

**Efecto de tres niveles de vigor de la semilla de
soya (*Glycine max* L.) en el desarrollo y
rendimiento del cultivo**

Bruno Miguel Landivar Roca

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Honduras

Noviembre, 2017

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Efecto de tres niveles de vigor de la semilla de soya (*Glycine max* L.) en el desarrollo y rendimiento del cultivo

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Bruno Miguel Landivar Roca

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2017

Efecto de tres niveles de vigor de la semilla de soya (*Glycine max* L.) en el desarrollo y rendimiento del cultivo

Bruno Miguel Landivar Roca

Resumen. La calidad fisiológica de la semilla de soya, expresada como vigor y germinación es un factor muy importante para el logro de programas eficaces de producción ya que su calidad es fácilmente afectada por factores ambientales. Varios estudios han relacionado el vigor de la semilla con el desempeño de la planta durante las primeras etapas del cultivo, sin embargo, poca información existe sobre el efecto del vigor en todo su desarrollo. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de tres niveles de vigor en el desarrollo y rendimiento del cultivo. El estudio se realizó en el lote 4 del CEPIRS de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Se utilizó la variedad comercial FHIA-15 y se establecieron tres niveles de vigor; alto, medio y bajo como tratamientos en un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con cuatro repeticiones. Las variables: altura de planta, número de ramas, vainas, y semillas por planta, días a floración, rendimiento y peso específico de mil semillas fueron tomadas durante todo el ciclo del cultivo. Semillas de alto y medio vigor resultaron en plantas con mayor altura y mayor número de ramas, vainas y semillas por planta comparadas con plantas provenientes de semillas de bajo vigor. Similarmente, semillas de alto y medio vigor dieron plantas con rendimientos promedios superiores en un 50% con respecto a plantas originadas de semillas con bajo vigor. Los días a floración ni el peso específico de las semillas cosechadas de plantas de alto, medio y bajo vigor no fueron estadísticamente diferentes.

Palabras clave: Calidad fisiológica, emergencia, producción.

Abstract. The physiological quality of soy seeds evidenced in its vigor and germination is an important factor that affects production yield because it is easily affected by climate conditions several studies have found a relationship between vigor and its growth. However, few investigations have been done to study vigor throughout the plant's life cycle. This study's objective was to evaluate the effect of three levels of vigor in plant growth and yield. The study took place at CEPIRS in Zamorano University, Honduras. The commercial line FHIA-15 was used in this investigation with low, medium and high vigor levels ordered in a complete randomized block design with four repetitions each. The analyzed variables included height, amount of sheaths, branches and seeds per plant, flowering days, yield and seed density after one entire cycle. Medium and high level vigor seeds showed greater plant height, more sheaths, branches and seeds per plant in comparison to low vigor plants. Medium and high vigor plants had 50% greater yields than low vigor ones. Flowering days and seed density was determined to be the same.

Key words: Emerge, physiological quality, yield.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	v
Índice de Cuadros y Figuras.....	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIONES.....	9
5. RECOMENDACIONES.....	10
6. LITERATURA CITADA	11

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Efecto del vigor de la semilla de soya en los días a floración, altura de planta y número de ramas por planta en el lote 4 del CEPIRS de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.	7
2. Efecto del vigor de la semilla de soya en el número de vainas y semillas por planta en el lote 4 del CEPIRS de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.	8
3. Efecto del vigor de la semilla de soya en el peso específico y rendimiento en el lote 4 del CEPIRS de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.	8
Figuras	Página
1. Semillas colocadas en cajas plásticas (A), cámara de prueba de estabilidad de humedad y temperatura (B) en el laboratorio de análisis de alimentos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.	5
2. Plantas provenientes de semillas de alto vigor (A), medio vigor (B) y bajo vigor (C) en Ornamentales, plántulas y propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....	6

1. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de soya ha incrementado considerablemente debido a un incremento en la demanda por la agroindustria y a un aumento en el consumo de carne por la población en los últimos diez años. Se estima que este aumento en el consumo es de un 30%, pasando de 222 a 320 millones de toneladas (Ybran y Lacelli 2016). El área total destinada de soya cubre actualmente más de un millón de kilómetros cuadrados (Stolton y Dudley 2014). Actualmente, los principales países productores que aportan con más del 80% de la producción mundial de soya son Estados Unidos, Brasil y Argentina (Ybran y Lacelli 2016). Proyecciones estiman un aumento en la producción de soya desde 270 millones de toneladas en el 2012 hasta 514 millones de toneladas para el 2050 (Bruinsma 2009).

Debido a que la soya es altamente nutritiva, juega un rol clave para enfrentar el desafío de la seguridad alimentaria mundial. La soya es una fuente de proteína y lípidos: contiene aproximadamente 36.5 gramos de proteínas y 20 gramos de lípidos de cada 100 gramos de granos de soya (Ridner 2006). Los contenidos de proteína y lípidos de las semillas de soya son influenciados por efectos genéticos y ambientales (Marcos Filho 2015). La soya tiene diversos usos: entre ellos forraje, alimentos y combustible, siendo una de las fuentes forrajeras con mayor contenido proteico, usando el 75% de la soya mundial para consumo animal. Esto ha forjado eslabones comerciales poderosos a través de los continentes, contribuyendo a la economía de los países que la cultivan, la exportan y la comercializan (Stolton y Dudley 2014).

Para lograr alcanzar el incremento en la producción de soya proyectado por Bruinsma 2009, es menester mantener programas de producción de semilla estables y competitivos, que mantengan óptimos niveles de calidad física, genética y fisiológica. La germinación y vigor de la semilla son factores fisiológicos claves para proveer estabilidad en la producción del cultivo y conservar altos niveles de rendimiento. La calidad de la semilla, además de estar relacionado con la respuesta germinativa, también implica aspectos genéticos, fisiológicos y morfológicos (Navarro et al. 2015).

La germinación es la capacidad de la semilla de formar una planta normal en condiciones óptimas. El vigor es la capacidad que tiene la semilla de formar una planta normal en condiciones adversas. El vigor de la semilla expresa la velocidad de germinación, la tasa de crecimiento, la sensibilidad de las plántulas a los factores externos y la capacidad de almacenamiento de diferentes lotes de semilla. Las pruebas de vigor de semillas están basadas en la resistencia al estrés, la velocidad de germinación, la integridad de las membranas y el desarrollo de plántulas (Matthews et al. 2012). La evaluación de la germinación y la identificación de lotes de semillas de alto rendimiento son parámetros importantes hacia la producción, por lo tanto, las informaciones de laboratorios de semilla

deben detectar con precisión diferencias de potencial fisiológico entre lotes de semillas probadas. El desarrollo y rendimiento de las plantas en campo demuestran si el potencial identificado por pruebas de laboratorio ha sido alcanzado (Marcos Filho 2015).

El vigor es la interacción de aquellas propiedades bióticas y abióticas que influyen en las semillas y que determinan su nivel de actividad y su comportamiento en el tiempo y está altamente relacionado con las expresiones de viabilidad, dormancia, germinación y emergencia (Matthews et al. 2012).

Diversos estudios han demostrado que el vigor constituye un componente fisiológico de la calidad de la semilla muy influenciado por factores ambientales y semillas de alta calidad que se han utilizado para reducir la tasa de deterioro causada por el envejecimiento y para favorecer el desarrollo de la planta como su rendimiento final (Silva et al. 2006).

Según Kolchinski et al. (2005) plantas provenientes de lotes de semillas de alto vigor presentan un mayor índice de área foliar, mayor producción de materia seca y un rendimiento superior de 35% en relación con lotes de semillas de bajo vigor.

El objetivo del estudio fue:

- Evaluar el efecto de tres niveles de vigor de la semilla de soya en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio. El estudio se realizó en lote cuatro localizado en el Centro Productivo Para la Innovación Rural Sostenible (CEPIRS) en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, en el valle del Yeguaré, a 30 Km de Tegucigalpa, carretera a Danlí, Honduras. El sitio está a 800 msnm, con una latitud de 14°4' Norte y longitud 87°22' Oeste. Durante el estudio la temperatura promedio fue de 23 °C y una precipitación de 710 mm desde el 15 de mayo al 25 de septiembre del 2017.

Preparación del terreno. Se contó con un suelo Franco Arenoso, la cual fue mecanizado previamente al trasplante del cultivo de soya, con un pase de rastra pesada (32 pulgadas) y una liviana (28 pulgadas). Luego fue estaquillada y delimitadas por parcelas. Por último, se realizaron los surcos con azadón, rastrillo y cinta métrica.

Siembra y transplante. Las semillas fueron sembradas en bandejas piloneras con sustrato PINDSTRUP en Ornamentales, plántulas y propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. El transplante se realizó diez días después de la siembra en las bandejas piloneras, previo al transplante se aplicó Mancozeb 80%, para evitar cualquier enfermedad fúngica al pilón de la planta de soya. Se transplantó a una distancia entre planta de 0.1 m y con una distancia entre surco de 0.5m, es decir 200,000 plantas/ha. Cada parcela fue de 2 m de ancho × 4 m de largo, obteniendo 4 surcos por parcela. En cada surco se utilizó una cinta de riego por goteo AZUDILNE[®], con un caudal de 2.5 L/hr para cubrir la necesidades hídricas del cultivo.

Fertilización. Se realizó un análisis de suelos en Laboratorio de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, la cual dio como resultado un bajo contenido de nitrógeno y fósforo. Las enmiendas de fertilización se realizaron a los 21, 35 y 55 días para tener un mejor aprovechamiento de los fertilizantes. Se aplicó un total de 3.62 g de UREA (46-0-0), 0.4 g DAP (18-46-0) y 0.65 g (0-0-60) KCL por planta, repartidos en los tres periodos mencionados anteriormente para obtener un rendimiento esperado de 4 tm/ha.

Control de malezas y plagas. Para el control de malezas se aplicó Fusilade 12.5 EC, el cual es selectivo a cultivos de hoja ancha. Este herbicida es sistémico, controla gramíneas y su ingrediente activo es 125 Fluazifop-P-Butil. Se aplicó una dosis de 250 cc/ha diluído en 200 litros de agua en la etapa fenológica V4 del cultivo de soya. Semanalmente se realizó el monitoreo de plagas, a los 75 días del cultivo se identificó un daño en las vainas de la

soya causado por Lepidóptera. Para su control se aplicó PROCLAIM® 05 SG a una dosis de 120 g/ha en una disolución de 200 litros de agua.

Variables medidas

Las variables fueron medidas solamente en los dos surcos centrales de cada parcela.

- **Días a floración:** Para determinar días a floración se observó que más del 50% de la población de plantas de cada parcela experimental se encuentre una flor abierta en cualquier nudo del tallo principal.
- **Altura de la planta:** Se eligieron aleatoriamente 15 plantas de cada surco central y se midieron desde la base del tallo hasta el último trifolio desarrollado del tallo principal.
- **Número de ramas:** Se eligieron aleatoriamente 15 plantas de cada surco central y se contaron las ramas desde la base del tallo hasta la base del último trifolio desarrollado del tallo principal.
- **Número de vainas por planta:** Se eligieron aleatoriamente 15 plantas de cada surco central y se contaron las vainas.
- **Número de semillas por planta:** Se eligieron aleatoriamente 15 plantas de cada surco central y se contaron la cantidad de semillas.
- **Rendimiento:** Se tomó una muestra representativa, luego se trilló y se llevó el grano al horno para reducir la humedad al 13%. Mediante una ecuación [1] se logró uniformizar la humedad de los diferentes lotes de semillas.

$$Y = \frac{\{PS \times [DP / (NP \times 1000)]\}}{[(100 - \%H) / (100 - 13)]} \quad [1]$$

Y = Rendimiento al 13% de humedad expresado en kg/ha.

PS = Peso de las semillas en gr.

NP = Número de plantas cosechadas.

DP = Densidad de plantas por ha.

%H = Porcentaje de humedad de la semilla

- **Peso específico:** Al obtener el grano de la cosecha se muestreó la humedad del grano, luego se tomó 1000 granos y se procedió al pesaje.

Determinación del vigor de las semillas. Se utilizó la variedad de soya FHIA-15 (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). Previamente se realizó un análisis de germinación y uno de vigor en el laboratorio de semillas de la Escuela Agrícola Panamericana, la cual dio como resultado un 94% y 91% respectivamente. Este análisis se hizo para conocer la calidad de la semilla a la que se iba a someter al tratamiento. El tratamiento contó de una prueba de envejecimiento acelerado la cual es una estimación de la longevidad de la semilla en el almacén, exponiendo a las semillas a un estrés térmico que provoca un deterioro en ella. Las semillas seleccionadas se colocaron en cajas de plástico (Figura 2A), luego se colocaron en una cámara de prueba de estabilidad de humedad y temperatura (Figura 2B) en el laboratorio de análisis de alimentos de la Escuela Agrícola Panamericana, la cual se estabilizó a una temperatura de 41 °C y una humedad superior al 90% durante 64 horas.



Figura 1. Semillas colocadas en cajas plásticas (A), cámara de prueba de estabilidad de humedad y temperatura (B) en el laboratorio de análisis de alimentos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Luego las semillas fueron sembradas en bandejas piloneras con sustrato PINDSTRUP y fueron colocadas en el macro túnel tres a una temperatura promedio de 28 °C en el módulo de Ornamentales, plántulas y propagación. Estas semillas retiradas del envejecimiento acelerado fueron evaluadas de acuerdo a las reglas de la Asociación de Analistas Oficiales de Semillas (AOSA 1983).

Tratamientos. En el estudio se contó con tres tratamientos, semillas de alto, medio y bajo vigor. De acuerdo a las reglas de la Asociación de Analistas Oficiales de Semillas (AOSA 1983) semillas de alto vigor: aquellas plantas que lograron una pulgada o más de altura desde la siembra hasta el cuarto día después de la siembra. Las cuales fueron identificadas con una estaca de color verde (Figura 2A). Semillas de medio vigor: aquellas plantas que lograron una pulgada o más entre el día cinco al día siete después de la siembra. Las cuales fueron identificadas con una estaca de color amarillo (Figura 2B). Semillas de bajo vigor:

aquellas plantas que lograron una pulgada o más entre el día ocho al día nueve después de la siembra. Las cuales fueron identificadas con una estaca de color rojo (Figura 2C).

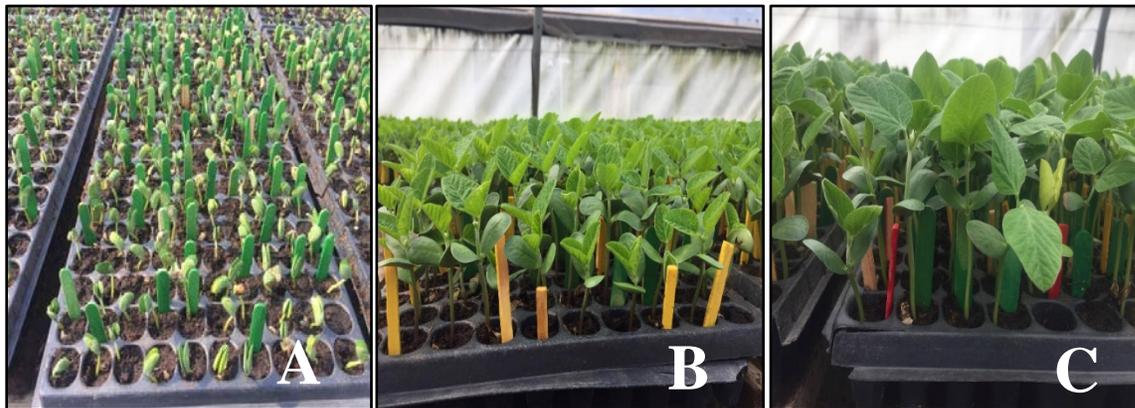


Figura 2. Plantas provenientes de semillas de alto vigor (A), medio vigor (B) y bajo vigor (C) en Ornamentales, plántulas y propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Diseño experimental. El experimento se llevó a cabo utilizando un diseño de bloques completamente al azar (BCA). Las unidades experimentales fueron las plantas de cada parcela experimental. Se establecieron cuatro bloques (repeticiones) los cuales contaban de tres tratamientos en cada bloque. Cada una de las parcelas ubicadas en el mismo bloque eran tratamiento diferente, por lo que sumaron un total de 12 parcelas experimentales.

Análisis estadístico. El análisis estadístico se realizó a través de una Análisis de Modelo Lineales Generalizados (GLM) para definir la significancia del modelo ($P \leq 0.05$) y una separación de medias con DMS. De esta manera se pudo determinar, según los resultados, cuales obtuvo un mayor desarrollo y rendimiento a través de “Statistical Analysis System” (SAS versión 9.4).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Días a floración, altura y número de ramas por planta. En la variable días a floración no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos (Cuadro 1). Estos datos no concuerdan con Vanzolini y Moreira (2002), quienes contaron con tres niveles de vigor, alto, medio y bajo en el cultivo de soya, en los cuales mostraron una diferencia significativa cuando compararon el nivel alto y bajo vigor. Esto pudo ser debido a que ellos contaron con tres diferentes niveles de germinación para cada nivel de vigor, además su estudio fue realizado en laboratorios. Semillas con alto y medio vigor desarrollaron plantas que en promedio fueron entre 21 y 22 centímetros más altas que las plantas provenientes de semillas de bajo vigor (Cuadro 1). Estos datos coinciden con lo reportado por Braga et al. (2009); Santos da Silva et al. (2013); Scheeren et al. (2010) quienes separaron las semillas en solamente dos niveles de vigor, alto y bajo, en el cultivo de soya. Según Vanzolini y Moreira (2002), lotes de semillas de soya de bajo vigor resultaron en plantas con menor tasa de crecimiento en comparación con lotes de semillas de medio y alto vigor. Según Santos da Silva et al. (2013) esto es debido a que las capacidades de las plantas provenientes de semillas de alto vigor utilizan mejor los recursos como agua, luz y nutrientes, lo cual resulta en plantas con un mayor crecimiento y desarrollo. Similarmente, el número de ramas por planta fue también afectado por el vigor de la semilla y, plantas de alto y medio vigor tuvieron un promedio de tres ramas más que planta en comparación con plantas provenientes de semillas de bajo vigor (Cuadro 1). Estos datos concuerdan con lo encontrado por Santos da Silva et al. (2013), quienes contaban con dos niveles, alto y bajo vigor en el cultivo de soya. Sin embargo estos datos no concuerdan Braga et al. (2009) quienes no encontraron diferencias significativas en la cantidad de ramas. Esto pudo ser debido a que ellos utilizaron un diferente criterio de selección, siendo las plantas que emergían del día de la siembra hasta el día cinco consideradas semillas de alto vigor y del día seis al día diez semillas de bajo vigor.

Cuadro 1. Efecto del vigor de la semilla de soya en los días a floración, altura de planta y número de ramas por planta en el lote 4 del CEPIRS de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Vigor	Días a floración	Altura (cm)	Ramas
Alto	65	77.7 a	15 a
Medio	65	76.6 a	15 a
Bajo	65	54.7 b	12 b
CV (%)	0	6.75	6.98

^{abc} = Medias con diferente letra difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

Número de vainas y semillas por planta. De acuerdo al análisis estadístico se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en las variables número de vainas y número de semillas por planta entre el tratamiento de bajo vigor contra el de alto y medio vigor (Cuadro 2). Semillas de alto y medio vigor generaron plantas con un mayor número de vainas (87 y 86 vainas respectivamente) y un mayor número de semillas por planta 212 y 210 semillas respectivamente) en comparación con plantas de semillas de bajo vigor que obtuvieron un promedio de 22 y 23 vainas menos y 61 y 63 semillas menos por planta (Cuadro 2). Estos datos coinciden con Santos da Silva et al. (2013) y Braga et al. (2009) quienes contaron con dos niveles de vigor: alto y bajo en el cultivo de soya. Según Kolchinski et al. (2005) un alto rendimiento de lotes de semilla de alto vigor es debido principalmente a un mayor número de vainas por planta. Sin embargo, estos datos no coinciden con los resultados de Scheeren et al. (2010) en el cual no encontraron una diferencia significativa en estas dos variables. Según Scheeren et al. (2010) el número de vainas y semillas por planta está directamente relacionada con la densidad de plantas.

Cuadro 2. Efecto del vigor de la semilla de soya en el número de vainas y semillas por planta en el lote 4 del CEPIRS de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Vigor	Vainas	Semillas
Alto	87 a	212 a
Medio	86 a	210 a
Bajo	64 b	149 b
CV (%)	7.12	3.36

^{abc}= Medias con diferente letra difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

Peso específico y rendimiento. De acuerdo al análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en la variable peso específico. Estos datos coinciden con Santos da Silva et al. (2013) y Braga et al. (2009) quienes contaron solamente con dos niveles de vigor: alto y bajo en el cultivo de soya, en los cuales no encontraron diferencias significativas. El rendimiento de la soya fue mayor en plantas vigorosas (4.6 toneladas por hectárea), comparado con el rendimiento de plantas de bajo vigor. (2.4 toneladas por hectárea) (Cuadro 3). Estos datos coinciden con Braga et al. (2009); Santos da Silva et al. (2013) quienes contaron solamente con dos niveles de vigor alto y bajo, entre los cuales encontraron diferencias significativas. Según Kolchinski et al. (2005) plantas provenientes de semillas de alto vigor resultaron en un 35% superior contra las de bajo vigor.

Cuadro 3. Efecto del vigor de la semilla de soya en el peso específico y rendimiento en el lote 4 del CEPIRS de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Vigor	Peso 1000 semillas (g)	Rendimiento (kg/ha)
Alto	199.0	4603 a
Medio	199.5	4646 a
Bajo	200.5	2400 b
CV (%)	1.71	3.78

^{abc} = Medias con diferente letra difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

4. CONCLUSIONES

- El vigor de la semilla de soya afectó la mayor parte de las variables estudiadas en este experimento, tanto en la planta como también en la semilla de soya.
- Los lotes de semillas provenientes de alto y medio vigor presentaron un rendimiento promedio que fue aproximadamente el doble del rendimiento observado en lotes de semillas de bajo vigor.
- Bajo las mismas condiciones ambientales, el vigor de la semilla no tuvo ningún efecto en los días a floración ni el peso específico.

5. RECOMENDACIONES

- Usar semillas provenientes de lotes de alto y medio vigor al momento de realizar una siembra de soya ya que las mismas garantizaran altos rendimientos.
- Realizar el mismo estudio, pero con diferentes densidades poblacionales.
- Realizar un estudio usando diferentes variedades de soya y aplicarlo a otros cultivos.

6. LITERATURA CITADA

- AOSA (Association of Official Seed Analysts) 1983. Seed vigor testing handbook [Manual técnico]. USA. 88 p.
- Braga LO, Kolchinski EM, Finatto JA. 2009. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. *Rev. bras. Sementes*; [consultado 2017 ago 14]. 31(1):144–149. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n1/a16v31n1.pdf>
- Bruinsma J. 2009. The resource outlook to 2050: By how much do land, water use and crop yields need to increase by 2050?. Roma (Italia): FAO; [consultado 2017 ago 16]. http://www.fao.org/fileadmin/templates/esa/Global_persepectives/Presentations/Bruinsma_pres.pdf.
- Kolchinski EM, Braga LO, Peske ST. 2005. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. *Cienc. Rural*; [consultado 2017 ago 16]. 35(6):1248–1256. <http://revistas.bvs-vet.org.br/crural/article/viewFile/18266/19106>.
- Marcos Filho J. 2015. Seed vigor testing: An overview of the past, present and future perspective. *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)*; [consultado 2017 ago 16]. 72(4):363–374. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162015000400363&script=sci_arttext&tIng=es. doi:10.1590/0103-9016-2015-0007.
- Matthews S, Noli E, Demir I, Khajeh-Hosseini M, Wagner M-H. 2012. Evaluation of seed quality: From physiology to international standardization. *Seed Sci. Res.*; [consultado 2017 ago 16]. 22(1): 69-73. https://www.researchgate.net/publication/299457179_Vigor_essential_element_for_seed_quality
- Navarro M, Febles G, Herrera RS. 2015. El vigor, elemento indispensable de la calidad de las semillas. *Rev. Cuba. Cienc. Agric*; [consultado 2017 ago 21]. 49(4):447–458. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193045908003>.
- Ridner E. 2006. Soja, propiedades nutricionales y su impacto en la salud. 1a ed. Buenos Aires (Argentina): Grupo Q S.A. 98 p.
- Santos da Silva C, Braga LO, Olivo M, Seus R. 2013. Desempenho de plantas isoladas de soja. *Biometria e qualidade fisiologica das sementes. Rev. FZVA*; [consultado 2017 ago 14]. 19(1):1-9. <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/viewFile/10305/9251>

- Scheeren BR, Peske ST, Braga LO, Barros ACA. 2010. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. *Rev. bras. Sementes*; [consultado 2017 ago 14]. 32(3):35-41. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v32n3/v32n3a04.pdf>
- Silva JB, Deléo TJ, Vieira RD. 2006. Desempenho de sementes de soja submetidas a diferentes potenciais osmóticos em polietilenoglicol. *Cienc. Rural*; [consultado 2017 sep 4]. 36(5):1634–1637. <http://www.scielo.br/pdf/cr/v36n5/a47v36n5.pdf>.
- Stolton S, Dudley N. 2014. El crecimiento de la soja: Impactos y soluciones. Gland (Suiza): WWF International. 95 p.
- Vanzolini S, Moreira Carvalho N. 2002. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho en campo. *Rev. bras. Sementes*; [consultado 2017 ago 28]. 24(1):33–41. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v24n1/v24n1a06.pdf>
- Ybran RG, Lacelli GA. 2016. Informe estadístico mercado de la soja [internet]. Argentina: INTA; [consultado 2017 ago 11]. <https://inta.gob.ar/documentos/informe-estadistico-del-mercado-de-la-soja>.