de cultivares de soja que fueron expuestas a diferentes condiciones ambientales durante el desarrollo del grano. El ensayo se realizó en el Laboratorio de Semillas de la FAV – UNRC con semillas de cultivares de soja que se desarrollaron en un ambiente de la zona noreste de la localidad de Monte Buey. Se utilizó un diseño en bloque totalmente aleatorizado. Los datos fueron analizados en dos grupos; en uno de ellos el tratamiento fue la fecha de siembra, con dos niveles (siembra temprana y siembra tardía) y se utilizaron dos cultivares de grupo de madurez cuatro IV: A 4209 RG de NIDERA y DM 4250 RG de Don Mario, en el otro grupo el tratamiento fue el cultivar de soja, con dos niveles SPS 3900 RG de SYNGENTA GM III largo y DM 4250 RG de Don Mario GM IV corto. En laboratorio, se evaluó la calidad fisiológica de las semillas a partir del poder germinativo y el vigor por medio del test de frío, envejecimiento acelerado, conductividad eléctrica, tetrazolio y evaluación de plántulas. En el CAMDOCEX se evaluó la emergencia a campo. Concluyendo según los resultados obtenidos con los test para evaluar la germinación, el vigor en el laboratorio y el comportamiento de las semillas en el campo se acepta la hipótesis de que la calidad fisiológica de la semilla está influenciada por las condiciones ambientales durante el llenado del grano y el almacenamiento en campo, pero cada genotipo posee un comportamiento diferente ante las distintas condiciones ambientales.

Palabras claves: semilla, calidad fisiológica, soja, ambiente.

## SUMMARY

### SEED QUALITY OF SOYBEAN CULTIVARS UNDER ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN CULTURE CYCLE

The seed represents the strategic input par excellence that allows sustaining agricultural activities, helping to improve profitability. One of the critical points of deterioration in the production of soybeans is the risk caused by adverse weather conditions. The quality of the seed for sowing influences crop establishment, since it can affect plant stand, uniformity and development, leading to yield reduction. Environmental factors affecting the quality of the seeds are the extreme temperatures during ripeness, fluctuations in humidity conditions, drought, nutritional deficiencies in plants, insect attack as well as factors of production such as the use of inappropriate harvest techniques, drying and storage, which causes mechanical damage. The aim was to evaluate the quality of the seeds of soybean cultivars that were exposed to different environmental conditions during grain development. The trial was done at the Laboratory of Seeds of the FAV – UNRC with seeds of soybean cultivars that were developed in the northeast of Monte Buey. It was used a completely random block design. The data were analyzed in two groups: on the one hand, in one of them the treatment was planting date, with two levels (early and late planting) and were used two cultivars of maturity group IV four: A 4209 RG by NIDERA y DM 4250 RG by Don Mario. On the other hand, in the other group the treatment was the soybean cultivar, with two levels SPS 3900 RG by long SYNGENTA GM III DM 4250 RG by short Don Mario GM IV. At laboratory, it was evaluated the physiological quality of seeds from germination and vigor through the cold test, accelerated aging, electrical conductivity, tetrazolium and evaluation of seedlings. Finally, at CAMDOCEX the field emergence was assessed. As a conclusion, based on the results obtained through the test to evaluate germination, the effect in the laboratory and the behavior of seeds in the field, it is accepted the hypothesis that the physiological quality of a seed is influenced by environmental conditions during grain filling and field storage, but each genotype has a different behavior towards different environmental conditions.

Keywords: seed, physiological quality, soy, environment.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la agricultura en Argentina experimentó cambios significativos, el escenario agrícola fue dominado por la expansión del cultivo de la soja (*Glycyne max* L Merr). Esta transformación fue acompañada por un importante rol tecnológico tales como siembra directa, surgimiento de variedades transgénicas, mejoramiento genético en búsqueda de resistencia a enfermedades, adopción de grupo de madurez de mejor comportamiento y el desarrollo de materiales adaptados a las distintas zonas productivas (Roca, 2003).

La importancia del cultivo de soja en Argentina se manifiesta en el incremento constante de la superficie sembrada, alcanzando actualmente 18.500.000 hectáreas sembradas en el país (SAGPyA, 2011).

En todos los cultivos es imprescindible tener en cuenta la calidad de la semilla para el éxito del mismo. La semilla es el material de partida para la producción y es condición indispensable que tenga una buena respuesta bajo las condiciones de siembra y que produzca una plántula vigorosa para el buen establecimiento del cultivo (Mercosoja, 2006). La semilla de buena calidad, producto de la investigación y desarrollo de variedades, representa el insumo estratégico por excelencia que permite sustentar las actividades agrícolas, contribuyendo significativamente a mejorar su producción en términos de calidad y rentabilidad (Delouche, 2002).

La producción de semillas es de real importancia en la región, la soja es un cultivo de fecundación autógama lo que les facilita a muchos productores guardar sus semillas para la próxima campaña. Independientemente de quien realice la producción de semillas, ésta requiere de cuidados especiales desde la siembra hasta la venta de las mismas, debido a que el desarrollo de las plántulas dependen de la integridad de su estructura (Fernández, 1997).

La producción de semillas de soja tiene como uno de los puntos críticos de deterioro el riesgo por condiciones climáticas adversas. En la zona productora de semillas de la Argentina, en uno de cada cuatro años, se produce un significativo deterioro de la calidad de la semilla debido a condiciones climáticas adversas durante el período de madurez fisiológica a cosecha (Casini, *et al.*, 1997). En esa etapa se producen abundantes lluvias y altas temperaturas que afectan la calidad de la semilla. Este efecto se ve agravado en la actualidad por la gran difusión de cultivares de soja de ciclo corto, en los cuales la madurez del cultivo se produce en épocas tardía del verano o tempranas del otoño, donde suelen ocurrir abundantes lluvias. Mientras que los cultivares de ciclo más largo, tienen menos riesgos a ser expuestos a estas condiciones adversas a la calidad. Este fenómeno que afecta la semilla también es observado, con más frecuencia, en climas tropicales y subtropicales de nuestro país y de otros países del mundo. Establecer una estrategia de producción que pueda afrontar este riesgo de deterioro es de

fundamental importancia para disminuir las pérdidas de calidad que ocurren en esas condiciones (Casini *et al.*, 1997).

La calidad de la semilla para la siembra influencia el establecimiento del cultivo, pues puede afectar el stand de plantas, la uniformidad, el desarrollo, lo que ocasiona problemas en la cosecha aumentando las pérdidas y reduciendo el rendimiento. La utilización de semillas de baja calidad disminuye los ingresos pues aumenta los costos de implantación y/o reducen los ingresos por la disminución de la producción (Fernández, 1997).

Un lote de semillas de alta calidad debe tener pureza genética y física, alto porcentaje de germinación -en general se considera 90%- y alto vigor -que las plántulas emergen en un amplio rango de condiciones de la cama de siembra- (Roberts y Ellis, 1980).

En primera instancia, se podría juzgar la calidad de un lote de semillas por su apariencia física, observando su tamaño, forma, color, uniformidad, entre otros, pero esta valoración es insuficiente puesto que, existen otros atributos de mayor relevancia como la pureza varietal, la capacidad germinativa, la viabilidad, el vigor y la sanidad, cuya condición no se puede determinar a simple vista (Delouche, 2002). Por la particularidad que presentan las semillas en relación con la calidad es necesario considerar una serie de cuidados especiales para asegurar la misma durante las fases de producción; sea la reproducción, cosecha, secado, procesamiento, almacenamiento y mercadeo (Delouche, 2002).

A la semilla se la considera un insumo esencial y estratégico en la actividad agrícola y varias son las razones por las cuales se le ha dado tanto énfasis; es el único insumo indispensable, no se puede prescindir de ella. A diferencia de la mayoría de los insumos utilizados en la producción agrícola, con la excepción de algunos biológicos, tipo de plaguicidas e inoculantes, la semilla es un ente vivo por su naturaleza, lo que la hace sumamente sensible al deterioro con consecuencias significativas en el establecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos. Es el elemento que encierra el potencial genético determinante de aspectos agronómicos y comerciales tales como rendimiento, adaptabilidad, resistencia a plagas y enfermedades, calidad, entre otros. En muchos casos es el principal vehículo de plagas de importancia económica que pueden afectar los cultivos o bien infestar zonas libres de éstas. La utilización de semilla de variedades mejoradas y de alta calidad permite potenciar el aprovechamiento de los demás insumos aplicados (Delouche, 2002).

La calidad de la semilla puede ser afectada negativamente por muchos factores, en general se clasifican dentro de las categorías física y fisiológica. La calidad física está asociada con modificaciones de la estructura o apariencia física de la semilla tales como fracturas en el tegumento o lesiones en el embrión. La calidad fisiológica se la relaciona con cambios en el metabolismo celular, por ejemplo deficiencia de nutrientes o inadecuadas condiciones de almacenamiento que influyen la eficiencia de la germinación de la semilla. En algunos casos, los factores que gobiernan la calidad de la semilla no pueden ser claramente diferenciados

dentro de las categorías, por ejemplo algunas infecciones con patógenos de las semillas que alteran su apariencia física, pero su principal efecto sobre la calidad es la reducción en el desempeño fisiológico de la semilla durante la imbibición (McDonald citado por Fernández, 1997).

El tegumento tiene mucha importancia porque debe proteger la fragilidad del embrión. Las estructuras son muy variadas, manifestándose diferencias en la permeabilidad. Los cultivares de soja de tegumento negro, originadas en sojas salvajes que existieron antes de la domesticación de la especie, tiene un tegumento muy grueso, duro e impermeable, que es muy resistente al deterioro. Entre los cultivares más deteriorables están aquellos que poseen semillas muy permeables, cuyo tegumento es frágil y tiene gran cantidad de poros en la superficie. Además, hay cultivares cuya semilla exuda gran cantidad de azúcares durante su imbibición y crean un ambiente propicio para el desarrollo de hongos. Actualmente, se procura seleccionar aquellos cultivares que, además de gran aptitud agronómica, tengan semillas con tegumento de cierta dureza e impermeabilidad resistente al deterioro causado por factores externos (Casini, 1997).

En lo que respecta al tamaño de la semilla, desde el punto de vista fisiológico, las de mayor tamaño son las que tienen más vigor y emergen más rápidamente, sin embargo, son las que sufren mayor daño mecánico y se deterioran más fácilmente. Las más pequeñas son las que tienen menor energía para emerger del suelo. Por esta razón se debería elegir un tamaño medio, ya que no sufren excesivos golpes y mantienen un buen vigor (Casini, 1997).

La calidad de las semillas de soja puede ser reducida por diversos factores a los que son expuestas durante su crecimiento y desarrollo en el campo, antes y durante la cosecha, así como en el secado, procesamiento, almacenamiento, transporte y siembra. Los factores ambientales que modifican la calidad de las semillas son las temperaturas extremas durante la maduración, fluctuaciones de las condiciones de humedad ambiente, sequías, deficiencias de nutrición en las plantas, ataque de insectos. También factores de producción como la adopción de técnicas inadecuadas de cosecha, secado y almacenamiento que producen daño mecánico (Gallo, 2002).

Modificaciones diarias de la humedad ambiente provocan daños en las semillas considerado como ambiental, que es consecuencia del fenómeno físico de hidratación y deshidratación de las distintas estructuras seminales. Las fluctuaciones de humedad y temperatura que ocurren durante el día provocan procesos de contracción y elongación de los tejidos tanto de la vaina como del tegumento durante el período de formación de las semillas y aún después de haber alcanzado la madurez fisiológica y la madurez de cosecha. La intensidad y duración de estas fluctuaciones pueden ocasionar diferentes daños sobre las semillas que afectarán, en mayor o menor medida, su calidad y posibilidad de ser usadas para la siembra. La ocurrencia de daño ambiental puede ocasionar disminución de la longevidad durante el

almacenamiento, producción de plántulas anormales, pérdida de vigor, fallas en la germinación, producción de semillas verdes (Gallo, 2002).

También pueden encontrarse daños por insectos siendo los de chinches los de mayor importancia; la intensidad del daño depende del estadio del ciclo del cultivo en que se ocasione, pudiendo provocar desde caída de vainas jóvenes (en estadios R3: inicio de desarrollo de vaina-R4: desarrollo completo de vaina, afecta la disponibilidad de fotoasimilados para su crecimiento y desarrollo). Los ataques tempranos en el desarrollo de la semilla provocan daños profundos que atraviesan la cubierta de la semilla e incluso pueden llegar al interior de los cotiledones. En cambio en las etapas posteriores (R6: semilla completamente desarrollada-R7: comienzo de madurez) se concentran en la zona superficial, los orificios donde ocurrieron las picaduras actúan como vía de entrada de hongos lo que provoca manchado de los granos. La profundidad del daño sumada a la zona donde el mismo se ubica influye marcadamente en la viabilidad y el vigor de las semillas (Rossi y González, 2010).

La mayor intensidad del proceso de deterioro de la semilla ocurre durante la etapa de llenado de grano R5-R7 lo que causa pérdida de vigor y de viabilidad de las semillas. Como estrategia de manejo se deben elegir fechas de siembra y cultivares (GM: grupo de madurez) que no expongan el periodo susceptible del cultivo a las condiciones climáticas desfavorables (Cravioto *et al.*, 2006).

El periodo que transcurre entre el momento en el que las semillas alcanzan la madurez fisiológica y la cosecha se denomina almacenamiento a campo. Las condiciones ambientales adversas en este periodo aceleran el deterioro de la semilla, ya que el máximo poder germinativo y vigor se alcanza en madurez fisiológica (Delouche, 2002). Por eso es de vital importancia planificar adecuadamente el sistema de cosecha en tiempo y forma para minimizar estas pérdidas de calidad fisiológica.

El control de calidad de un lote de semillas se realiza a través del test patrón de germinación (TPG) pero este no es suficiente para evaluarlo, por lo cual fueron desarrolladas metodologías conocidas genéricamente como test de vigor que tienden a complementar la información sobre el potencial de las semillas. Estos test de vigor procuran, principalmente, identificar diferencias en la calidad fisiológicas de lotes que presentan poder germinativo semejante. De esta forma, permiten clasificarlos en diferentes niveles de vigor, ofreciendo información para estimar el comportamiento de las semillas durante el período de almacenamiento o en la siembra (Fernández, 2005).

Los factores ambientales pueden reducir el vigor. Gibson y Mullen (1996), determinaron que el vigor de las plántulas es más susceptible que el TPG, pues se reduce con temperaturas diurnas superiores a 30°C y nocturnas de 20°C y el aumento de 20 a 30 °C de la temperatura nocturna disminuye el vigor de las plántulas cuando la temperatura diurna alcanza los 30°C. En este mismo sentido, Bewley y Black (1994), manifiestan el efecto negativo de los

factores que afectan la fotosíntesis y reducen la producción de fotoasimilados durante el llenado de las semillas.

El test de frío (TF) es uno de los medios para evaluar el vigor de las semillas. Se estableció un ranking de calidad según los valores de este test, cuando los resultados se encuentran entre 76-80% se clasifica al lote como “muy bueno” y entre 70-75 % son “buenos” (Casini, 1997).

El test de envejecimiento acelerado (EA) es otra de las pruebas para evaluar el vigor. Los resultados pueden ser utilizados para clasificar los lotes de semillas según su vigor y para la toma de decisiones en cuanto a la capacidad de almacenamiento o potencial de siembra de cada lote de semilla. Aquellos lotes de semillas que presenten un valor de germinación superior al 80 % después del envejecimiento acelerado podrían ser clasificadas como de alto vigor, entre 60-80 % como vigor medio, y menores de 60 % como de bajo vigor (Te krony, 1995).

## **HIPÓTESIS**

La calidad fisiológica de la semilla está influenciada por las condiciones ambientales durante el llenado del grano y el almacenamiento en campo.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la calidad fisiológica de las semillas de cultivares de soja que fueron expuestas a diferentes condiciones ambientales durante el desarrollo del grano.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Evaluar el efecto de la fecha de siembra sobre la calidad de la semilla.

Evaluar el efecto del genotipo sobre la calidad de la semilla.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el Laboratorio de Semillas de la FAV – UNRC con semillas de cultivares de soja que se desarrollaron en un ambiente de la zona noreste de la localidad de Monte Buey (32° 55` LS, 62° 27` LWG y 112 msnm) en la campaña 2008/2009. Las siembras se realizaron entre el 11 y 28/10/2008 y la cosecha entre el 21 y 30/03/2009. Las semillas fueron almacenadas, desde la cosecha, en laboratorio.

La localidad de Monte Buey y su región de influencia se encuentra ubicada en la pampa húmeda. El clima es templado y subhúmedo con un régimen de precipitación monzónico concentrando el periodo de lluvias en los meses de primavera verano, en donde la precipitación promedio de los últimos 60 años es de 875 mm, el régimen térmico es templado, la temperatura media anual es de 17,7 °C, con el valor medio para el mes más cálido (enero) de 24,2 °C y de 10,3 °C para el mes más frío (julio), el periodo libre de heladas es de 261 días que van de septiembre hasta mediados de mayo. El suelo es un Argiudol típico (Brunizen, con horizonte B2 levemente estructural), fértil, con alto contenido de materia orgánica y moderada retención de humedad; su uso es tanto para agricultura como para ganadería (INTA, 1978).

El ensayo se realizó siguiendo un diseño en bloques totalmente aleatorizados. Los datos fueron analizados en dos grupos; en uno de ellos el tratamiento fue la fecha de siembra, con dos niveles (siembra temprana del 28/11/2008 y siembra mas tarde del 11/11/2008) y se utilizaron dos cultivares de grupo de madurez cuatro IV: A 4209 RG de NIDERA y DM 4250 RG de Don Mario, en el otro grupo el tratamiento fue el cultivar de soja, con dos niveles SPS 3900 RG de SYNGENTA GM III largo y DM 4250 RG de Don Mario GM IV corto (Cuadro 1).

Cuadro 1: Resumen de las características de los cultivares utilizados en el ensayo.

Características del cultivar	SPS 3900 RG	A 4209 RG	DM 4250 RG
Hábito de crecimiento	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
Ciclo	3 largo	4 corto	4 corto
Días a floración	41	41	43
Días a maduración	134	132	144
Color de pubescencia	Castaña clara	Castaña	Castaño oscura
Color de flor	púrpura	púrpura	púrpura
Potencial de rendimiento	Muy alto	Muy alto	Muy alto
Altura de plantas (cm)	110	92	105
Peso por 1000 (gr)	175	170	158

El establecimiento donde se sembraron los cultivares se encuentra 5,5 km al sureste de la localidad de Monte Buey, por lo cual se utilizaron los datos de temperaturas máxima y mínima registrados en la estación meteorológica de la Cooperativa Eléctrica de Obras y Servicios Públicos de esa localidad, mientras que los datos de precipitaciones fueron los registrados en el mismo establecimiento durante la estación de crecimiento del cultivo.

En laboratorio, se evaluó la calidad fisiológica de las semillas a partir del poder germinativo (ISTA, 2008) y el vigor por medio del test de frío, envejecimiento acelerado, conductividad eléctrica, tetrazolio (Hamptom y Tekrony, 1995) y evaluación de plántulas (Kryzanowsky *et al.*, 1999).

En el CAMDOCEX (campo de docencia y experimentación de la Facultad de Agronomía y Veterinaria) se evaluó la emergencia. Se sembraron 100 semillas de cada tratamiento por cada repeticiones; 3 en total. Se realizó un conteo diario desde la emergencia de las primeras plántulas con la hoja del primer nudo totalmente expandida hasta que se estabilizó su número.

Los resultados fueron analizados con el ANAVA y la separación de medias con el test Duncan ( $P = 0,05$ ), utilizando el programa Infostat (2007).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Condiciones ambientales y fenológicas**

Las condiciones ambientales durante el ciclo del cultivo en la campaña 2008/2009 se presentan en la Figura 1, donde se pueden ver las temperaturas máximas y mínimas del aire y las precipitaciones durante el ciclo de los cultivos de soja; con las flechas se indicaron los estadios fenológicos: comienzo de llenado de grano (R5), comienzo de madurez fisiológica (R7) y el momento de la siembra (S) y la cosecha (C).

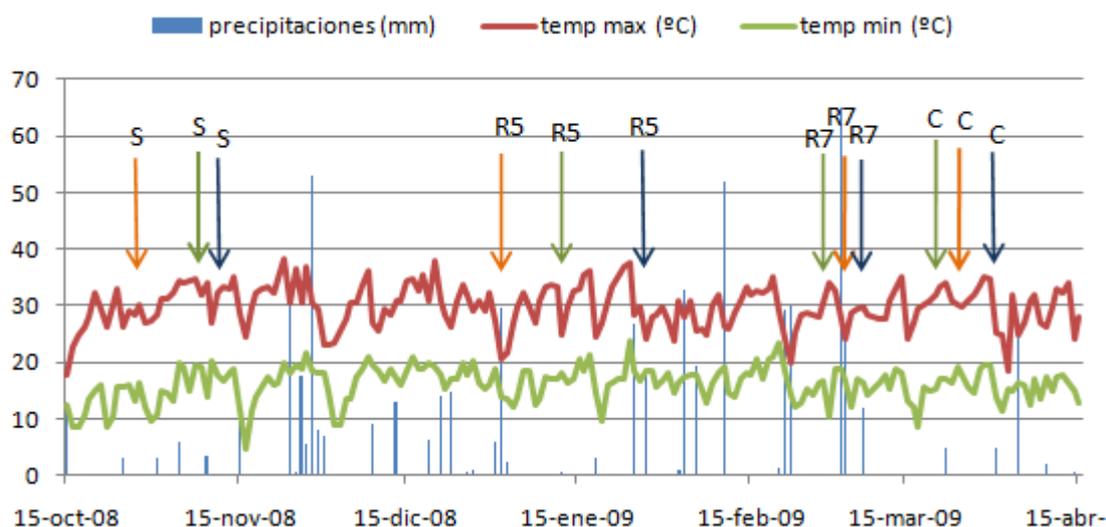


Figura 1: Temperatura máxima y mínima del aire y precipitaciones registradas diariamente durante el período octubre de 2008 - abril de 2009 y estadios fenológicos de los tres cultivares, S (siembra), R5 (comienzo de llenado de grano), R7 (comienzo de madurez fisiológica), C (cosecha).

Flecha verde: cultivar SPS 3900 RG. Flecha naranja: 1ª fecha de siembra cultivar A 4209 RG. Flecha azul: 2ª fecha de siembra cultivar DM 4250 RG.

### **Efecto de la fecha de siembra sobre la calidad de la semilla**

En el cuadro 2 se muestra que no se encontraron diferencias en el número de días en el periodo comprendido entre la siembra (S) y emergencia (E) en los cultivares sembrados con 13 días de diferencias.

La duración del periodo entre E-R2 fue diferente entre fechas de siembra (FS); en la primera FS (FS1) esta etapa tuvo una duración menor (9 días), menor acumulación de temperatura (161°C días), menor precipitación (74 mm) y episodios de altas temperaturas (>30 °C) 4 días menos que la segunda FS (FS2). La etapa R2-R5 tuvo sólo 2 días más en la FS2, a pesar de que se observaron diferencias en las precipitaciones (FS1: 88 mm y FS2: 50 mm) y en los episodios de altas temperaturas (FS1: 14 días y FS2: 13 días). Estas condiciones semejantes podrían ser la causa de la falta de diferencias en esta etapa. La etapa de comienzo de llenado del

grano (R5) hasta comienzo de madurez fisiológica (R7), fue mayor en la FS1 (19 días), lo que hizo una diferencia de 318 °días, 38 mm de precipitación y 11 días más con temperatura superiores a los 30 °C en relación con la FS2. La duración de la etapa desde inicio de R7 hasta la cosecha (C) fue similar entre ambas FS (FS1: 20 días y FS2: 19 días), lo mismo ocurrió con la suma térmica y las precipitaciones (FS1: 17 mm y FS2: 10 mm), pero ocurrió un factor de estrés como es el número de días con episodios de altas temperaturas que fue mayor en la FS2 (14 días) que en la FS1 (10 días).

Cuadro 2: Estadios, duración de las etapas fenológicas, suma térmica, precipitaciones, días con temperaturas superiores a 30°C en la 1ª y 2ª fecha de siembra.

Estadio	Duración		Suma Térmica		Precipitaciones		Temperatura > 30°C	
	días		°C días		mm		días	
	FS1	FS2	FS1	FS2	FS1	FS2	FS1	FS2
S-E	9	9	132	133	9	10	6	6
E-R2	36	45	548	709	149	223	23	27
R2-R5	25	27	395	432	88	50	14	13
R5-R7	60	41	916	598	307	269	23	12
R7-Cosecha	20	19	299	297	17	10	10	14
Reprod. total	105	87	1609	1329	411	329	47	38
Total del ciclo	150	141	2290	2169	570	562	76	71

En cuanto al ciclo total, la FS1 tuvo 9 días más que la FS2, lo que hizo que la suma térmica del ciclo total tuviera una diferencia de 121 °C días y el periodo reproductivo de 280 °C días a favor del FS2, como así también los 8 mm de las precipitaciones en el ciclo y los 82 mm en la etapa reproductiva, y la mayor exposición a los episodios de alta temperatura en el ciclo (5) y en la etapa reproductiva (9).

### Calidad Fisiológica de semillas de soja provenientes de dos fechas de siembras

La germinación (G) se evaluó con el test patrón de germinación (TPG) y no demostró diferencias significativas entre los valores de las semillas provenientes de la FS1 (72,25 %) y la FS2 (84,62 %) mostrado en la figura 2. Pero existen diferencias cuando se considera el valor de 80 % de PG establecido por la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos para comercializar las semillas para la siembra (SAGPYA, 2006), pues las de la FS1 no alcanzan este valor (80%) por lo que deberían ser utilizadas para otros destinos diferentes de la siembra.

Estos datos contradicen lo esperado considerando las precipitaciones, ya que en la FS1 hay una diferencia a favor de 82 mm en la etapa reproductiva, pero ocurrieron 9 episodios de temperaturas extremas. Esto quiere decir que el efecto del estrés térmico contrarrestó la mayor disponibilidad de lluvia a favor de la FS1.

En relación a la variable energía germinativa no hubo diferencia entre FS y los valores fueron muy bajos (FS1: 2,67 %; FS2: 21,67 %), al igual que lo explicado por Cravioto (2006);

ocurrió una gran cantidad de días con temperaturas mayores a los 30 °C durante el periodo entre las etapas R5 y R7 (FS1: 23 días y FS2: 12 días). A pesar de ello, los valores de la FS2 son bajos, escasamente alcanzan el 20%. Se observó una diferencia significativa entre FS en el porcentaje de plántulas vigorosas (24,67 %), siendo de 35,5 % en la FS1 y de 60,17 % en la FS2, estos resultados se explicarían con el mayor número de días con episodios de altas temperaturas (Gibson y Mullen, 1996).

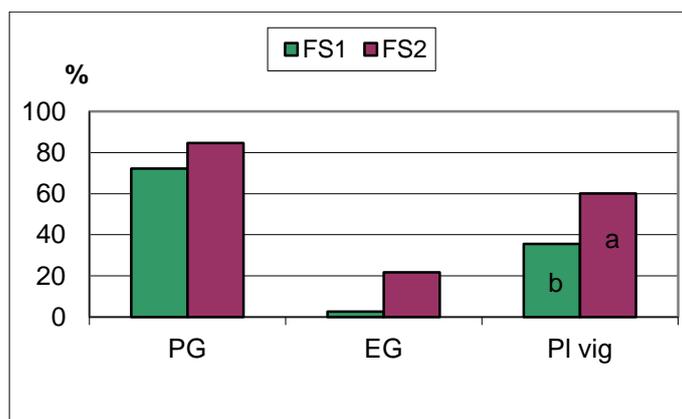


Figura 2: Poder germinativo, Energía germinativa y Plántulas vigorosas según fecha de siembra. Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan ( $p < 0.05$ ).

No se encontraron diferencias significativas en las plántulas anormales, plántulas débiles, semillas duras, y semillas frescas, pero sí de semillas muertas como se muestra en la figura 3, lo que podría explicar el menor valor del TPG de la FS1 (Fig. 2).

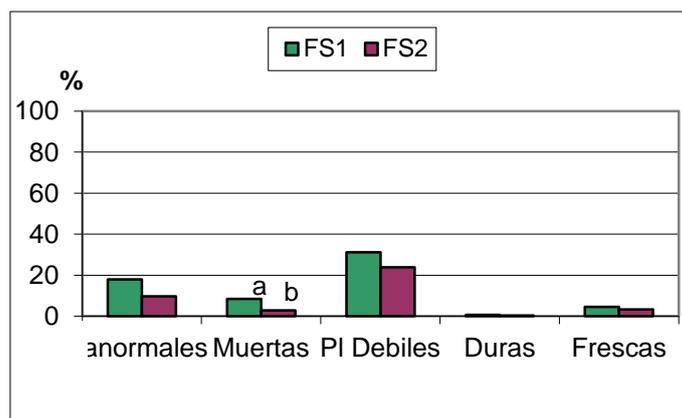


Figura 3: Porcentaje de plántulas anormales y débiles, semillas muertas, duras y frescas en el TPG según fecha de siembra.

Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan ( $p < 0.05$ ).

El TPG no demostró diferencias entre FS, pero suele ocurrir que los test de vigor identifican diferencias entre lotes con valores semejantes en el TPG. Se utilizaron métodos para

buscar diferencias de vigor tales como el de envejecimiento acelerado (EA), el test de frío (TF), test de tetrazolio (TZ) y conductividad eléctrica (CE).

En la figura 4 el EA identificó diferencias significativas de vigor a favor (28 %) de las semillas de la FS2 (88,83 %) con respecto a las de la FS1 (60,83 %). Si bien estos valores son altos, esta diferencia fue magnificada por el alto porcentaje de plántulas vigorosas en la FS2 (75,17 %) comparativamente con el bajo valor en la FS1 (26,5%), y como es de esperar se registró un alto porcentaje de plántulas débiles (34,33 %) en la FS1 con respecto a la FS2 (13,67 %), siendo esta diferencia de 17,66 %. De acuerdo a estos resultados se podrían clasificar los dos lotes de semillas, según lo planteado por Te Krony (1995), como de alto vigor (mayor a 80 %) el de la FS2 y de vigor medio (entre 60-80 %) el de la FS1.

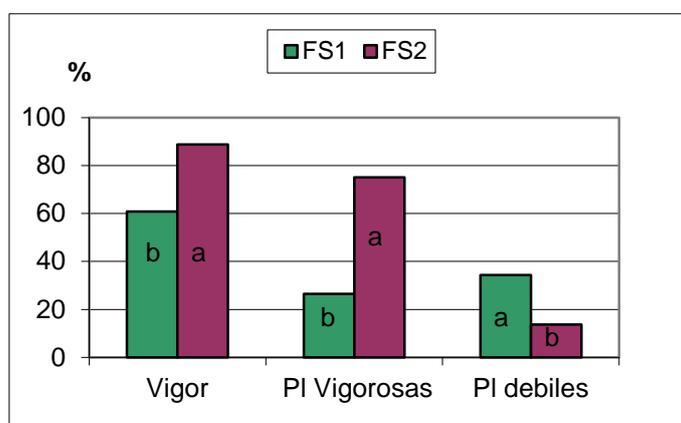


Figura 4: Vigor, plántulas vigorosas y plántulas débiles en el Test de envejecimiento acelerado según fecha de siembra.

Para cada variable letras diferentes indican diferencias significativas al 5 % del test de Duncan.

El vigor analizado con el TF, y al igual que el EA, detectó diferencias significativas de 17 % entre la FS1 (56,17 %) y la FS2 (73,17 %) figura 5.

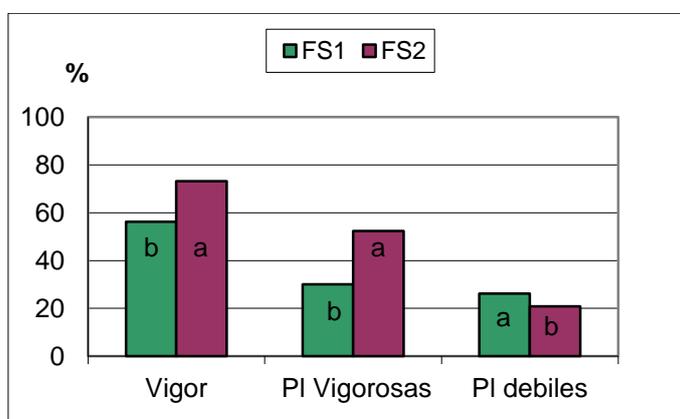


Figura 5: Vigor, plántulas vigorosas y plántulas débiles en el Test de frío según fecha de siembra.

Para cada variable letras diferentes indican diferencias significativas al 5 % del test de Duncan.

Según lo propuesto por Casini (1997) los lotes se podrían clasificar como “bueno” el de la FS2, además por el alto porcentaje de plántulas vigorosas (71,5 %), en cambio en el lote de la FS1 el porcentaje de germinación del TF estuvo conformado principalmente por plántulas débiles (46,6 %). Esta diferencia estaría dada por el número de días en que las plantas de la FS1 estuvieron expuestas a temperaturas superiores a 30 °C; en FS1 esta exposición fue mayor alcanzando a 47 días en el ciclo reproductivo y 23 días entre R5-R7, mientras que las de la FS2 fueron 38 días y 12 días, respectivamente, coincidiendo con los resultados de Gibson y Mullen (1996).

El TZ presentó diferencias significativas de 6,17 %, mostrado en la figura 6 en el vigor a favor de la FS2 (84,67 % vs 78,5 %). Lo mismo ocurrió con el porcentaje de germinación con el TZ siendo la diferencia de 5,33 % a favor de la FS2 (89,5 % vs 84,17 % en la FS1). Los valores de germinación obtenidos con el TZ fueron mayores a los registrados por el TPG (Figura 2).

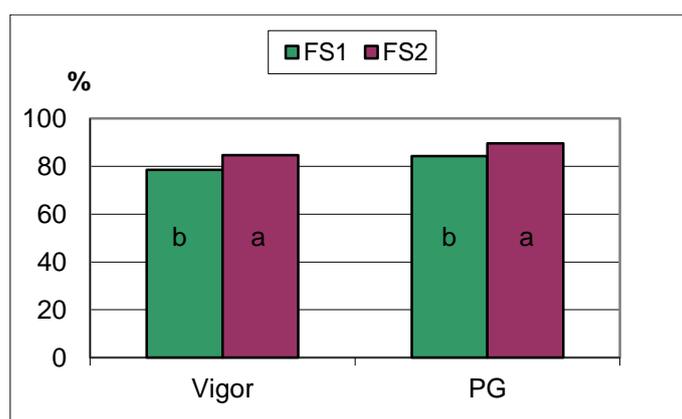


Figura 6: Vigor y germinación (PG) en el Test de tetrazolio según fecha de siembra. Para cada variable letras diferentes indican diferencias significativas al 5 % del test de Duncan.

Se observaron diferencias significativas en los daños de humedad (grado 6-8) identificados con el TZ a favor de la FS2 (2,66 %), lo que indica que esta FS fue la menos afectada por los cambios de humedad (hidratación y deshidratación) ocurridos durante el almacenamiento en campo (en que estaba en la planta madre, previo a la cosecha).

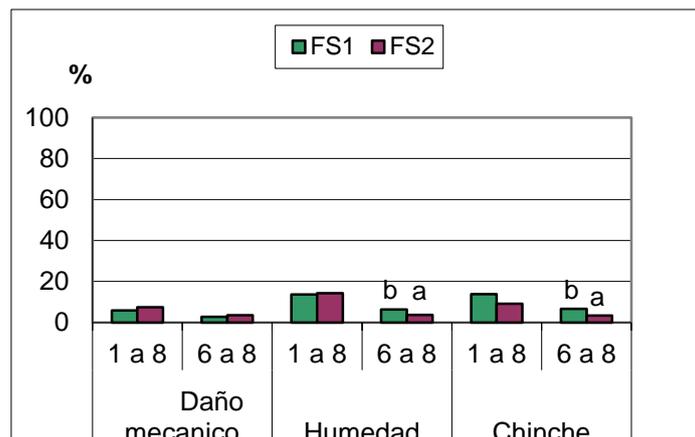


Figura 7: Porcentaje de daño mecánico (DM), daño por humedad (H) y daño por chinche (Ch). Test de tetrazolio para la FS1 y FS2. Para cada variable letras diferentes indican diferencias significativas al 5 % del test de Duncan.

En cuanto a los daños ocasionados por chinche (grado 6-8) el TZ identificó diferencias significativas del orden del 3,34% a favor del cultivar de la FS1 (6,67 %) mostrado en la figura 7, estos datos coinciden con el menor poder germinativo y vigor (Fig. 6). Los daños observados fueron de gravedad, en el resto de las variables no se encontraron diferencias significativas.

La evaluación del vigor con el test de conductividad eléctrica (CE) que se observan en la figura 8, permitió determinar que la FS1 tuvo menor vigor ( $87,95 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ) que la FS2 ( $78,95 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ), aunque los valores registrados no imposibilitan su uso como semilla, en este sentido Vieira *et al.* (2004) establecieron que valores superiores a  $110 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$  en semillas no pueden ser usadas para la siembra, inclusive si existe probabilidad de estrés hídrico durante la emergencia no deberían superar los  $90 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ .

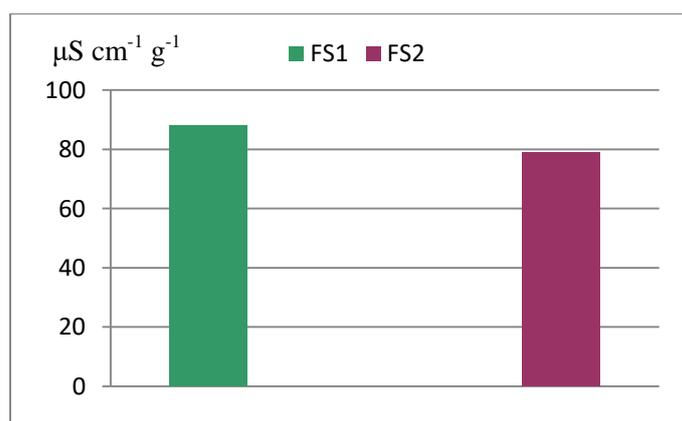


Figura 8: Test de conductividad eléctrica (CE) según fecha de siembra. Letras diferentes indican diferencias significativas al 5 % del test de Duncan.

Aunque no se encontraron diferencias significativas en el TPG entre las FS, se observó un 16 % más de emergencia a campo a favor de la FS2 (88,22 % vs 66,22%) en la figura 9.

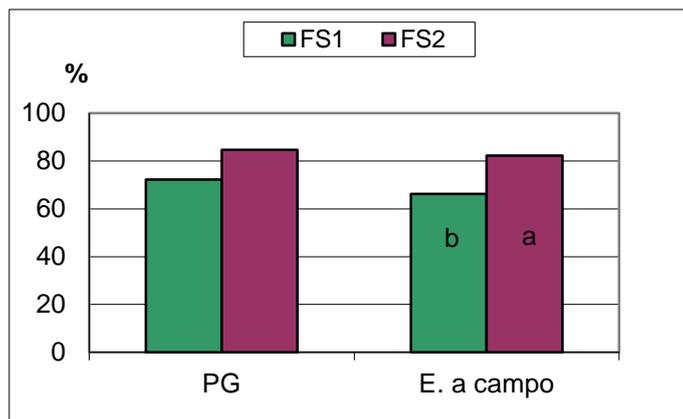


Figura 9: Patrón de germinación y emergencia a campo según fecha de siembra. Letras diferentes indican diferencias significativas al 5 % del test de Duncan.

Comparando los resultados de los test de vigor con los datos de emergencia a campo (Fig. 10 y Cuadro 1 del Anexo I) se podría decir que los tests que mejor se ajustaron con la emergencia a campo fueron el TPG y el EA, principalmente de la FS1.

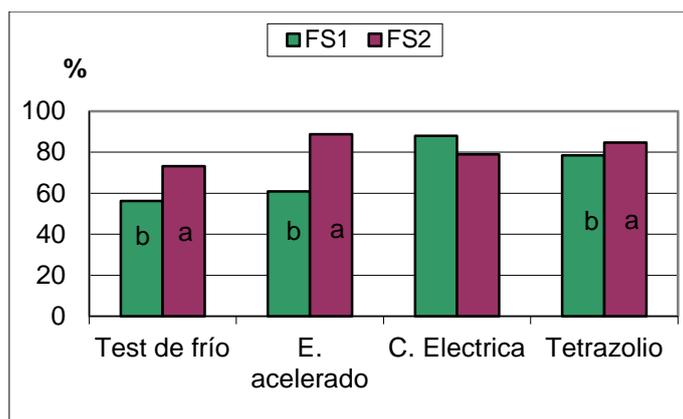


Figura 10: Vigor de los test de frío, de envejecimiento acelerado, conductividad eléctrica, tetrazolio según fecha de siembra.

Los datos de conductividad eléctrica están representados en  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ . Para cada variable letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan ( $p < 0.05$ ).

### Efecto del genotipo sobre la calidad de la semilla

Se observaron en el cuadro 3 diferencias entre genotipos en el número de días entre S y E; el cultivar SPS 3900 RG emergió un día antes que el cultivar DM 4250 RG. Esta diferencia podría estar dada por la mayor acumulación de grados días de SPS 3900 RG (139 días) respecto a DM 4250 RG (133 días) cumpliendo los requerimientos de germinación-emergencia (120 a 200 °C días) en menor tiempo, también se registró un día más en los episodios de altas temperaturas y se registraron menores precipitaciones. El periodo comprendido entre E-R2 fue diferente entre genotipos; el cultivar SPS 3900 RG tuvo 11 días de diferencia, 65 mm y 6 días menos de temperatura altas (>30 °C) que el cultivar DM 4250 RG. La etapa R2-R5 tuvo un 1 día más en el cultivar SPS 3900 RG, más precipitaciones (75 mm vs 50 mm) un episodio menos

de alta temperatura que DM 4250 RG. La etapa de comienzo de llenado del grano (R5) hasta comienzo de madurez fisiológica (R7) fue mayor en SPS 3900 RG (6 días), más precipitaciones (11 mm) y menos episodios de altas temperaturas (5 días). La duración de la etapa desde inicio de madurez fisiológica (R7) hasta cosecha (C) fue igual entre cultivares (19 días) como así también las sumas térmicas, mientras que SPS 3900 RG recibió mayor cantidad de precipitaciones (43 mm vs 10 mm) y menor en número de días con altas temperaturas (7 vs 14) que el cultivar DM 4250.

Los genotipos tuvieron una diferencia de 5 días (SPS 3900 RG < DM 4250 RG) en la duración del ciclo y de 7 días (SPS 3900 RG > DM 4250 RG) en el ciclo reproductivo. Considerando la suma térmica fue menor (78 °C días) en el ciclo total y mayor (95 °C días) en la etapa reproductiva en SPS 3900 RG. Con respecto a las precipitaciones hubo una diferencia de 69 mm en la etapa reproductiva (SPS 3900 RG > DM 4250 RG) y de 2 mm en el ciclo (SPS 3900 RG < DM 4250 RG). El cultivar SPS 3900 RG tuvo más días de estrés térmico (42 vs 38) en el periodo reproductivo, mientras que el total del ciclo los valores fueron semejantes.

Cuadro 3: Estadios, duración de las etapas fenológicas, suma térmica, precipitaciones, días con temperaturas mayores a 30°C para el cultivar SPS 3900 RG y DM 4250 RG.

Estadio	Duración		Suma Térmica		Precipitaciones		Temperaturas > 30°C	
	días		°C días		mm		días	
	3900	4250	3900	4250	3900	4250	3900	4250
S-E	8	9	139	133	4	10	7	6
E-R2	34	45	530	709	158	223	21	27
R2-R5	28	27	431	432	75	50	15	13
R5-R7	47	41	717	598	280	269	20	12
R7-Cosecha	19	19	276	297	43	10	7	14
Reprod. total	94	87	1424	1329	398	329	42	38
Total del ciclo	136	141	2093	2171	560	562	70	71

### Calidad Fisiológica de semillas de soja provenientes de dos genotipos diferentes

Analizando los datos del TPG en la figura 11 no se observan diferencias significativas entre genotipos de distinto grupo de madurez (GM) sembrados en la misma fecha (SPS 3900 RG: 86,41 % y DM 4250 RG: 84,62 %). También, fueron muy semejantes los valores de energía germinativa (SPS 3900 RG: 9,68 % y DM 4250 RG: 21,17 %), los de plántulas vigorosas (SPS 3900 RG: 60,33 % y DM 4250 RG: 60,17 %). Esta situación puede ser debida a las semejantes condiciones ambientales (precipitaciones y temperatura) durante el crecimiento de las semillas y almacenamiento en campo (Cuadro 3).

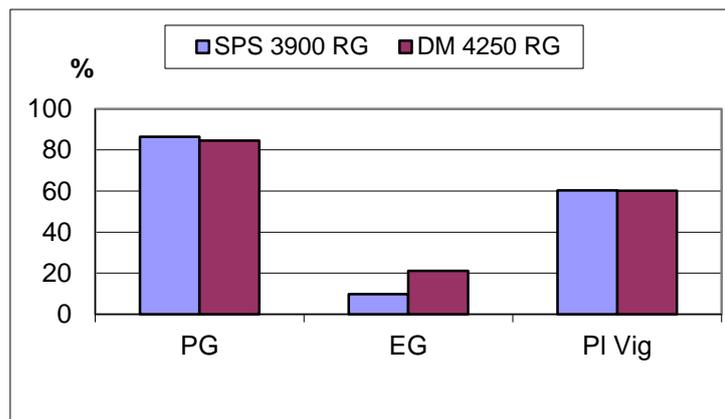


Figura 11: Poder germinativo, Energía germinativa y Plántulas vigorosas en los cultivares SPS 3900 RG y DM 4250 RG.

Letras diferentes indican diferencias significativas al 5 % del test de Duncan

El análisis de los datos del TPG (Fig. 12) no identificó diferencias significativas en el porcentaje de plántulas anormales (SPS 3900 RG: 11 % y DM 4250 RG: 9,67 %), plántulas débiles (SPS 3900 RG: 25,5 % y DM 4250 RG: 23,83 %), semillas muertas (SPS 3900 RG: 2% y DM 4250 RG: 2,83 %), duras (SPS 3900 RG: 0 % y DM 4250 RG: 0,33 %) y frescas (SPS 3900 RG: 2,5 % y DM 4250 RG: 3,33 %) coincidiendo con los datos de la Figura 11.

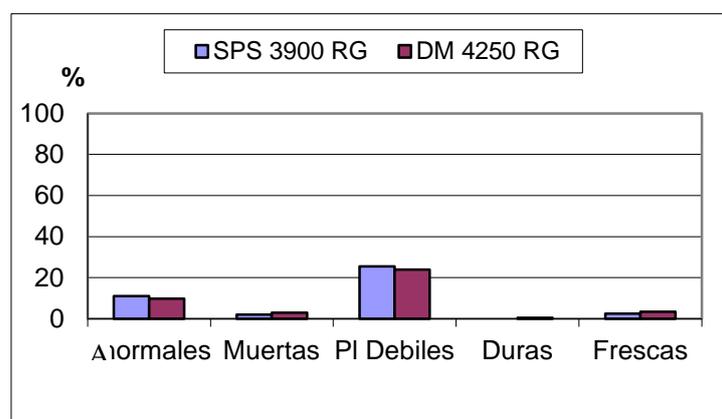


Figura 12: Porcentaje de Plántulas anormales, Muertas y Débiles, Semillas Duras y Frescas en el TPG de los cultivares SPS 3900 RG y DM 4250 RG.

Letras diferentes indican diferencias significativas al 5 % del test de Duncan

El test de EA presentó diferencias muy marcadas con 37,83% a favor del cultivar DM 4250 RG (88,83 %) con respecto al cultivar SPS 3900 RG (51,00 %). Según la clasificación propuesta por Te Krony (1995), el cultivar DM 4250 RG podría clasificarse como de alto vigor y SPS 3900 RG como de bajo vigor. La diferencia es mayor (49,67 %) en las plántulas vigorosas a favor del cultivar DM 4250 RG (75,17 %) con respecto SPS 3900 RG (25,5%). Como consecuencia la diferencia entre genotipos es alta en las plantas débiles (Figura 13).

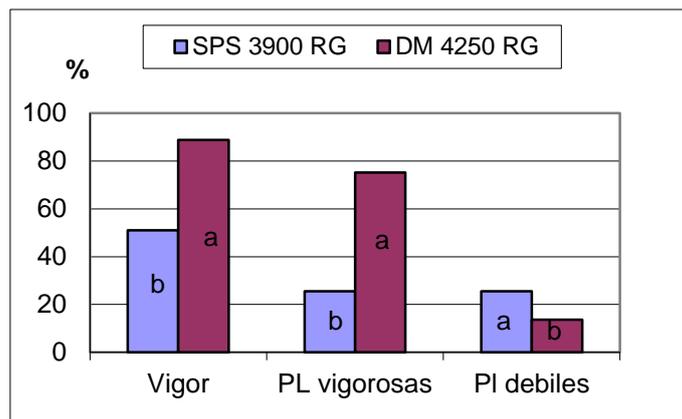


Figura 13: Porcentaje de vigor, plántulas vigorosas y plántulas débiles. Test de envejecimiento acelerado para el cultivar SPS 3900 RG y DM 4259 RG.

Letras diferentes indican diferencias significativas al 5 % del test de Duncan.

El análisis de la semilla con el TF (Fig. 14) detectó una diferencia de 3 % en el vigor DM 4250 RG (73,17 % vs 70, 17 %), por lo tanto ambos cultivares se clasificarían como buenos según los parámetros de calidad establecidos por Casini (1997). También se observaron diferencias significativas entre las plántulas vigorosas (42,17 % SPS 3900 RG y 52,33 % DM 4250 RG) y las débiles (28 % SPS 3900 RG y 20,83 % DM 4250 RG). Si comparamos estos valores con los de EA las diferencias son muy marcadas pero en ambos caso son a favor del cultivar DM 4250 RG. Es para destacar que ambos valores superan el 60 % y estarían dentro de los valores considerados aptos para la siembra.

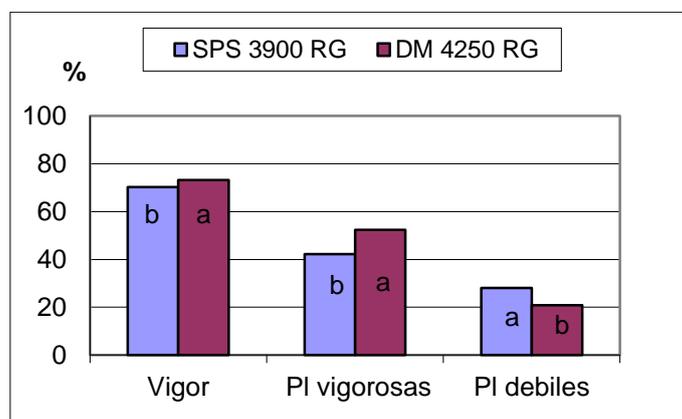


Figura 14: Porcentaje de vigor, plántulas vigorosas y plántulas débiles en el Test de frío en los cultivares SPS 3900 RG y DM 4259 RG.

Letras diferentes indican diferencias significativas al 5 % del test de Duncan.

Analizando los datos de TZ (Fig. 15) no se encontraron diferencias significativas entre los cultivares en poder germinativo (SPS 3900 RG: 87,17 % y DM 4250 RG: 89,5 %) y en el vigor (SPS 3900 RG: 82,23 % y de, y DM 4250 RG 84,67 % de vigor). Estos valores son muy semejantes a los obtenidos en el TPG (Fig. 11).

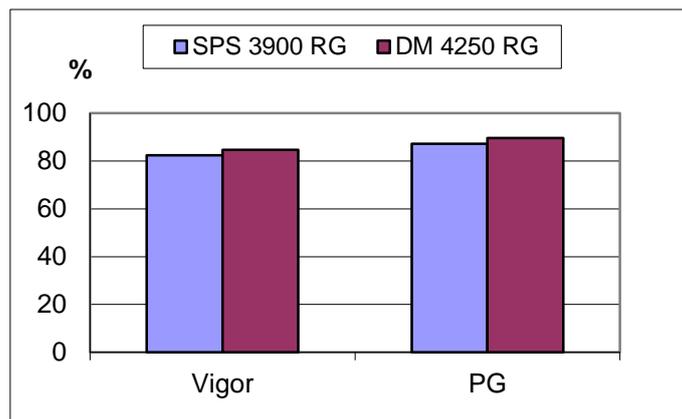


Figura 15: Porcentaje de vigor y de germinación (PG). Test de tetrazolio para el cultivar SPS 3900 RG y DM 4259 RG.

Letras diferentes indican diferencias significativas al 5 % del test de Duncan.

El análisis individualizado de cada tipo de daño y su intensidad permitió detectar diferencias significativas en el daño mecánico en el rango de 1-8 entre cultivares (SPS 3900 RG: 4,67 % y DM 4250 RG: 7,5 %), y en el rango 6-8 (SPS 3900 RG: 1,67 % y DM 4250 RG 3,5 %). No se observaron diferencias significativas en el daño por humedad pero sí en el de chinche (rango de 1-8) a favor del cultivar SPS 3900 RG (14,5 % vs DM 4250RG: 9,17 %). No se observó diferencia en el grado de 6-8 (Figura 16).

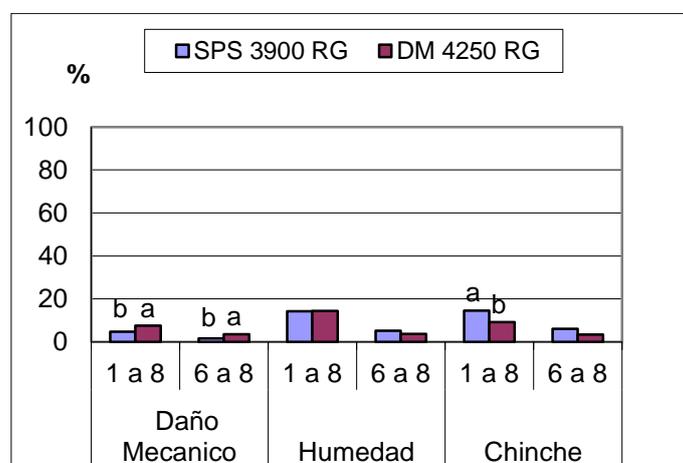


Figura 16: Porcentaje de daño mecánico (DM), daño por humedad (H) y daño por chinche (Ch).

Test de tetrazolio para el cultivar SPS 3900 RG y DM 4259 RG.

Para cada variable letras diferentes indican diferencias significativas al 5 % del test de Duncan.

Las semillas del cultivar SPS 3900 RG fueron de mayor tamaño (161,35 gr las mil semillas) y sufrieron menos daños que las del cultivar DM 4250 RG (134,46 gr las mil semillas). Es para destacar que las condiciones de humedad fueron iguales para ambos cultivares. Estos resultados se contradicen con lo planteado por Casini (1997) quien sostiene que si bien las semillas de mayor tamaño son las que tienen más vigor, son las que sufren mayor daño mecánico y se deterioran más fácilmente.

También se realizó el test de CE (Figura 17); DM 4250 RG tuvo mayor conductividad (78,95  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ) que SPS 3900 RG (77  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ), demostrando menor vigor pero no imposibilitando su uso como semilla, pues estos valores son inferiores a los determinados por Vieira *et al.*, (2004) como no aptos para las siembra (110  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ), inclusive si existe probabilidad de estrés hídrico durante la emergencia no deberían superar los 90  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ .

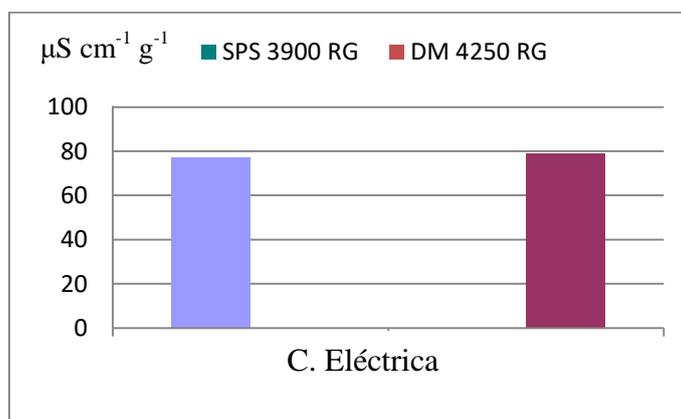


Figura 17: Test de conductividad eléctrica (CE) para SPS 3900 RG y DM 4250 RG. Letras diferentes indican diferencias significativas al 5 % del test de Duncan.

Comparando los datos de vigor de los diferentes test TF, EA, CE, TZ, se observaron diferencias entre el TF y el EA, y los dos son considerados test de estrés (Figura 18).

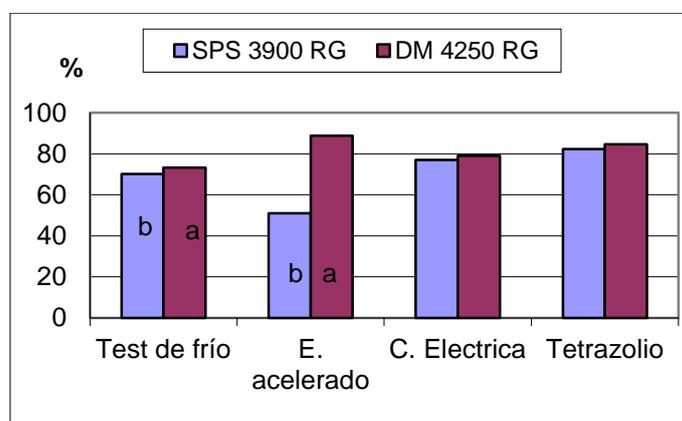


Figura 18: Vigor de los test de Envejecimiento acelerado, Test de frío, Conductividad eléctrica, Tetrázolío de los cultivares SPS 3900 RG y DM 4250 RG. Los datos de conductividad eléctrica están representados en  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ . Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan ( $p < 0.05$ ).

No se encontraron diferencias significativas cuando se compararon los resultados del TPG y la emergencia a campo de ambos cultivares.

La falta de diferencias de los resultados entre los test de vigor y la emergencia a campo (Fig. 19) se explica por las altas temperaturas (diciembre) al momento de la siembra a campo del ensayo que posibilitó la rápida germinación y emergencia de los cultivares.

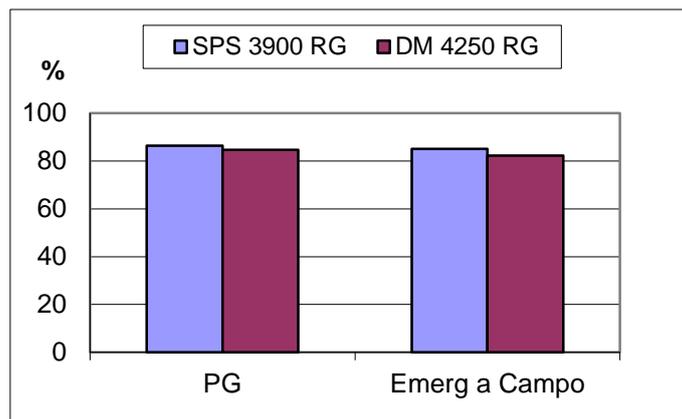


Figura 19: Porcentaje de patrón de germinación (PG) y emergencia a campo en los cultivares SPS 3900 RG y DM 4259 RG.

Letras diferentes indican diferencias significativas al 5 % del test de Duncan.

Comparando los datos de vigor con los de emergencia a campo (cuadro 4) de ambos cultivares se puede decir que el test que mejor se ajustó con los datos de campo fue para ambos cultivares el test patrón de germinación.

Cuadro 4: Resumen de los valores de vigor y poder germinativo para los cultivares SPS 3900 RG y DM 4250 RG.

Observaciones	SPS 3900 RG (%)	DM 4250 RG (%)
Poder Germinativo	86,41	84,62
Test de frío	70,17	73,17
Envejecimiento Acelerado	51,00	88,83
Test de Tetrazolio	82,33	84,67
Emergencia a Campo	85,00	82,22

### **CONSIDERACIONES FINALES:**

En cuanto a la germinación, considerando la fecha de siembra, no se pudo identificar diferencias significativas, ni tampoco se pudo identificar diferencias entre los cultivares.

En los test de vigor, comparando por cultivar se encontraron diferencias a favor de DM 4250 RG en los test de TF y EA. Y respecto a la comparación por fecha de siembra, tanto en el TF como EA y TZ la diferencia fue a favor de la FS2.

En la emergencia a campo se observó diferencias significativas a favor de la FS2, pero no entre cultivares.

Todos los cultivares fueron aptos para ser utilizados como semilla, tanto los comparados por cultivar como los comparados por fecha de siembra.

### **CONCLUSIÓN:**

Según los resultados obtenidos con los test para evaluar la germinación y el vigor en el laboratorio y el comportamiento de las semillas en el campo se acepta la hipótesis de que la calidad fisiológica de la semilla está influenciada por las condiciones ambientales durante el llenado del grano y el almacenamiento en campo, pero cada genotipo posee un comportamiento diferente ante las distintas condiciones ambientales.

## **BIBLIOGRAFÍA CITADA:**

- BEWLEY, J.D. y M. BLACK. 1994. *Seeds: Physiology of development and germination*. Ed. Plenum Press, 2<sup>da</sup> ed. 560p.
- CRAVIOTTO, R., A. SALINAS, M. ARANGO y C. GALLO. 2006. Diagnóstico por tetrazolio en semillas de soja verdes abolladas y arrugadas. En: [www.planetasoja.com /trabajos/trabajos800.php](http://www.planetasoja.com/trabajos/trabajos800.php). Consultado: 10/02/11.
- CASINI, R.M., R.M. CRAVIOTTO, y S. GIANCOLA. 1997. Calidad de la semilla. En: GIORDA, L. y H. BAIGORRI. *El Cultivo de la Soja en Argentina*. Ed. INTA. p. 91-102.
- DELOUCHE, J.C. 2002. Germinación deterioro y vigor de semillas. *Seed News*, 6(6): 1-8.
- FERNANDEZ, E. 1997. *Calidad de semillas: Girasol, Soja y Maní*. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto, Córdoba. 16 p.
- FERNANDEZ, E. 2005. *Calidad de semillas: girasol, soja y maní*. FAV – UNRC.
- GALLO, C. 2002. *Determinación del nivel máximo de tolerancia de semillas verdes en soja. Actualidad agrícola*. Publicación cuatrimestral de la Facultad de Ciencias Agrarias. UNR. Cap. 2. p: 4-7.
- GIBSON L. R., R. E. MULLEN. 1996. Soybean seed quality reductions by high day and night temperature. *Crop Science*, 36(6): 1615-1619.
- HAMPTON, J.G. y J. TE KRONY. 1995. *Seed vigor testing*. ISTA. 97p.
- INFOSTAT® Software Estadístico. 2007. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- INTA. 1978. *Carta de Suelos de la República Argentina*. Hoja 3363 - 17 – 3 Monte Buey.
- ISTA. 2008. *International Rules for Seed Testing*. ISTA. s/p.
- KRZYZANOWSKI, F.C., R.D. VIEIRA y J.B. FRANÇA NETO. 1999. *Vigor de Sementes*. ABRATES. (8.5: 26).
- MERCOSOJA. 2006. Soja producción y calidad de semilla. 3° Congreso de Soja del MERCOSUR. Rosario, Santa Fe, Argentina, 27 al 30 de junio de 2006.
- ROBERTS, E.H. y R.H. ELLIS. 1980. Seed physiology and seed quality in soybean. In: Summerfield Bunting. *Advances in Legumes Science*. p: 297-311.
- ROCA, C. 2003. Calidad de semilla en el cultivo de soja. En: SATORRE, E. *El libro de la soja*. Cap. 25. p: 249-253.
- ROSSI, C. y S. GONZALEZ. 2010. Problemas en la calidad de semillas de soja. En: [www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ara/ara\\_220.pdf](http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ara/ara_220.pdf). Consultado: 17/017/2010
- SAGPYA. 2006. Tolerancia para semillas de clases fiscalizadas e identificada RS. SAGPYA 2030/93 En: [www.sagpya.mecom.gov.ar/17/pagweb/normas.htm](http://www.sagpya.mecom.gov.ar/17/pagweb/normas.htm). Consultado: 25/08/10.

- SAGPYA. 2011. Estimaciones Agrícolas Mensuales. En: [www.sagpya.mecon.gov.ar /223 /pagweb/normas.htm](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/223/pagweb/normas.htm). Consultado: 13/05/2011.
- TE KRONY, D.M. 1995. Accelerated ageing. In: Congress of the International Seed Testing Association, 24, Copenhagen. *Seed vigor testing: contributions to a seminar*. Zurich. International Seed Testing Association. p: 816-822.
- VIEIRA, RD., A. SCAPPA NETO, S. R. MUDROVITSCH DE BITTENCOURT, M. PANOBIANCO. 2004. Electrical conductivity of the seed soaking solution and soybean seedling emergence. *Sci. Agric.* (Piracicaba, Braz.), 61(2): 164-168.

## ANEXO I

Cuadro 1: Germinación y vigor en dos fechas de siembras.

Test	<b>FS1</b>	<b>FS2</b>
	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>
TPG	72,25	84,62
Test de frío	56,17	73,17
Envejecimiento Acelerado	60,83	88,83
Test de Tetrazolio	78,5	84,67
Emergencia a Campo	66,22	82,22