

Calidad fisiológica de la semilla de maíz, bajo el efecto del desespigue y diferentes densidades de población

Physiological quality of corn seed under the effect of detasseling and different population densities

Humberto de Jesús Moreno-Solano^{1*}, Leila Minea Vásquez-Siller¹,
Leopoldo Arce-González², María Cristina Vega-Sánchez³

Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas¹. E-mail: zeuz_beto@hotmail.com (*Autor responsable),
Departamento de Botánica², Departamento de Fitomejoramiento³. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Calzada Antonio Narro 1923. CP 25315. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

RESUMEN

Las semillas de maíz engloban un conjunto de cualidades fisiológicas deseables que les permiten establecerse en campo con plántulas sanas y vigorosas. Para evaluar la calidad fisiológica de semillas de maíz en germinación y vigor, bajo el efecto de la práctica del desespigue (aplicación y sin aplicación), con diferentes densidades de población (40,000, 50,000 y 60,000 plantas/ha), se midieron las variables siguientes: plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA), semillas sin germinar (SSG), longitud media de plúmula (LMP) y longitud media de radícula (LMR). Se realizó un análisis estadístico de acuerdo con el experimento establecido y se observaron diferencias significativas entre la aplicación o ausencia de desespigue ($P=0.0715$), ni entre las tres densidades de población que se estudiaron ($P=0.5407$) en todas las variables, ni en la interacción estimada ($P=0.3476$); sin embargo, se observó que en la variable PN la práctica del desespigue mejora la calidad de la semilla, ya que se obtuvo 97.33% de plántulas normales. Para la interacción, se observó que el mayor porcentaje de plántulas normales bajo la práctica del desespigue se encuentra en la densidad de 50,000 plantas por hectárea, con 99%. Dicha tendencia se constata con los resultados de correlación múltiple, en los que se observó que en las semillas de lote sin desespigar hubo una correlación significativa y negativa en la interacción de las variables PN y PA ($r=-0.8868^{**}$), en lo que respecta a la capacidad de germinación, mientras que la correlación entre las variables PA y LMP fue significativamente positiva ($r=0.6272^{*}$) respecto al vigor. En las semillas del lote sin desespigar se observó correlación significativa y negativa entre la variable PN y la variable SSG ($r=-0.8345^{**}$) donde se ve reflejada la capacidad de germinación, y también entre la variable LMP con la variable LMR ($r=0.8321^{**}$) donde se refleja el vigor. La capacidad de germinación y el vigor que se determinó en las semillas de la variedad VS - 201, se considera de buena calidad fisiológica.

Palabras clave: capacidad de germinación, vigor, *Zea mays* L.

ABSTRACT

The physiological quality of corn seeds, includes a set of desirable qualities that allow you to settle in field with healthy and vigorous seedlings. The physiological quality of maize seeds germination and vigor under the effect of the practice of detasseling (application without application) and different population densities (40,000, 50,000 and 60,000 plants/ha) was evaluated. By measuring the variables of normal seedlings (PN), abnormal seedlings (PA), seeds without germinating (GSS), average length plumule (LMP) and average length of radicle (LMR). A statistical analysis according to established experiment was performed. No significant differences between the application or absence of desespigue ($P=0.0715$) and between the three population densities studied ($P=0.5407$) in all the variables analyzed, or the estimated interaction ($P=0.3476$) were observed, however, it was observed that in the PN variable in practice detasseling showed trends in the detasseling improves the quality of the seed, the one obtained 97.33% of normal seedlings. For interaction it was observed that the highest percentage of normal seedlings is plants per hectare in the density of 50,000, under practice detasseling with 99%. This trend is observed with the results of multiple correlation, in which, we note that seeds detassel batch without significant negative correlation was found in the interaction of the PN and PA variables ($r=-0.8868^{**}$), reflecting the germination capacity while the correlation between variables and LMP PA was significant and positive ($r=0.6272^{*}$) where the force is reflected. The seeds of the lot without detassel, significant negative correlation was observed between the PN variable and the GSS ($r=-0.8345^{**}$) variable that reflected the germination capacity and also between the LMP variable with the LMR variable ($r=0.8321^{**}$) where we see reflected the vigor of the seeds. The germination capacity and certain vigor in the seeds of the variety VS - 201 is considered within the percentages of germination and vigor as good physiological quality.

Key words: germination capacity, vigor, *Zea mays* L.

INTRODUCCIÓN

El maíz es una de las plantas domesticadas más importantes; su origen y evolución ha sido un misterio, pues en la actualidad es un cultivo altamente evolucionado, sin que se conozcan sus formas intermedias (Austrias, 2004).

En México, el maíz es uno de los cultivos de mayor importancia desde el punto de vista alimentario, ambiental, económico y social. Por lo que poco más del 47.2% de la superficie agrícola se siembra con este grano, cuya producción es de 22 millones 69 mil 254 toneladas (SIAP, 2013).

Una semilla de calidad es altamente viable, es decir, susceptible de desarrollar una plántula normal, aun bajo condiciones ambientales no ideales, tal como puede ocurrir en el campo, por lo que debe tener propiedades que aseguren su germinación bajo condiciones agroclimáticas (Perreti, 1994).

El concepto de calidad en semillas se refiere a un conjunto de cualidades deseables que debe poseer, para que pueda lograr un buen establecimiento en campo con plantas vigorosas, sanas y representativas de la variedad de que se trate. La calidad de semillas se refiere a atributos tales como: germinación, vigor, sanidad y pureza física y varietal (Quiros y Carrillo, 2004).

Por su parte, Douglas (1982) menciona que la calidad de la semilla es importante, ya que es esencial para la supervivencia de la humanidad y en ella se resguarda el más alto potencial genético que los científicos pudieran llegar a desarrollar. La semilla no solamente es algo que los agricultores siembran, sino que es también la portadora del potencial genético que permite obtener una mayor producción.

Moreno (1996) considera que la calidad fisiológica es un valor comercial por ser el principal atributo a evaluar, ya que consiste en la capacidad de la semilla para germinar y producir una plántula normal.

La calidad fisiológica de una semilla incluye a los atributos de viabilidad, capacidad de germinación y vigor, por lo que es importante que cuente con la capacidad de reproducir una planta para lograr su establecimiento en campo y obtener rendimientos de forraje o grano (Bustamante, 1995).

Por lo anteriormente descrito, en este trabajo se determinó la calidad fisiológica de las semillas de maíz que se produjeron bajo el efecto de la práctica de desespigado y ausencia de éste, a diferentes densidades de población.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de ensayo de semillas MSc Leticia Bustamante García, del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el cual se encuentra localizado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, en las coordenadas geográficas 25° 21' 13" latitud norte y 101° 1' 56" longitud oeste, con una elevación de 1,742 msnm.

La semilla utilizada fue la variedad sintética VS-201, que se estableció en el ciclo agrícola primavera-verano de 2015. La cosecha se realizó bajo los efectos de desespigado y ausencia de éste, y de las diferentes densidades de población, que fueron de: 40,000, 50,000 y 60,000 plantas por hectárea.

Para el experimento se establecieron ensayos de germinación, que se evaluaron mediante una prueba estándar descrita por ISTA (2004) con algunas modificaciones, las cuales consistieron en aplicar cuatro repeticiones de 25 semillas que se colocaron en toallas de papel Anchor humedecidas con agua destilada que se enrollaron en forma de taco, para luego colocarlas al azar de a cuatro por bola y mantenerlas en una cámara de germinación durante siete días, a una temperatura de 25° C.

Una vez establecidos los ensayos de germinación, se realizaron dos evaluaciones: la primera al cuarto día (primer conteo) para contabilizar el número de PN, y la segunda a los siete días, para contabilizar el número de PN, PA y SSG (ISTA, 2004).

Las PN se obtuvieron del número de plántulas normales de los dos conteos, las PA del número de plántulas anormales, y las SG del total de semillas que no germinaron durante todo el ensayo. En todos los casos, el resultado se expresó en porcentaje (ISTA, 2004).

En este estudio también se midió la LMP, que se obtuvo al medir la longitud de la plúmula de las plántulas normales del ensayo. La LMR, al igual que la LMP, se obtuvo al medir la longitud de la radícula de las plántulas normales del ensayo de germinación, de acuerdo con la técnica aplicada por Perry (1987) citado por Mora *et al.* (2013). El resultado en ambos casos se expresó en centímetros.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial y cuatro repeticiones. Los dos factores o efectos principales estudiados fueron: el Factor A, que corresponde a la práctica del desespigado y sin desespigar, y el Factor B, que correspon-

de a las diferentes densidades de población: 40,000, 50, 000 y 60,000 plantas por hectárea.

Se realizó un análisis de varianza para las variables estudiadas. Los datos se procesaron en el paquete estadístico Statistical Analysis System versión 9.4 (SAS, 2004), y la comparación de medias, a través de la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$). Posteriormente se realizó un análisis de correlación con la prueba de Pearson en los lotes, en cada una de las variables, para así estudiar la asociación entre ellas. Además, se realizó un análisis de regresión para determinar la asociación entre las variables que resultaron significativas en el análisis de correlación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza y comparación de medias indicaron que, para el factor práctica –que incluye el desespigado y el sin desespigar así como su interacción– no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables estudiadas; en cuanto a la calidad fisiológica de la semilla, se pudo observar que los resultados de la práctica del desespigado tienden a ser mejores en cuanto al porcentaje de plántulas normales, aunque estadísticamente no haya diferencia (Figura 1), (Cuadro 1). Posiblemente los resultados hubieran tenido diferencia significativa si se hubieran utilizado genotipos diferentes, ya que Ruiz *et al.* (2012) asocian genotipos como Jagüey y una población precoz, los cuales son poblaciones de maíz criollo con variación en su capacidad de ger-

minación, que fueron de 89.22% y 92.40%, respectivamente.

Los anteriores resultados indican que este tipo de práctica, bajo las condiciones experimentadas, no tiene efectos contrastantes en la calidad fisiológica de la semilla de maíz de la variedad VS-201. Cabe hacer notar que los resultados de la práctica del desespigado tendieron a ser mejores, lo cual puede ser un indicio de que, al momento de la eliminación de las espigas inmaduras de maíz, los metabolitos destinados al desarrollo de los granos de polen fueron canalizados hacia la formación del grano, y al no haber espigas masculinas, hubo más intercepción de luz por las hojas superiores, lo que permitió el aumento en la producción y calidad del grano, como lo observó Hunter *et al.* (1969).

Para el factor densidades, tampoco se registraron diferencias significativas en ninguna de las variables evaluadas, aunque se pudo observar que existe una variabilidad con los porcentajes indicados entre las tres densidades de población de plantas, de las cuales destacó la de 50,000 plantas ha^{-1} , con un porcentaje máximo de plántulas normales del 97% (Figura 2), (Cuadro 1). Los porcentajes de plántulas normales determinadas en las tres poblaciones indicaron que la siembra de maíz de la variedad VS-201 no fue afectada, en ninguna de las tres poblaciones experimentadas, en su calidad fisiológica asociada a la germinación por efectos de competencia, ya que tales porcentajes se ubicaron en los rangos de germinación de muy buena calidad: por arriba del 90%,

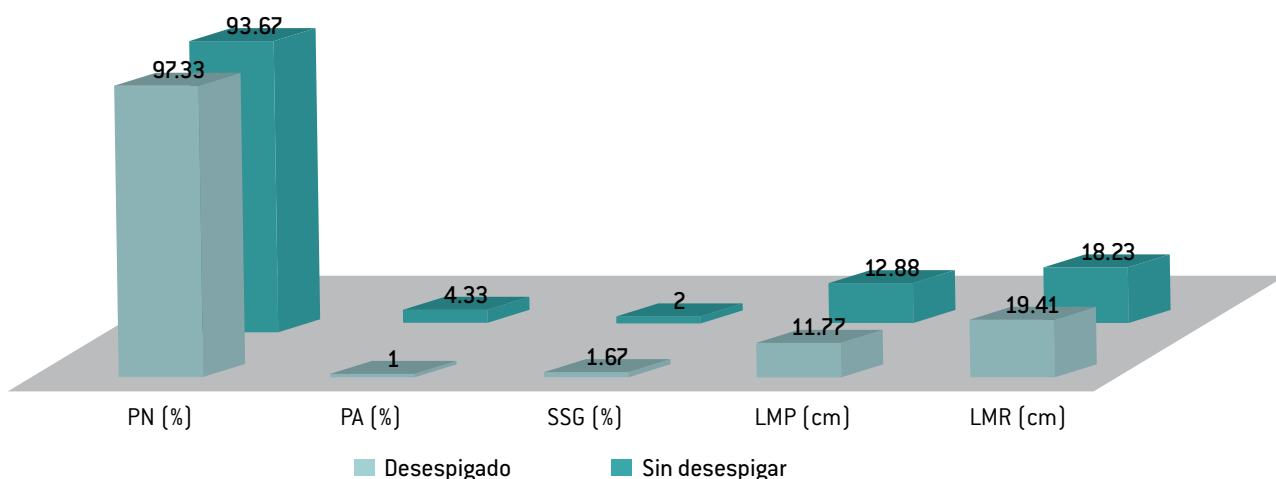


Figura 1.

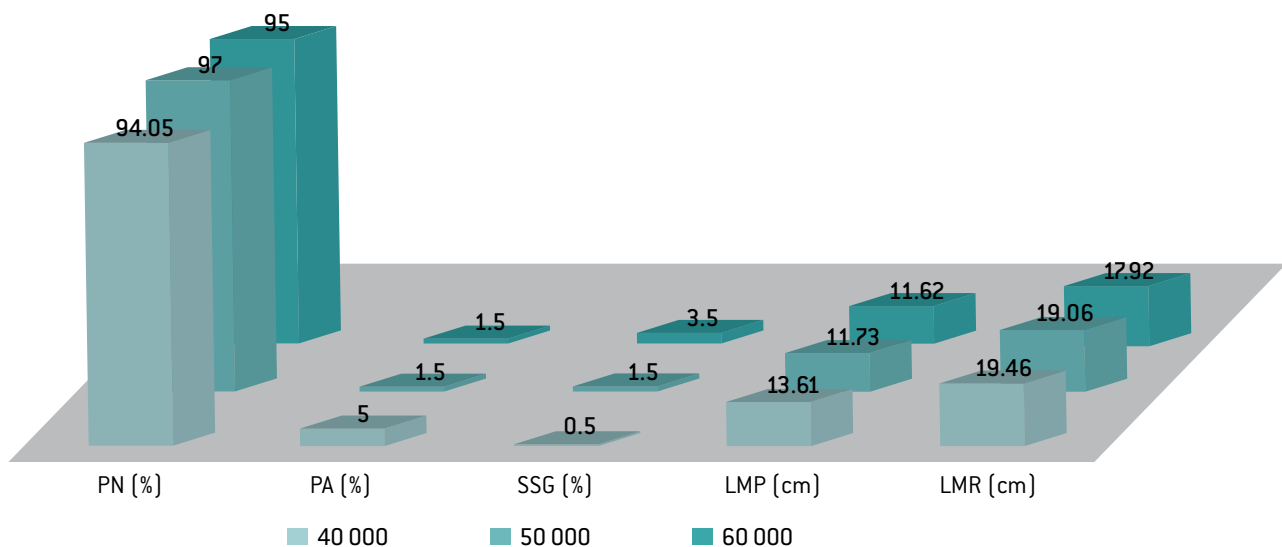


Figura 2.

Cuadro 1. Comparación de medias de las variables evaluadas en el experimento de laboratorio, para el análisis de la calidad fisiológica de la semilla obtenida del experimento de campo (UAAAN, 2015).

Factores	PN (%)	PA (%)	SSG (%)	LMP (cm)	LMR (cm)
Práctica					
Desespigado	97.33 a	1.00 a	1.67 a	11.77 a	19.41 a
Sin desespigar	93.67 a	4.33 a	2.00 a	12.88 a	18.23 a
DMS	4.022	3.382	2.177	1.964	1.943
Densidades					
40,000	94.50 a	5.00 a	0.50 a	13.61 a	19.46 a
50,000	97.00 a	1.50 a	1.50 a	11.73 a	19.06 a
60,000	95.00 a	1.50 a	3.50 a	11.62 a	17.92 a
DMS	5.985	5.032	3.239	2.922	2.891

Tukey 5%, Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes. PN = Plántulas normales; PA = Plántulas anormales; SSG = Semillas sin germinar; LMP = Longitud media de plúmula; LMR = Longitud media de radícula.

cuando ISTA (2004) menciona que 85% de plántulas normales en un ensayo de germinación es sinónimo de buena calidad en las semillas. Del mismo modo, para la interacción de los factores: práctica y densidades de población, no se encontraron diferencias significativas entre las variables estudiadas en este experimento; sin embargo, se observó el mejor porcentaje de plántulas normales en la interacción desespigado con densidad de población de 50,000 plan-

tas/ha, ya que se obtuvo 99% de plántulas normales (Figura 3).

En cuanto al análisis de correlación en las variables estudiadas contrastadas entre sí mismas en el experimento de laboratorio, al analizar el caso en el que no se llevó a cabo la aplicación del desespigue, se observó que existe correlación únicamente en dos interacciones.

La variable PN se correlacionó negativamente con la variable PA ($r = -0.8868^{**}$), mientras que la va-

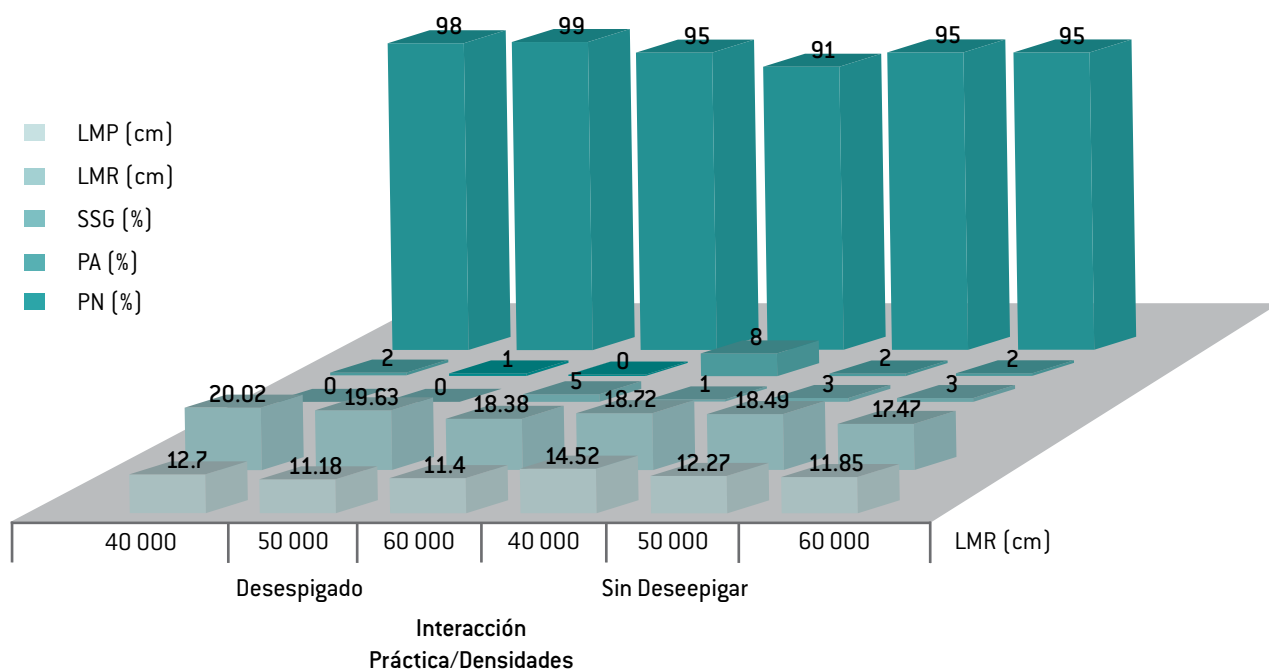


Figura 3.

Cuadro 2. Coeficientes de correlación de la práctica sin desespigar y las diferentes densidades de población de las variables evaluadas en el experimento de laboratorio, para el estudio de la calidad fisiológica de las semillas.

Variables	PN	PA	SSG	LMP	LMR
PN					
PA	-0.8868 **				
SSG	-0.3269	-0.1466			
LMP	-0.5065	0.6272 *	-0.1984		
LMR	0.4310	-0.4605	0.0191	-0.2689	

*, ** Niveles de significancia al 0.05 y al 0.01; PN = Plántulas normales; PA = Plántulas anormales; SSG = Semillas sin germinar; LMP = Longitud media de plúmula y LMR = Longitud media de radícula.

riable PA con la variable LMP ($r = 0.6272^*$) se correlacionó positivamente (Cuadro 2). En la Figura 4 se puede observar gráficamente el análisis de regresión de la interacción de la variable PN con la variable PA, el cual nos indica que, al aumentar el porcentaje de las plántulas normales, el de las plántulas anormales tiende a disminuir, lo que se deduce como un indicativo de la capacidad de germinación de las semillas. La Figura 5 representa el comportamiento de la

variable PA con respecto a la variable LMP, el cual expresa que a medida que aumenta el porcentaje de plántulas anormales, la longitud media de la plúmula se reduce, lo que hace evidente la capacidad de germinación de la variedad VS-201 como característica de su calidad fisiológica.

Por otra parte, al analizar el caso en el que se llevó a cabo la aplicación del desespigue, se observó que existe correlación en dos interacciones: en la que la variable

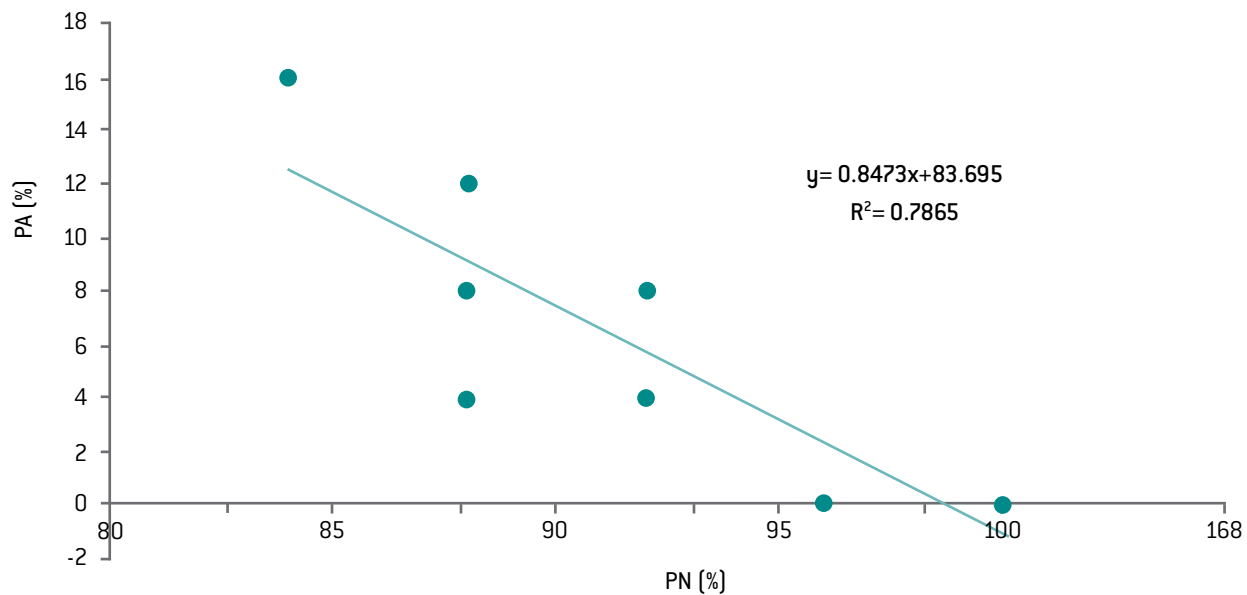


Figura 4.

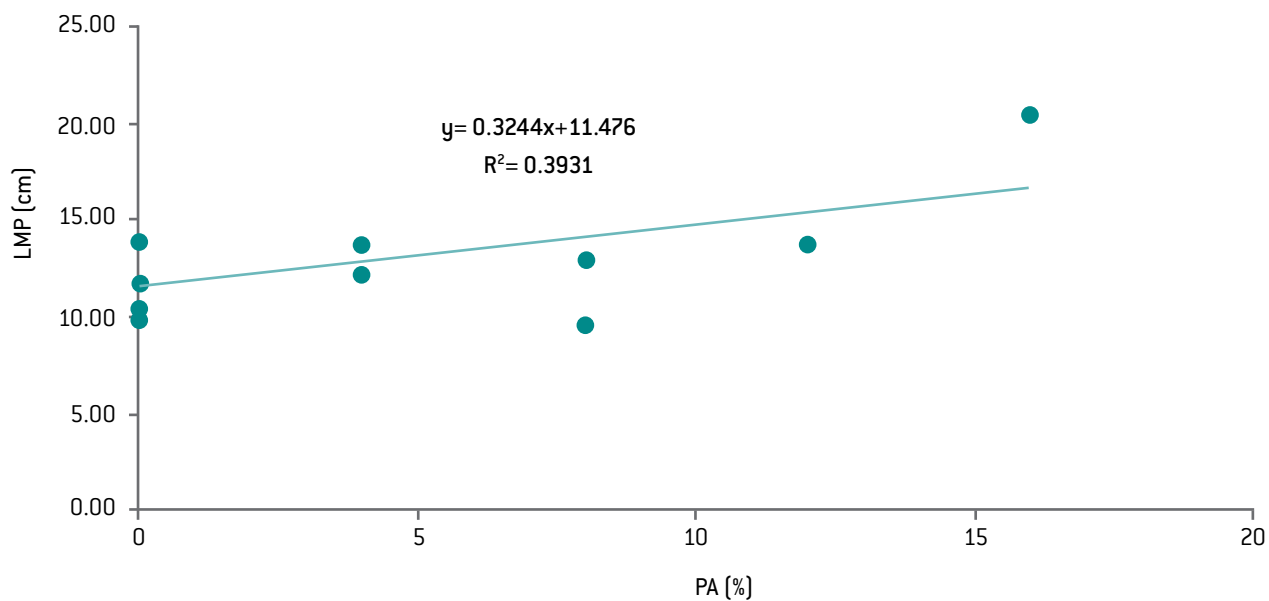


Figura 5.

PN se correlacionó de forma negativa con la variable SSG ($r = -0.8345^{**}$), y en la que la variable LMP lo hizo de manera positiva con la variable LMR ($r = 0.8321^{**}$) (Cuadro 3). En él se puede observar gráficamente el análisis de regresión de la interacción entre la variable PN con respecto a la variable SSG, el cual indica que, al aumentar el porcentaje de plántulas normales, el de semillas sin germinar disminuye. En la Figura 6 se puede

observar la capacidad de la germinación que tiene este material, ya que cuando se realiza el desespigue hay mayor porcentaje de germinación; por otra parte, la interacción entre las variables LMP y LMR expresa que a medida que aumenta la longitud media de la plúmula, se observa un aumento en la longitud media de la radícula, el cual se traduce en un crecimiento proporcional de la radícula y la plúmula (Figura 7).

Cuadro 3. Coeficientes de correlación de la práctica desespigado y las diferentes densidades de población, de las variables evaluadas en el experimento de laboratorio, para el estudio de la calidad fisiológica de las semillas.

Variables	PN	PA	SSG	LMP	LMR
PN					
PA	- 0.2582				
SSG	- 0.8345 **	- 0.3168			
LMP	- 0.3264	0.1696	0.2237		
LMR	- 0.0145	0.0855	- 0.0344	0.8321 **	

*, ** Niveles de significancia al 0.05 y al 0.01; PN = Plántulas normales; PA = Plántulas anormales; SSG = Semillas sin germinar; LMP = Longitud media de plúmula y LMR = Longitud media de radícula.

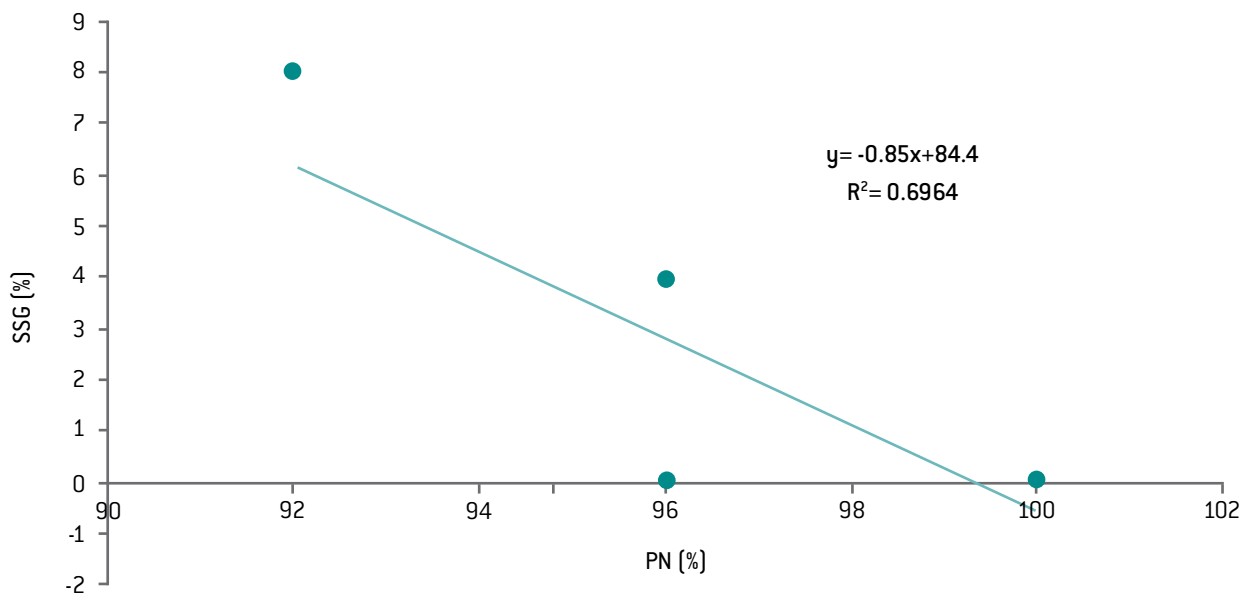


Figura 6.

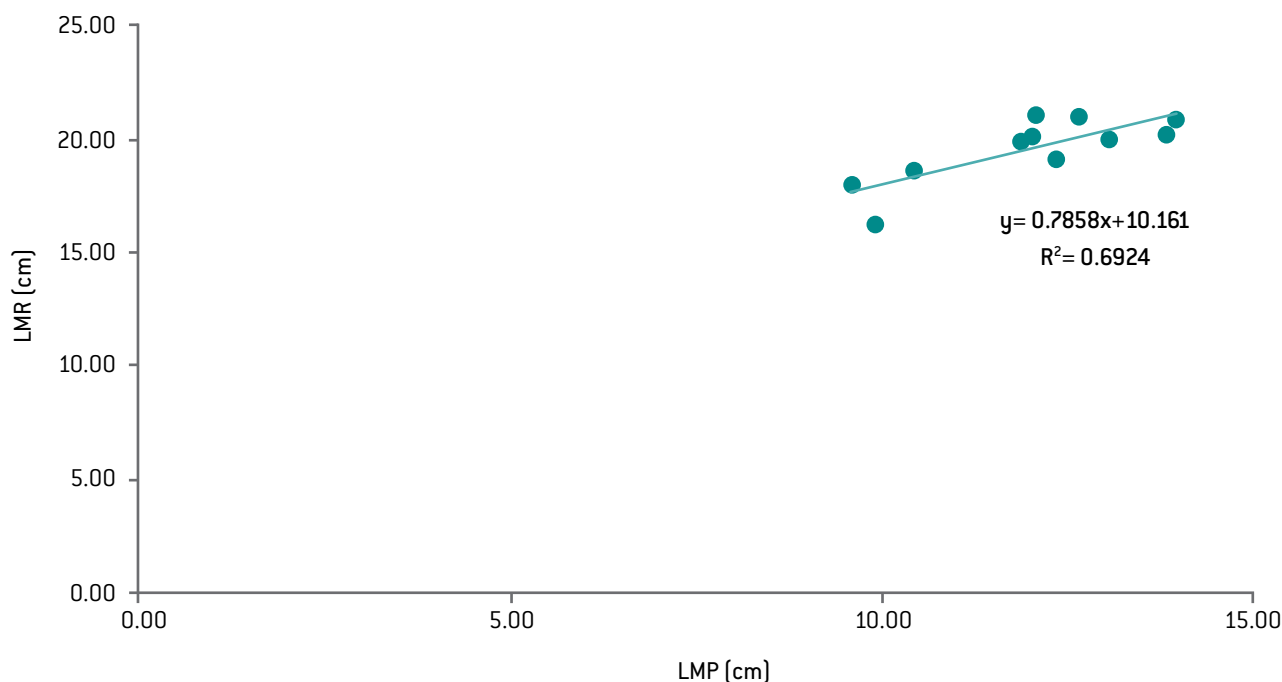


Figura 7.

CONCLUSIONES

La calidad fisiológica de la semilla de maíz de la variedad VS-201 no se vio afectada por el efecto de la práctica del desespigue, ni al ser sometida a competencia entre plantas, bajo las densidades de población de 40,000, 50,000 y 60,000 plantas/ha.

Los resultados de germinación y vigor de la semilla que se analizó indicaron que su calidad fisiológica es apta para la siembra.

LITERATURA CITADA

- AUSTRIAS, M.A. 2004. Maíz: de alimento sagrado a negocio del hombre. Ed. Acción ecológica. Quito, Ecuador. 111 p.
- BUSTAMANTE, G. L. A. 1995. Pruebas de germinación y vigor en semillas y sus aplicaciones. Curso de actualización sobre tecnología de semillas. Memoria. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- DOUGLAS, J. E. 1982. Programa de semillas. Guía de planeación y manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Serie CIAT. 82. Cali, Colombia, pp. 1, 123-163.
- HUNTER, R. B., Daynard, T. B., Hume, D. J., Tanner, J. W., Curtis, J. D. & Kannennbere, I. W. (1969). Effect of tassel removal on grain yield of corn. *Crop Sci.* 9: 405-406.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). 2004. International Rules for Seed Testing. Ed. 2004. Bassersdorf, CH-Switzerland. 700 p.
- MORA, M. E., Torres, T. M. A., Zamora, V. V. M., Espinoza, V. J. y Facio, P. F. 2013. Capacidad de germinación de semillas y vigor de plántulas en familias de maíz poliembriónico y de alto contenido de aceite. *Revista Agraria* 10(1): 19-26.
- MORENO, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ª edición. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F. 393 p.
- PERRETI, A. 1994. Manual para el análisis de semillas. INTA. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 281 p.
- QUIROS, O. W. y A. O. Carrillo. 2004. La importancia del insumo de semilla de buena calidad. Oficina Nacional de Semillas. Publicación informativa. Costa Rica. 7 p.
- RUIZ, T. N. A., Rincón, S. F., Bautista, M. V. M., Martínez, R. J. M., Burciaga, D. H. C. y Olvera, E. M. 2012. Calidad fisiológica de semilla en dos poblaciones de maíz criollo mejorado. *Revista Agraria* 9 (2): 43-48.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS INSTITUTE INC. 2004. SAS/STAT 9.4 User's Guide Cary, NC: sas Institute Inc. USA. 5121 p.
- SISTEMA DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (SIAP). 2013. Anuario estadístico de la producción agrícola 2008 (en línea). Consultado 10 de diciembre 2015. Disponible en [http:// www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx).