



Abanico Boletín Técnico. Enero-Diciembre, 2023; 2:1-12.

Artículo de Investigación. Clave: e2023-24.

Efecto de dos densidades de siembra en variables fisiológicas de semilla de variedades de soya

Alcalá Rico Juan^{1*}, Maldonado Moreno Nicolás¹, Ascencio Luciano Guillermo¹, Barrón Bravo Oscar¹, Escobar Enríquez David²

¹Campo Experimental las Huastecas-INIFAP. Carr. Tampico-Mante Km. 55, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas. ²Instituto Tecnológico de Altamira, Carretera Tampico-Mante km 24.5, Altamira, Tamaulipas.
*Autor responsable: alcalajuan@inifap.gob.mx

RESUMEN

La soya como alimento económicamente importante, a nivel mundial es la principal fuente de proteína y aceite vegetal. A pesar de la relevancia del cultivo, México no es autosuficiente por lo que se tienen que realizar grandes importaciones para satisfacer las necesidades. Además del mejoramiento genético y del correcto manejo agronómico del cultivo es necesario tomar en cuenta la calidad de la semilla para el éxito de un cultivo, lo cual permitirá incrementar los rendimientos. Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de dos densidades de siembra en características relacionadas con la calidad fisiológica de semilla de distintas variedades de soya. Se utilizó semilla cosechada de cinco variedades de soya (Huasteca 100, Huasteca 200, Huasteca 300, Huasteca 400 y Tamesí) las cuales fueron establecidas a dos densidades de siembra (baja con 131,600 plantas ha⁻¹ y alta con 250,000 plantas ha⁻¹). La semilla obtenida se sometió a pruebas fisiológicas como la velocidad de emergencia, plántulas normales, anormales, semilla muerta, Longitud de la parte aérea y longitud de raíz. La Huasteca 300 sobresalió en las variables velocidad de germinación a alta densidad (0.85) y en porcentaje de plántulas normales bajo ambas densidades (95%). Así mismo, esta variedad y la Huasteca 400 no presentaron semilla muerta bajo ningún sistema de densidad de siembra. Por otro lado, la Huasteca 200 fue superior al resto de variedades en la longitud de la parte aérea en alta densidad (16.2 cm) y longitud de raíz en baja densidad (8.4 cm). La Huasteca 100 destacó al no presentar plántulas anormales en alta densidad. A pesar de la expresión diferente de las variedades en los dos niveles de densidad, cada variedad mantuvo una estrecha relación. En conclusión, las densidades de siembra influyen de manera distinta en las variedades con respecto a la calidad fisiológica de semilla de soya.

Palabras clave: variedades, *Glycine max*, emergencia, desarrollo de plántula.

ABSTRACT

Soybean as an economically important food, worldwide is the main source of protein and vegetable oil. Despite the relevance of the crop, Mexico is not self-sufficient, so large imports have to be made to meet the needs. In addition to genetic improvement and correct agronomic management of the crop, it is necessary to take into account the quality of the seed for the success of a crop, which will increase yields. Therefore, the objective of the present investigation was to determine the effect of two sowing densities on characteristics related to the physiological quality of seed of different soybean varieties. Seed harvested from five soybean varieties (Huasteca 100, Huasteca 200, Huasteca 300, Huasteca 400 and Tamesí) was used, which were established at two planting densities (low with 131,600 plants ha⁻¹ and high with 250,000 plants ha⁻¹). The seed obtained was subjected to physiological tests such as speed of emergence, normal



seedlings, abnormal seedlings, dead seed, length of the aerial part and root length. Huasteca 300 excelled in the variables germination speed at high density (0.85) and in percentage of normal seedlings under both densities (95%). Likewise, this variety and Huasteca 400 did not show dead seed under any planting density system. On the other hand, Huasteca 200 was superior to the rest of the varieties in the length of the aerial part at high density (16.2 cm) and root length at low density (8.4 cm). Huasteca 100 stood out because it did not present abnormal seedlings at high density. Despite the different expression of the varieties at the two density levels, each variety maintained a close relationship. In conclusion, planting densities influence varieties differently with respect to physiological quality of soybean seed.

Keywords: varieties, *Glycine max*, emergence, seedling development.

INTRODUCCIÓN

La soya [*Glycine max* (L.) Merr.] en todo el mundo es la principal fuente de proteína de alta calidad para el ganado y aceite para uso industrial, así como componente de la dieta humana (Diers *et al.*, 2018; Anderson *et al.*, 2019). En el 2020 en México se produjeron 246 mil toneladas de una superficie de 165.5 mil hectáreas, donde los principales estados productores fueron Campeche, seguido de Veracruz, Sinaloa y Tamaulipas con 91.9, 29.7, 24.8 y 24.7 mil toneladas respectivamente (SIAP, 2023). A pesar de la producción obtenida fue necesario importar 6 millones de toneladas (USDA, 2023). Esto indica que solo se produce el 4.1% de lo que se consume, por lo que para satisfacer las necesidades de nuestro país se requieren 6.3 millones de toneladas de soya. Una alternativa para reducir las importaciones es incrementando la producción a través del mejoramiento genético y del manejo agronómico. El mejoramiento genético de la soya se ha logrado a través del cruzamiento de líneas homocigotas seleccionadas, derivando poblaciones segregantes mediante la autofecundación para el desarrollo de líneas replicables, las cuales se evalúan por varios años para su selección (Bernardo, 2002). En el Campo Experimental Las Huastecas del INIFAP se desarrolla un programa de mejoramiento genético de soya con la finalidad de desarrollar nuevas variedades con mayor potencial de rendimiento, baja sensibilidad al fotoperiodo corto lo cual garantiza un crecimiento de planta adecuado, con coincidencia de la etapa reproductiva en la época de mayor probabilidad de lluvias, periodo de llenado de grano largo y adaptación a las condiciones climatológicas del trópico del México (Maldonado y Ascencio, 2010; Maldonado y Ascencio, 2012). Por otro lado, el manejo agronómico es importante para que los genotipos mejorados de cualquier cultivo o secuencia de cultivos puedan expresar su rendimiento potencial (Singh *et al.*, 2014). En este aspecto la densidad de siembra es una de las principales prácticas de manejo que influye en el rendimiento, así mismo existe un valor de densidad en el cual se produce el máximo rendimiento y se conoce como densidad óptima (Cerliani *et al.*, 2018). Para llegar a obtener este valor es necesario evaluar distintos genotipos bajo diferentes valores de densidad. En los programas de mejoramiento de cultivos se evalúan genotipos en distintos ambientes para probar su comportamiento en todos los entornos y seleccionar los mejores genotipos en entornos específicos (Li *et al.*, 2020). Además del rendimiento también es importante la calidad de



la semilla ya que el éxito de un cultivo depende de esta, por lo que las distintas condiciones ambientales durante el crecimiento y desarrollo del cultivo pueden afectar a la semilla en su viabilidad, capacidad de germinación y vigor (Dornbos *et al.*, 1995). Actualmente, existen pocos estudios sobre la calidad fisiológica de la semilla obtenida después de haber sometido los cultivos a diferentes ambientes. Por lo tanto, el objetivo del trabajo fue determinar el efecto de dos densidades de siembra en características de calidad fisiológica de semilla de variedades de soya.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

El experimento se llevó a cabo bajo agricultura protegida en un invernadero del Campo Experimental Las Huastecas localizado en Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas con coordenadas 22°34'21" N y 98°16'10" O, a una altitud de 18 msnm. La zona se caracteriza por presentar un clima tropical húmedo semicálido con temperatura máxima anual de 29.7°C y temperatura media anual de 19.3°C, precipitación media anual de 842 mm.

Material vegetal

Se utilizaron cinco variedades generadas por el INIFAP para las condiciones climatológicas del trópico de México: Huasteca 100 (H100), Huasteca 200 (H200), Huasteca 300 (H300), Huasteca 400 (H400) y Tamesí.

Manejo del experimento

Se utilizó semilla cosechada bajo dos niveles de densidad de siembra: baja con 131,600 plantas ha⁻¹ (D1) y alta con 250,000 plantas ha⁻¹ (D2).

La semilla de las distintas variedades de soya se obtuvo de la siembra a cielo abierto. El establecimiento de estas variedades consistió de preparar el terreno con un barbecho, dos rastras y el surcado a 76 cm entre surcos. Posteriormente se sembró cada variedad en dos surcos de 12 m a las densidades establecidas. La siembra se realizó de manera manual al momento que el suelo presentaba capacidad de campo, consistiendo en abrir el surco, depositar la semilla uniformemente y agregar una capa de tierra sobre la semilla. El manejo agronómico se realizó atendiendo el paquete tecnológico del INIFAP para el cultivo de soya bajo riego. Los riegos se realizaron de acuerdo a los requerimientos hídricos de las plantas. La cosecha se realizó en R8 cuando las plantas se encontraron en madurez completa.

La semilla utilizada de cada variedad fue la cosechada de los 9 m centrales.

La semilla cosechada se sometió a pruebas de germinación en el invernadero. Se utilizaron charolas germinadoras de poliestireno las cuales fueron llenadas con sustrato



peat moss a capacidad de campo. Después se depositó una semilla por cavidad y se cubrió con una capa del mismo sustrato.

Diseño experimental

Las variedades bajo las distintas densidades se establecieron en un diseño completamente al azar.

Variables evaluadas

Velocidad de emergencia: se realizó el conteo del número de plantas emergidas de acuerdo al tiempo.

Porcentaje de plántulas normales: es el número de plántulas que no presentaron lesiones y tuvieron todas las estructuras necesarias y la capacidad para el desarrollo continuo. El valor se obtuvo de la relación entre el número de plántulas normales y el número de semillas sembradas, multiplicado por 100 para expresarse en porcentaje.

Porcentaje de plántulas anormales: es el número de plántulas que presentaron ausencia o daño en alguna de sus estructuras necesarias, lo que provocó plántulas que detuvieron su desarrollo en cierta etapa, plántulas débiles y/o cloróticas que no llegan a completar su ciclo. El valor se obtuvo de la relación entre el número de plántulas anormales y el número de semillas sembradas, multiplicado por 100 para expresarse en porcentaje.

Porcentaje de semilla muerta: es el número de semillas que absorbieron agua, pero no germinaron. El valor se obtuvo de la misma manera que el porcentaje de plántulas normales y anormales.

Longitud de la parte aérea: de cuatro plántulas al azar se tomó la medida en cm desde la base del tallo al ápice de la planta.

Longitud de raíz: en cuatro plántulas al azar se tomó la medida en cm desde la base del tallo a la punta de la raíz primaria.

Análisis

Se realizaron graficas de interacción entre las densidades y las variedades para las diferentes variables. Así mismo se realizaron análisis de correlación por el método de Pearson. El software utilizado fue R versión 4.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra el comportamiento de la calidad fisiológica de semilla de variedades de soya bajo obtenida de dos densidades. Con respecto a la velocidad de emergencia se observó que la Huasteca 300 presentó los mayores valores en una alta



densidad con un valor de 0.85, superando en 39.5% al promedio del resto de variedades en la baja densidad y con 49.8% a las variedades cuya semilla obtenida fue en alta densidad. La segunda variedad que obtuvo los valores más altos fue la Huasteca 100 seguida de la Huasteca 200 bajo un sistema de alta densidad con valores de 0.68 y 0.65, respectivamente. En general, el 60% de las variedades respondieron de manera favorable a una alta densidad y el resto mejoró su velocidad de emergencia en baja densidad (Figura 1a). En relación a lo anterior, Ebone *et al.* (2020) mencionan que la uniformidad y tiempo para la emergencia son factores indispensables para obtener un alto potencial productivo en los cultivos.

El porcentaje de plántulas normales se muestra en la figura 1b, donde el valor más alto en lo tuvo la Huasteca 300 con un porcentaje de 95% en ambas densidades, teniendo el mismo valor Tamesí en alta densidad. Por otro lado, el 80% de las variedades no presentaron cambios representativos en ninguno de las dos densidades, con excepción de la variedad Huasteca 200 quien incremento las plántulas normales en un 26.7% al obtener la semilla en baja densidad con respecto a la alta densidad. Cabe destacar que esta variedad fue la que presentó los menores valores en ambos sistemas, indicando que es sensible a este tipo de cambios. Es importante incrementar el número de plántulas normales, ya que al momento que una semilla germina en una plántula normal se puede estar seguro que la información genética que contiene puede ser explotada ya sea para la producción de cultivos o para la investigación (Whitehouse *et al.*, 2020).

En relación al porcentaje de plántulas anormales la variedad Huasteca 400, Tamesí y Huasteca 300 fueron las más estables con valores de 10, 5 y 5% respectivamente, esto quiere decir que no presentaron cambios. La Huasteca 200 y Huasteca 100 presentaron un decremento de 5 plántulas anormales al incrementar la densidad, siendo esta última variedad la que presentó los menores valores, inclusive en alta densidad no presentó plántulas anormales (figura 1c).

Las variedades que no mostraron semilla muerta fueron la Huasteca 300, Huasteca 400 y Tamesí, las dos primeras bajo los dos niveles de densidad y la última en alta densidad. La Huasteca 100 mostro estabilidad con un valor de 2% en ambas densidades. La Huasteca 200 presentó mayor variación con un rango de 2 a 7% en baja y alta densidad respectivamente (figura 1d).

La mayor longitud de la parte aérea la tuvo Huasteca 200 en alta densidad con 16.2 cm y en baja densidad con 15.4 cm, presentando la misma condición Tamesí en baja densidad con 15.7 cm. La Huasteca 100 mostro estabilidad con respecto a esta variable. La variedad Tamesí, Huasteca 300 y Huasteca 400 tuvieron una reducción de longitud al incrementar la densidad (figura 1e). En este aspecto, Liu *et al.* (2020) mencionan que variedades semi-enanas y un incremento en la densidad de siembra puede conducir a una revolución verde en la producción de soya.

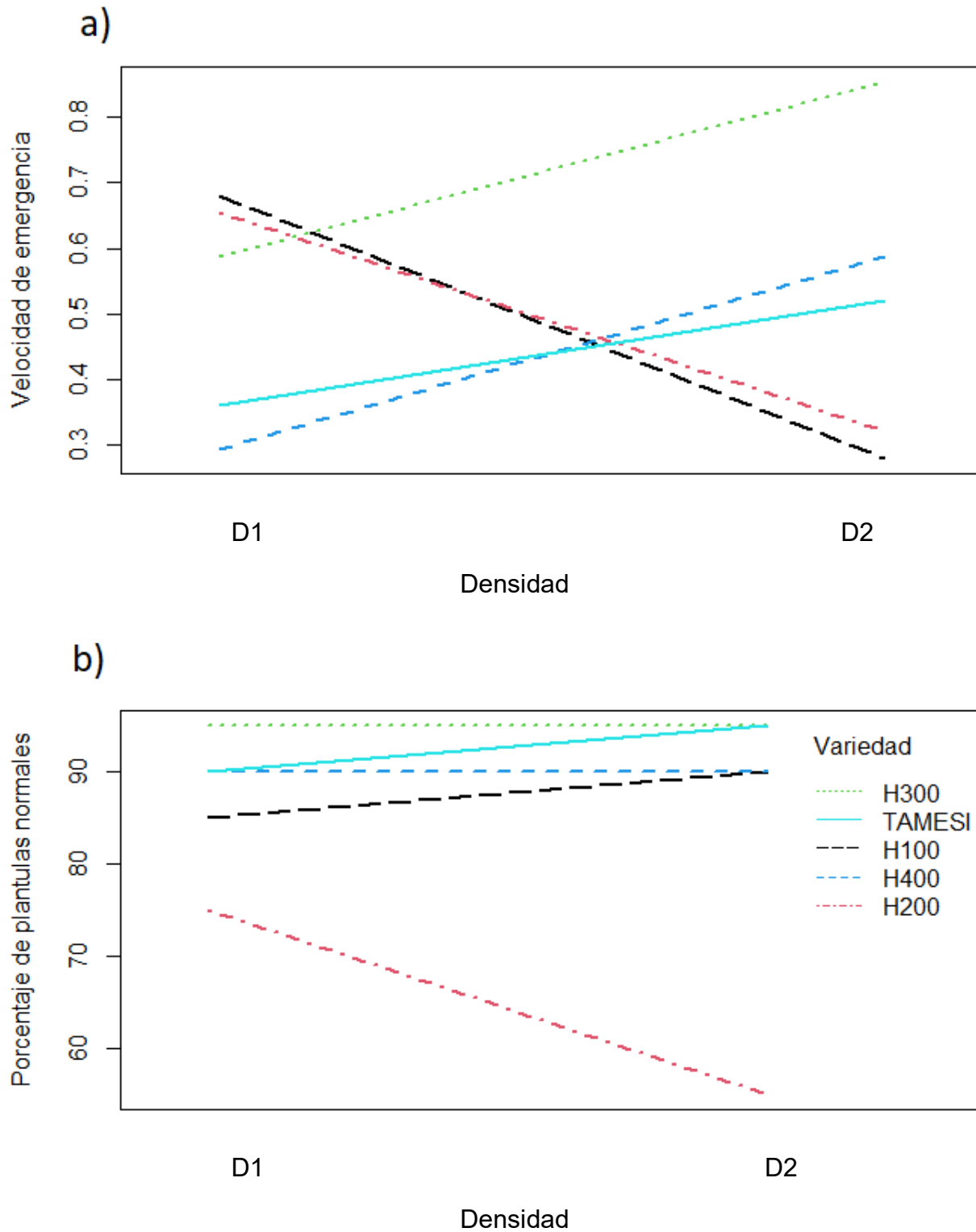


Figura 1 A y B. Interacción densidades por variedades de soja en variables relacionadas con la fisiología de la semilla

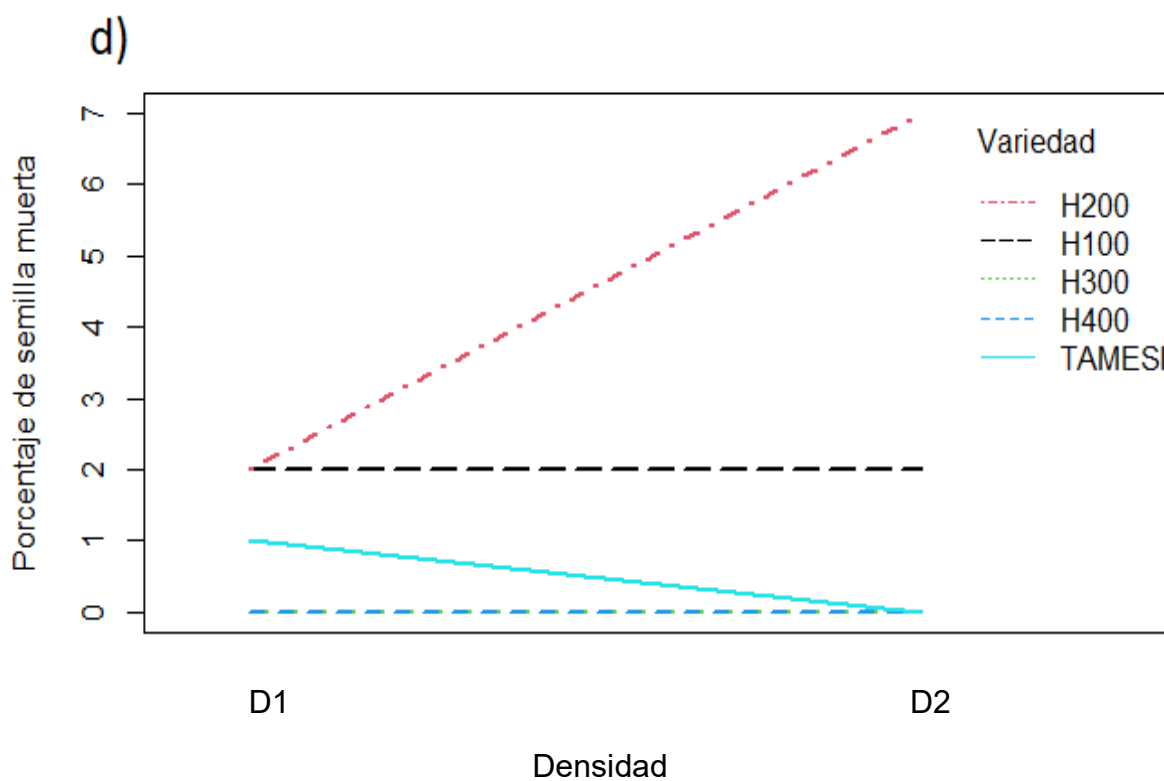
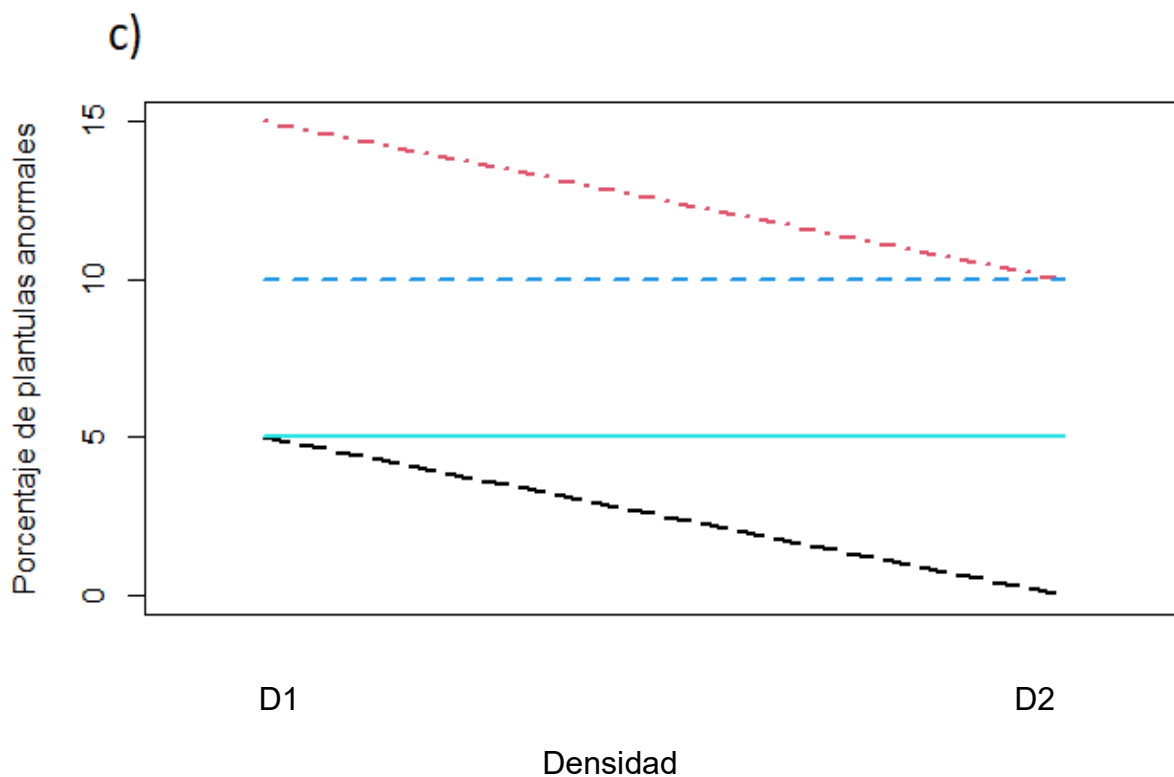


Figura 1 C y D. Interacción densidades por variedades de soja en variables relacionadas con la fisiología de la semilla

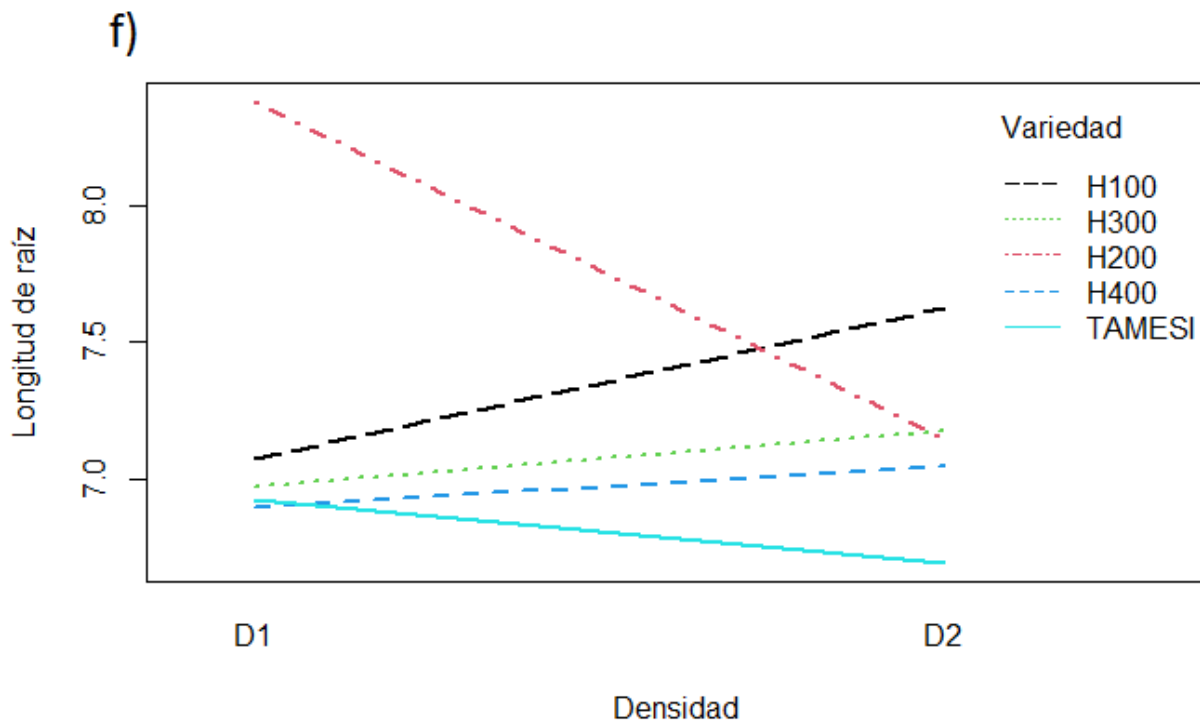
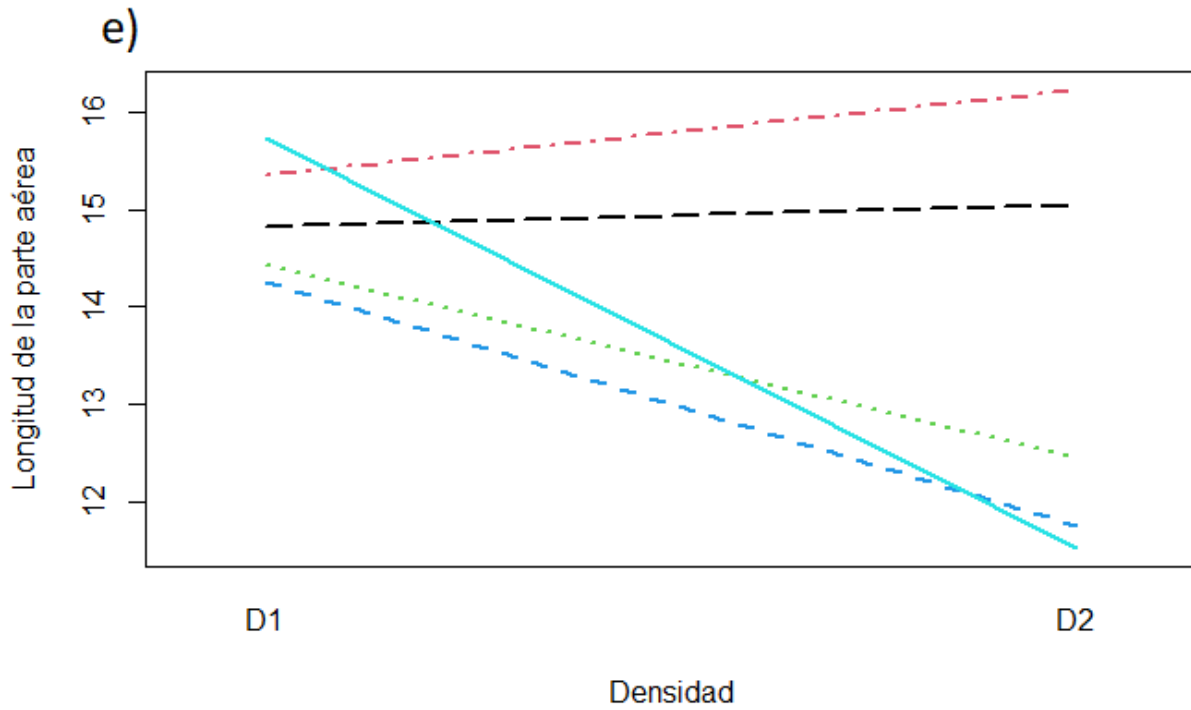


Figura 1 E y F. Interacción densidades por variedades de soya en variables relacionadas con la fisiología de la semilla



En lo que respecta la longitud de raíz, el valor más alto lo obtuvo la Huasteca 200 en baja densidad superando al resto de variedades en ambas densidades en un 15.9%, sin embargo, al incrementar la densidad esta variedad redujo su valor en 14.3%. De la misma manera ocurrió con la variedad Tamesí reduciendo la longitud en 2.9%. Por otra parte, la Huasteca 100 presentó un aumento de longitud al incrementar la densidad de 6.6%. Finalmente, la Huasteca 300 y Huasteca 400 mostraron estabilidad en esta variable (figura 1f). En este sentido, los sistemas radiculares normalmente se ajustan a las condiciones ambientales mostrando adaptabilidad durante su desarrollo además los rasgos genéticos también están involucrados en un mayor crecimiento de las raíces (Hansel *et al.*, 2017).

La relación de las variables referentes a la calidad fisiológica de semilla de soya se muestra en la Figura 2. La velocidad de emergencia tuvo una correlación media negativa con la longitud de la parte aérea y baja negativa con el porcentaje de semilla muerta. El porcentaje de plántulas normales presentó asociación alta negativa con el porcentaje de semilla muerta y longitud de plúmula, así mismo tuvo una relación media negativa con porcentaje de plántulas anormales, además de haber presentado una correlación baja negativa con la longitud de raíz y baja positiva con la velocidad de germinación. Esto coincide con Carvalho y Nakagawa (2012), quienes mencionan que plántulas normales son vigorosas proporcionando una germinación rápida y uniforme. El porcentaje de semilla muerta se relacionó de manera alta positiva con la longitud de la parte aérea. La longitud de raíz presentó correlación positiva baja con la longitud de la parte aérea y el porcentaje de plántulas anormales. Resultados similares fueron observados por Fenta *et al.* (2014) quienes reportaron que las raíces juegan un papel importante en la capacidad de las plantas para obtener agua y nutrientes, como consecuencia la arquitectura de las raíces tiene un efecto en el crecimiento de las plantas.

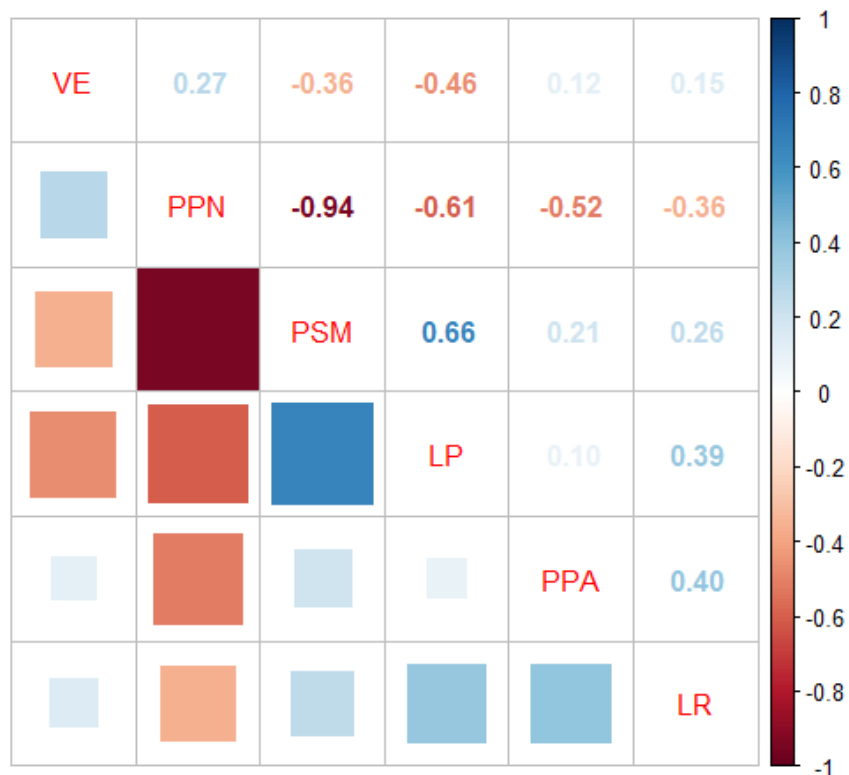


Figura 2. Correlación de variables de la calidad fisiológica de la semilla de soya. VE: velocidad de emergencia, PPN: porcentaje de plántula normales, PSM: porcentaje de semilla muerta, LP: longitud de plúmula, PPA: Porcentaje de plántulas anormales, LR: longitud de raíz.

CONCLUSIONES

Los dos niveles de densidad de siembra influyeron en la calidad fisiológica de semilla de distintas variedades de soya.

LITERATURA CITADA

Anderson EJ, Ali ML, Beavis WD, Chen P, Clemente TE, Diers BW, Graef GL, Grassini P, Hyten DL, McHale LK, Nelson RL, Parrott WA, Patil GB, Stupar RM, Tilmon KJ. 2019. Soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] breeding: history, improvement, production and future opportunities. *Advances in Plant Breeding Strategies: Legumes*. 7:431-516.

Bernardo R. 2002. Breeding for quantitative traits in plants Woodbury: Stemma press. Vol. 1, Pp. 369.



Carvalho NM, Nakagawa J. 2012. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP. Pp. 590.

Cerliani C, Esposito GP, Morla FD, Balboa GR, Naville RA. 2018. Relación entre la densidad óptima agronómica y el número de granos por planta en maíz (*Zea mays* L.). *European Scientific Journal*. 14(9):1857-7881.

Diers BW, Specht J, Rainey KM, Cregan P, Song Q, Ramasubramanian V, Graef G, Nelson R, Schapaugh W, Wang D, Shannon G, McHale L, Kantartzi SK, Xavier A, Mian R, Beavis WD. 2018. Genetic architecture of soybean yield and agronomic traits. *Genes, Genomes, Genetics*. 8(10):3367-3375.

Dornbos DL. 1995. Seed quality. Basic Mechanisms and Agricultural Implications. Production environment and seed quality. Food Products Press. Binghamton, NY, USA. Pp. 119-152.

Ebone LA, Caverzan A, Tagliari A, Chiomento JLT, Silveira DC, Chavarria G. 2020. Soybean seed vigor: uniformity and growth as key factors to improve yield. *Agronomy*. 10(4):545.

Fenta BA, Beebe SE, Kunert KJ, Burrige JD, Barlow KM, Lynch JP, Foyer CH. 2014. Field phenotyping of soybean roots for drought stress tolerance. *Agronomy*. 4(3):418-435.

Hansel FD, Amado TJ, Ruiz DA, Rosso LH, Nicoloso FT, Schorr M. 2017. Phosphorus fertilizer placement and tillage affect soybean root growth and drought tolerance. *Agronomy Journal*. 109(6):2936-2944.

Li M, Liu Y, Wang C, Yang X, Li D, Zhang X, Xu C, Zhang Y, Li W, Zhao L. 2020. Identification of traits contributing to high and stable yields in different soybean varieties across three Chinese latitudes. *Frontiers in plant science*. 10:1642.

Liu S, Zhang M, Feng F, Tian Z. 2020. Toward a “green revolution” for soybean. *Molecular plant*. 13(5):688-697.

Maldonado MN, Ascencio LG. 2010. Huasteca 100, variedad de soya para el Sur de Tamaulipas y trópico de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 1(5):699-705.

Maldonado MN, Ascencio LG. 2012. Tamesí, nueva variedad de soya para el trópico húmedo de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 3(8):1671-1677.

SIAP. 2023. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Acciones y Programas. Avance de siembras y cosechas. https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/ (Abril 2023)

Singh DK, Kumar P, Bhardwaj AK. 2014. Evaluation of agronomic management practices on farmers' fields under rice-wheat cropping system in northern India. *International Journal of Agronomy*. 2014.



USDA. 2023. Soybeans. Data and analysis.
<https://www.fas.usda.gov/data/commodities/soybeans>

Whitehouse KJ, Hay FR, Lusty C. 2020. Why seed physiology is important for genebanking. *Plants*. 9(5):584.