



## Prueba de conductividad eléctrica en la evaluación de la calidad fisiológica de semillas en berenjena (*Solanum melongena* L.)

Electrical conductivity test in the evaluation of physiological quality in seeds of eggplant (*Solanum melongena* L.)

H. Araméndiz-Tatis<sup>1,\*</sup>; C. Cardona-Ayala<sup>1</sup>; K. Alzate-Román<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas, Departamento de Ingeniería Agronómica y Desarrollo Rural, carrera 6 N°76 – 103, Montería, Colombia.

<sup>2</sup> Fedearroz, Programa Gremial de Asistencia Técnica, carrera 3 N°18-50, Magangué, Colombia.

Received April 29, 2017. Accepted September 10, 2017.

### Resumen

El objetivo fue evaluar el número de semillas y tiempo de imbibición a través de la conductividad eléctrica, para conocer el potencial fisiológico de semillas de berenjena. Se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2x5 (variedades CO015 y CO029), (cantidades de semillas de 50 y 100) y (tiempos de imbibición de 2, 4, 6, 8 y 10 horas); con cuatro repeticiones. La calidad fisiológica de las semillas para las condiciones iniciales arrojó porcentajes de germinación del 81,20 y 98,30 para siete y 14 días e índices de velocidad de emergencia con valores de 15,76 y 16,64 para los cultivares CO029 y CO015. En lo pertinente a la conductividad eléctrica, 100 semillas con seis horas es lo ideal para su aplicación. El análisis de regresión arrojó respuesta lineal para el cultivar CO029 con liberaciones de electrólitos de 0,32 y 0,48  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  por hora, respectivamente para 50 y 100 semillas; en tanto que el cultivar CO015, respuesta cúbica con respuesta lineal de 3,40 y 4,25  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  por hora y reducciones de -0,55 y -0,62  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  por hora, como reflejo del mayor deterioro de las semillas a cantidades de 50 y 100, respectivamente.

**Palabras clave:** Calidad de semilla; temperatura; humedad; número de semillas; vigor.

### Abstract

The objective was to evaluate the effect of seed number and imbibition time through the electrical conductivity test, to know the physiological potential of eggplant seeds. We used the completely randomized design with factorial arrangement 2x2x5 (varieties CO015 and CO029), (seed quantities of 50 and 100) and (imbibition times of 2, 4, 6, 8 and 10 hours); With four replicates. The results of the physiological quality of the seeds for the initial conditions yielded germination percentages of 81.20 and 98.30 for seven and 14 days and indexes of emergency speed with values of 15.76 and 16.64 for the cultivars CO029 and CO015, reflecting their low metabolic activity in storage. As regards electrical conductivity, the number of seeds for application is 100 with an imbibition time of six hours. Regression analysis yielded a linear response for cultivar CO029 with electrolyte releases of 0.32 and 0.48  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  per hour, respectively for 50 and 100 seeds; While the cultivar CO015, cubic response with linear response of 3.40 and 4.25  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  per hour and reductions of -0.55 and -0.62  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  per hour, reflecting the greater deterioration of the seeds to amounts of 50 and 100, respectively.

**Keywords:** Seed quality; temperature; humidity; number of seeds; vigor.

### 1. Introducción

La berenjena cuyo nombre científico es *Solanum melongena*, es originaria de la India y se debe a los árabes su difusión en Occidente. Los frutos de la *Solanum melongena* son bayas alargadas de pulpa

esponjosa y semillas de color amarillo y constituyen la principal especie hortícola cultivada en el Caribe húmedo colombiano (Araméndiz-Tatis *et al.*, 2013).

El área cultivada en el departamento de Córdoba en 2013 fue de 145 hectáreas,

\* Corresponding author

E-mail: haramendiz@hotmail.com (H. Araméndiz-Tatis).

© 2017 All rights reserved.

DOI: 10.17268/sci.agropecu.2017.03.05

equivalentes al 39,00% de la superficie cosechada a nivel nacional. Sin embargo, sus rendimientos son los más bajos del país con 4,6 t ha<sup>-1</sup>, siendo superado por Atlántico (30 t ha<sup>-1</sup>), Valle del Cauca (25,5 t ha<sup>-1</sup>), Sucre (10,6 t ha<sup>-1</sup>), Magdalena (9,5 t ha<sup>-1</sup>) y Bolívar (8,0 t ha<sup>-1</sup>), lo que reduce su competitividad en el mercado nacional y sus posibilidades de apuesta agrícola de exportación (Agronet, 2016) y una de las razones, es su mala calidad de semilla, ya que obtienen éstas de sus propios cultivos y son almacenadas bajo condiciones ambientales oscilatorias de temperatura ambiental (> 27 °C) y alta humedad relativa (85%) (Ruíz *et al.*, 2014), que inciden en el potencial fisiológico de la semilla, causando un impacto negativo en la calidad de las plántulas y por ende en la producción (Alves *et al.*, 2012)

El procedimiento convencional para el análisis de semillas de berenjena, tarda aproximadamente 14 días (Martins *et al.*, 2012; Zamariola *et al.*, 2014), el cual presenta limitaciones por no detectar variaciones entre lotes en el estado inicial de deterioro y no siempre revela diferencias de desempeño entre lotes durante el almacenamiento o en campo y de acuerdo a Caldeira *et al.* (2015), factores ambientales como altas o bajas temperaturas inciden en la velocidad de germinación y calidad de las plántulas.

Las evaluaciones relacionadas con relación a la calidad fisiológica de semillas de berenjena en nuestro país son escasas y ello es esencial en el control de calidad para predecir el comportamiento inicial en campo. La utilización de semillas de alta calidad fisiológica es un factor importante en el establecimiento de cualquier cultivo; por esta razón varias pruebas de valoración del vigor de las semillas son relevantes para las empresas que poseen laboratorios de semillas, con el fin de tener un mejor control de calidad de sus productos; dado que el vigor es un factor muy importante, sobre todo por el incremento de los costos de las mismas.

La calidad de la semilla es definida de acuerdo con Martins *et al.* (2012) como el

conjunto de características fisiológicas, genéticas, físicas y sanitarias que influyen en el establecimiento de un cultivo con plantas sanas, vigorosas, representativas del genotipo y libre de arvenses.

La prueba de conductividad eléctrica evalúa indirectamente el grado de estructuración de las membranas celulares, mediante la determinación de la cantidad de iones lixiviados en la solución de imbibición. Los iones lixiviados son inversamente proporcionales a la integridad de las membranas celulares y ha sido propuesta como un ensayo para evaluar el vigor de las semillas, considerando que semillas con bajo vigor generalmente presentan menor velocidad de restaurar la integridad de las membranas celulares. Esta prueba presenta la ventaja de no ser afectada por la dormancia, rapidez en los resultados, no demanda equipos costosos y personal altamente calificado y bajo costo, siendo capaz de identificar el deterioro de las semillas en su estado inicial (Silva *et al.*, 2013a).

El objetivo del presente trabajo fue adaptar la prueba de conductividad eléctrica como una metodología para conocer en el menor tiempo posible el potencial fisiológico de semillas de berenjena.

## 2. Materiales y métodos

Fueron utilizadas semillas de las variedades de berenjena CO015 y CO029, obtenidas en la cosecha de finales de 2013 y almacenadas en envase plástico de 2mm de espesor a 5 °C y humedad relativa del 55%, sin ningún tratamiento químico. Las variables de respuesta consideradas en la investigación fueron porcentaje de humedad, porcentaje de germinación, índice de velocidad de emergencia y número de plántulas normales. El porcentaje de humedad fue determinado por el método de la desecación en estufa a 105 °C por 17 horas (Besnier, 1989). Para ello, se tomaron dos submuestras de un gramo cada una empacadas en papel aluminio. Luego del tiempo determinado previamente, se tomó nuevamente el peso y mediante la fórmula siguiente, se calculó el

porcentaje de humedad ( $\%H = (w_i - w_f)/w_i$ , donde  $\%H$ : porcentaje de humedad de la semilla;  $w_i$ : peso inicial;  $w_f$ : peso final).

Para la prueba de germinación se utilizaron cinco repeticiones de 100 semillas cada una por cada variedad, plantadas sobre un sustrato esterilizado conformado por la mezcla aluvión - arena en la proporción 2:1 y saturación hídrica del 60%, en casa de vegetación a temperatura ambiental comprendida entre 27 °C y 32 °C y humedad relativa entre 64 y 89%, cuantificada durante los 14 días a las 9:00 a.m.

El porcentaje de germinación se determinó dividiendo el número total de plántulas germinadas entre el número total de semillas a los siete y 14 días.

El índice de velocidad de emergencia fue calculado a través de conteos diarios del número de plántulas normales emergidas, considerando como primer día aquél en que se observó la primera plántula emergida; el final del conteo fue a los 14 días después del establecimiento del experimento. El IVE se calculó de acuerdo a la propuesta de Martins *et al.* (2012). Como plántulas normales se calificaron aquellas que mostraron el potencial para continuar su desarrollo y dar origen a plantas sanas, cuando son transplantadas a suelos de buena calidad y bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y luz, es decir, plántulas intactas (Martins *et al.*, 2012; Zamariola *et al.*, 2014). En tanto que, como plántulas anormales se consideraron aquellas que no mostraron su potencial para continuar su desarrollo y dar origen a plantas normales, aun creciendo bajo condiciones favorables, es decir, plántulas deformadas y deterioradas

### Conductividad eléctrica

Para la prueba de conductividad eléctrica en las dos variedades de berenjena (CO015 y CO029); fueron estudiadas variaciones en el número de semillas (50 y 100) físicamente puras y con precisión de dos decimales (0,01 g) y tiempos de imbibición (2, 4, 6, 8 y 10 horas) en vasos plásticos de 200 ml con 75 ml de agua destilada a una

temperatura de 25 °C. Después de cada período de imbibición, la conductividad eléctrica de la solución fue medida a través de un conductímetro (HANNA; modelo H18733) y los valores medidos se expresados en  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  de semilla.

Para el estudio se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2x5 (dos variedades), (dos cantidades de semillas) y (cinco tiempos de imbibición); con cuatro repeticiones que equivalen a 20 tratamientos, que fueron analizados por el programa estadístico SAS. La comparación de medias en el supuesto caso de detectar diferencias significativas se hizo a través de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Así mismo, se realizaron análisis de regresión para cada cultivar con respecto a la conductividad eléctrica con relación al tiempo de imbibición.

## 3. Resultados y discusión

### Condiciones iniciales

La información concerniente al porcentaje de humedad de los cultivares arrojó valores de 9,40% y 9,60%, respectivamente para las variedades CO015 y CO029, los cuales fueron semejantes, lo que es muy importante en la realización de este tipo de pruebas, ya que la uniformidad del agua contribuye a resultados consistentes y favorables para el almacenamiento en empaques herméticos que conservan su calidad como lo señala Marcos – Filho (2015). Estos registros fueron ligeramente superiores a los reportados por Alves *et al.* (2012) y Franca *et al.* (2013), en berenjena, acotando que cuando se suceden rápidos o excesivos secados de la semilla, puede afectarse la calidad fisiológica de la misma.

El análisis de varianza para las condiciones iniciales de la calidad fisiológica de la semilla no permite observar diferencias en la calidad de semillas entre las variedades (Tabla 1). Se destaca que los porcentajes de germinación tanto a los siete días como a los 14 días, acusaron valores promedio de 81,20 y 98,30 %, respectivamente, reflejado en un 78,70 y 98,20 % de plántulas normales, coherentes con los repor-

tados por Lopes *et al.* (2013) y un índice de velocidad de emergencia de 16,20; superior al reportado por Alves *et al.* (2012) y Araméndiz-Tatis *et al.* (2013), cuyos valores oscilaron entre 1,29 y 14,0; lo que indica que dichas semillas provienen de cultivos que no hubo estrés por falta de agua cuyos exceso o falta incidiera en el crecimiento y desarrollo de la semilla como lo señalan Marcos Filho (2015).

En lo pertinente a los coeficientes de variación a excepción del porcentaje de germinación a los siete días y número de plantas normales a los siete días, que registraron valores cercanos al 20% debido a que su evaluación es muy sensible medir debido a que dicha semilla está cubierta de sustrato con ligeras variaciones en la profundidad de siembra; estos resultados son concordantes con los anotados por Lopes *et al.* (2013) y Franca *et al.* (2013); lo que permiten sacar conclusiones confiables.

De acuerdo con las condiciones iniciales, las semillas de las dos variedades poseen una buena calidad. Por lo tanto, la temperatura como la humedad de la semilla que son los principales factores determinantes en la calidad fisiológica de la semilla y en particular con el vigor, no afectaron a ésta durante su almacenamiento, debido a la baja actividad respiratoria y no ocurren reacciones que deterioren la semilla (Marcos Filho, 2015).

### Conductividad eléctrica

Los resultados del análisis de varianza para cuantificar el número de semillas necesarias para determinar la calidad fisiológica de la semilla a través de la conductividad eléctrica y el coeficiente de variación están consignado en la Tabla 2. Dicho análisis reveló confiabilidad en los resultados ya que dicho coeficiente resultó similar a los reportados por Silva *et al.* (2013b) en frijol e inferior a los encontrados en berenjena por Alves *et al.* (2012) y Lopes *et al.* (2013).

A nivel de cultivares se detectó diferencias altamente significativas (Tablas 2 y 3), lo que puede obedecer a una mayor cantidad de lixiviados del cultivar CO015, como consecuencia del deterioro de las membranas celulares, a causa de la humedad como fue evidenciado por Alves *et al.* (2012) en berenjena y Soleymani (2017) en cártamo e igualmente a su constitución genética como fue reportado por Sun *et al.* (2014) en maní y Szemruch *et al.* (2015) en girasol, quienes manifestaron que la germinación, vigor al igual que la velocidad de crecimiento de las plántulas está en función de la cantidad de ácidos grasos.

En lo pertinente a la cantidad de semillas se registró diferencias altamente significativas, ya que con 100 semillas se presentó un mayor valor de la conductividad eléctrica.

**Tabla 1**

Cuadros medios del ambiente de varianza de condiciones iniciales de la calidad de semilla de dos cultivares de berenjena y su respectiva prueba de media

Fuente de variación	G.L.	%G7	%G14	PN7	PN14	IVE
Variedad	1	211,60 <sup>ns</sup>	2,50 <sup>ns</sup>	280,90 <sup>ns</sup>	3,60 <sup>ns</sup>	1,93 <sup>ns</sup>
Error	8	229,00	3,70	231,65	3,75	5,78
Total	9	227,07	3,56	237,12	3,73	5,34
		81,20	98,30	78,70	98,20	16,20
C.V. (%)		18,63	1,95	19,33	1,97	18,84
Variedad						
CO015		85,80 a	97,80a	84,00a	97,60a	16,64a
CO029		76,60 a	98,80a	73,40a	98,80a	15,76a

G.L.= Grados de libertad, %G7= Porcentaje de germinación a los siete días; %G14= Porcentaje de germinación a los catorce días; PN7= Número de plántulas normales a los siete días; PN14= Número de plántulas normales a los siete días; IVE= Índice de velocidad de emergencia; valores medios con la misma letra no difieren entre si por la prueba de Tukey al 5%.

Ello se explica por la mayor liberación de exudados de los constituyentes celulares que con 50 semillas, dada la mayor cantidad de lixiviados en la solución sobre un mismo volumen de agua destilada (Tablas 2 y 3) como sostienen Alves *et al.* (2012), y poseen un menor vigor, como lo indica Soleymani (2017), siendo el principal componente de la calidad, seguido de la reducción de la germinación y pérdida de la viabilidad. Por lo tanto, 100 semillas deben considerarse una cantidad adecuada para evaluar dicha calidad fisiológica de semillas, lo que contrasta con Alves *et al.* (2012) quienes sugieren 25 semillas.

**Tabla 2**

Cuadros medios de la calidad fisiológica de la semilla a través de la conductividad eléctrica

Fuente de variación	G.L.	Cuadrado medio
Variedades	1	20,00**
Cantidad de semilla	1	1602,00**
Tiempo	4	32,43**
Variedad*Cantidad	1	0,45 <sup>NS</sup>
Variedad*Tiempo	4	1,37*
Cantidad*Tiempo	4	3,05**
Variedad*Cantidad*Tiempo	4	0,51 <sup>NS</sup>
Error	60	0,45
Total	79	22,72
$\bar{X}$		12,75
C.V. (%)		5,26

El tiempo de imbibición de las semillas registró diferencias altamente significativas (Tabla 2 y 4), indicando que este ejerce una gran influencia en la respuesta diferencial de los lixiviados de los constituyentes celulares de las semillas embebidas en el tiempo y que éstos se incrementan con las horas de imbibición y aumento de la temperatura, como fue evidenciado por Silva *et al.* (2013b) en fríjol, Alves *et al.* (2012) y Lopes *et al.* (2013) en berenjena. A partir de 6 h de imbibición (Tabla 4) se percibe un buen tiempo para realizar dicha prueba y consecuentemente una obtención más rápida de los resultados, ya que la

conductividad eléctrica mantuvo la misma tendencia hasta las 10 h de imbibición.

**Tabla 3**

Valores medios para variedades y cantidad de semilla en la determinación de la conductividad eléctrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) asociada a la calidad fisiológica de las semillas

	Característica	Valor medio
Variedades	CO015	13,25 a
	CO029	12,25 b
Cantidad de semillas	100	17,22 a
	50	8,27 b

Valores medios con la misma letra no difieren entre sí por la prueba de Tukey al 5%.

La interacción variedad por tiempo de imbibición arrojó diferencias significativas, como se aprecia en la Tabla 2, lo que resalta que los cultivares tienen un comportamiento diferencial en la conductividad eléctrica en función del tiempo de imbibición, con una tendencia creciente como se aprecia en la tablas 3 y 5 y concuerda con los registros de Alves *et al.* (2012) en berenjena y Silva *et al.* (2013b) en fríjol; a causa del deterioro de las membranas celulares, por la pérdida de lixiviados para el medio externo como los iones orgánicos ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mn}^{+2}$ ), así como azúcares, aminoácidos, ácidos grasos, proteínas y enzimas, lo que conduce a la reducción del vigor (Marcos Filho, 2015).

**Tabla 4**

Valores medios de conductividad eléctrica, C.E. ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) de semillas de dos cultivares de berenjena, sometidas a diferentes tiempos de imbibición

Tiempos de imbibición	C.E.
10	14,18 a
8	13,43 b
6	13,31 b
4	12,31 c
2	10,50 d

Valores medios con la misma letra no difieren entre sí por la prueba de Tukey al 5%.

**Tabla 5**

Valores medios de la comparación horizontal de la conductividad eléctrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) de la interacción variedad por tiempo de imbibición de semillas de dos cultivares de berenjena

Variedad	Tiempo (horas)				
	2	4	6	8	10
CO015	9,88a	11,88b	13,00c	12,50c	14,00d
CO029	11,12a	12,75b	13,62c	14,37c	14,37d

Valores medios con la misma letra no difieren entre si por la prueba de Tukey al 5%.

**Tabla 6**

Valores medios de la comparación horizontal de la conductividad eléctrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) de la interacción cantidad de semilla por tiempo de imbibición de semillas de dos cultivares de berenjena

Cantidad de semillas	Tiempo (horas)				
	2	4	6	8	10
50	6,75a	7,87b	8,75c	8,62c	9,37d
100	14,25a	16,75b	17,87c	18,25c	19,00d

Valores medios con la misma letra no difieren entre si por la prueba de Tukey al 5%.

**Tabla 7**

Ecuaciones de represión de la cantidad de semilla en función del tiempo de imbibición (horas) de dos cultivares de berenjena

Variable	N° de S.	Cultivar	Modelo	R <sup>2</sup>	C.V.
C. E.	50	CO029	$y = 6,75 + 0,32x$	0,78	6,23
	100		$y = 14,87 + 0,48x$	0,68	5,48
	50	CO015	$y = 1,35 + 3,40x - 0,55x^2 + 0,02x^3$	0,72	7,98
	100		$y = 7,15 + 4,25x - 0,62x^2 + 0,03x^3$	0,87	4,72

C.E.= conductividad eléctrica, N° de S= Número de semillas.

La interacción cantidad de semilla por tiempo arrojó diferencias altamente significativas (Tabla 2), resaltando que los valores de dicha conductividad no son constantes en función del tiempo de imbibición, señalando que, a mayor tiempo de imbibición, más cantidad de exudados en la solución, como se aprecia con los valores medio de la conductividad eléctrica en la tabla 6. En este orden de ideas, mayor cantidad de exudados en mismo volumen de agua concuerda con lo reportado por Roveri-José *et al.* (2001) y ello permite separar los lotes de semilla de acuerdo a su deterioro y confirma que seis horas de imbibición son suficientes para separar lotes en su calidad fisiológica.

Las ecuaciones de regresión para la conductividad eléctrica de las dos variedades y sus respectivas cantidades de semillas están consignadas en la Tabla 7. En dicha tabla se puede apreciar una respuesta diferencial de los cultivares entre sí, en cuanto a los modelos de regresión.

El modelo de regresión para el cultivar CO029 para 50 como 100 semillas arrojó una respuesta lineal significativa, con incrementos de 0,32 y 0,48  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  por hora, respectivamente, indicando que hay una liberación de creciente de azúcares, aminoácidos y electrolitos Para el cultivar CO015, el modelo de mejor ajuste resultó cubico y altamente significativo, registrándose un mayor deterioro, debido a una respuesta lineal de mayor pendiente por la cantidad de exudados liberados que registraron valores de 3,40 y 4,25  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  por hora, situación que puede obedecer a las diferencias genéticas de los cultivares. Resultados semejantes, fueron obtenidos por Silva *et al.* (2013b) en fríjol, quienes encontraron que a medida que tiende a incrementarse el tiempo de imbibición, ello permite diferencias la calidad fisiológica de lotes de semillas a causa del deterioro de las membranas celulares y el flujo de lixiviados al medio externo como lo sostienen Marcos Filho (2015).

#### 4. Conclusiones

Las semillas de los dos cultivares de berenjena CO015 y CO029, registraron buena calidad fisiológica de la semilla bajo condiciones iniciales con valores superiores al 97% para el porcentaje de germinación y número de plántulas normales a los 14 días e índice de velocidad de germinación superior a 15 plántulas por día. La conductividad eléctrica bajo condiciones del valle del Sinú, puede ser aplicada con 100 semillas con un periodo de imbibición de seis horas, en 75 ml de agua destilada a 25 °C. Se sugiere continuar este tipo de trabajo con lotes de semillas que registren una mala calidad fisiológica de semillas para corroborar dichos resultados.

#### Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a la Universidad de Córdoba, por la financiación del proyecto “Prueba de conductividad eléctrica en semillas de berenjena (*Solanum melongena* L.) sometida a diferentes períodos de imbibición”, a través de la convocatoria “Proyectos de investigación en menor cuantía para financiar trabajos de grado, 2015”.

#### Referencias bibliográficas

- Agronet, 2016. Sistema de Estadísticas Agropecuarias. <http://www.agronet.gov.co/>
- Alves, CH. Z.; Godoy, A.; Candido, A.; Oliveira, N. 2012. Teste de condutividade elétrica na avaliação do potencial fisiológico de sementes de berinjela. *Ciência Rural* 42(6): 975-980.
- Araméndiz-Tatis, H.; Cardona-Ayala, C.; Correa - Álvarez, E. 2013. Efecto de diferentes sustratos en la calidad de plántulas de berenjena (*Solanum melongena* L.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 7(1): 55-61.
- Besnier, R.F.1989. Semillas: biología y tecnología. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 489 pp.
- Caldeira, C.M.; Carvalho, M.L.; Oliveira, J.A.; Kataoka, V.; Freire, A. 2015. Reduced time for evaluation of the germination test for sunflower seeds. *Journal of Seed Science* 37(1): 70-75.
- Franca, L.V.; Croda, M.D.; Nascimento, W.M.; Freitas, R.A. 2013. Physiological quality of eggplant seeds with different extraction and drying methods. *Journal of Seed Science* 35(1): 51-55.
- Lopes, M.M.; Silva, C.B.; Vieira, R.D. 2013. Physiological potential of eggplant seeds. *Journal of Seed Science* 35(2): 225-230.
- Marcos - Filho, J. 2015. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Editor FEALQ. Londrina – Paraná.
- Martins, D.C.; Vilela, F.K.; Guimaraes, R.M.; Gomes, L.A.; Da Silva, P.A. 2012. Physiological maturity of eggplant seeds, *Revista Brasileira de Sementes* 34(4): 534 - 540
- Roveri-José, S.C.B.; Carvalho, M.L.M.; Rodrigues, R. 2001. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.). *Revista Brasileira de Sementes* 23(1):55-61.
- Ruiz, A.; Torres, A.; Araméndiz-Tatis, H.; Cardona-Ayala, C. 2014. Efecto del almacenamiento sobre la calidad fisiológica de la semilla de moringa (*Moringa oleifera* Lam) en el valle del Sinú. XLIV Congreso Anual de Comalfi, septiembre 24-26, Montería – Colombia.
- Silva, R.; Grzybowski, C.R.S.; Franca-Neto, J.B.; Panobianco, M.2013a. Adaptation of the tetrazolium test for assessment of sunflower seed viability and vigor. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 48(1): 105-113.
- Silva, S.S.; Vieira, R.D.; Grzybowski, C.R.; Carvalho, T.C.; Panobianco, M. 2013b. Electrical conductivity of different common bean seeds genotypes. *Journal of Seed Science* 35(2): 216-224.
- Soleymani, A. 2017. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed vigor tests for the prediction of field emergence. *Industrial Crops and Products* (in press) <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.03.022>.
- Sun, M.; Spears, J.F.; Isleib, T.G.; Jordan, D.L.; Penny, B.; Johnson, D.; Copeland, S. 2014. Effect of production environment on seed quality of normal and high-oleate large seeded Virginia-type peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Peanut Sci.* 41(2): 90-99.
- Szemruch, C.; Longo, O.; Ferrari, L.; Renteria, S.; Murcia, M.; Cantamutto, M.; Rondanini, D. 2015. Ranges of Vigor Based on the Electrical Conductivity Test in Dehulled Sunflower Seeds. *Research Journal of Seed Science* 8(1): 12-21.
- Zamariola, N.; Oliveira, J.A.; Gomes, L.A.; Jacome, M.; Reis, L. 2014. Effect of drying, pelliculation and storage on the physiological quality of eggplant seeds. *Journal of Seed Science* 36(2): 240-245.