

Estudio de altas densidades de siembra en la producción de maíz (*Zea mays*) híbrido

Study of high planting densities on the production of hybrid maize (*Zea mays*)

Daniel Alejandro García-López¹, Rafael Alonso Hernández²

Fecha de recepción: 22 de octubre, 2022
Fecha de aprobación: 16 de febrero, 2023

García-López, D.A; Hernández, R.A. Estudio de altas densidades de siembra en la producción de maíz (zea mays) híbrido . *Tecnología en Marcha*. Vol. 36, N° 4. Octubre-Diciembre, 2023. Pág. 160-168.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v36i4.6427>

- 1 TecNM: Instituto Tecnológico Superior de Libres, Departamento de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Libres, Puebla, México.
Correo electrónico: daniel.gl@libres.tecnm.mx
 <https://orcid.org/0000-0001-8557-4895>
- 2 TecNM: Instituto Tecnológico Superior de Libres, Departamento de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Libres, Puebla, México.
Correo electrónico: rafalonhdz@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0003-4034-402X>

Palabras clave

Intensivo; competencia; rendimiento; grano maíz; densidad.

Resumen

El maíz es el principal grano en la dieta mexicana y uno de los granos más importantes a nivel mundial. Sin embargo, debido a su alta demanda, se requieren de estrategias para obtener altos rendimientos en su cultivo. Para ayudar a resolver este problema, se evaluó el efecto de altas densidades de siembra del maíz híbrido AZ-60. Se empleó un diseño de bloques al azar en parcelas para comparar densidades de siembra de maíz en un sistema de riego por goteo y evaluar altura, diámetro de tallo, valores en el fruto y estimación del rendimiento. Se seleccionaron tres densidades de siembra para los tratamientos(T): T1) densidad de 150,000 semillas por hectárea; T2) densidad de 120,000 semillas por hectárea; T3) densidad de 90,000 semillas por hectárea. Durante el periodo de cosecha se determinó que variables como la altura de planta y diámetro de tallo no mostraron diferencias significativas. Sin embargo, en variables de la mazorca como número de hileras, granos por hilera y peso de grano, se observó que los mayores valores se presentaron en la densidad de siembra de 90,000 semillas por hectárea. Como resultado, al estimar el rendimiento de grano se observaron diferencias ($p < 0.05$) entre los tratamientos, observándose el mayor en T3 con 7.55 toneladas por hectárea; por su parte los tratamientos T2 y T1 se estimaron 5.50 y 5.27 toneladas por hectárea, respectivamente. Se concluyó, que las diferencias observadas pueden ser atribuidas al aumento de la competencia intraespecífica por recursos a mayores densidades de siembra.

Keywords

Intensive; competition; yield; corn grain; density.

Abstract

Corn is the main grain in the Mexican diet and one of the most important grains worldwide. However, due to its high demand, strategies are required to obtain high yields during its cultivation. In order solve this problem, the effect of high planting densities of the hybrid maize AZ-60 was evaluated. A randomized block design was used in plots to compare maize planting densities in a drip irrigation system and height, stem diameter, fruit values and yield estimation, were evaluated. Three planting densities were selected for the treatments(T): T1) density of 150,000 seeds per hectare; T2) density of 120,000 seeds per hectare; T3) density of 90,000 seeds per hectare. During the harvest period, it was determined that variables such as plant height and stem diameter did not show significant differences. However, it was observed that fruit variables such as number of rows, grains per row and grain weight, the highest values were presented in plant density of 90,000 seeds per hectare. As a result, when estimating the grain yield, differences ($p < 0.05$) were observed between the treatments, the highest being observed in T3 with 7.55 tons per hectare; meanwhile, treatments T2 and T1 were estimated at 5.50 and 5.27 tons per hectare, respectively. It was concluded that the differences observed can be attributed to the increase in intraspecific competition for resources at higher planting densities.

Introducción

El maíz es un producto agrícola de alto valor siendo el tercer cereal con mayor importancia en la nutrición humana, en particular México se posiciona como el octavo productor a nivel mundial y uno de los mayores consumidores del producto con un consumo per cápita de 123 Kg [1].

La siembra de maíz es de suma importancia para la economía, ya que, se puede aprovechar o bien el grano en la dieta o el forraje para alimentar ganado, por lo cual anualmente en México se establecen entre 7.5-8 millones de hectáreas para la cosecha de grano y 608, 700 para maíz forrajero [2].

Debido a su importancia mundial y nacional han surgido distintas propuestas orientadas a incrementar su productividad. La mayor parte de las mejoras se han centrado en el fitomejoramiento, para la obtener híbridos altamente productivos, mientras que el resto de las mejoras se han orientado en mejorar el manejo agronómico [1]. Un ejemplo de estas últimas es la siembra a altas densidades. El uso de altas densidades de maíz permite aumentar el rendimiento por unidad de superficie. Sin embargo, la densidad de siembra optima puede variar dependiendo de diferentes aspectos que van desde el genotipo, fertilidad, manejo agronómico o el objetivo a lograr como puede ser grano, forraje o ambos [3].

En el maíz la densidad de siembra constituye uno de los aspectos de manejo que incide en el rendimiento final. Por un lado, a bajas densidades se asegura una mayor cobertura durante la floración, por otro lado, en cultivos bien manejados y con altas densidades se alcanzan las coberturas para una máxima productividad [4]. De tal modo que el incremento de la densidad de siembra puede estimular un incremento del rendimiento del cultivo, debido a que se estimula la disminución en el grosor del tallo provocando su elongación y tamaño por la competencia lumínica [5]. Por otro lado, algunos autores [6] [7] han argumentado que el incremento de altas densidades de siembra en maíz puede aumentar la competencia intraespecífica por radiación solar, nutrientes y agua, reduciendo el rendimiento por planta en altas densidades de siembra. Por consiguiente, la densidad adecuada es aquella que permite el máximo crecimiento y mayor rendimiento a través del uso eficiente de los recursos ambientales como nutrientes, luz y agua [8].

Es necesario mencionar que diferentes híbridos de maíz tienen un comportamiento diferencial frente las altas o bajas densidades de siembra, debido a la plasticidad genética para ajustar la morfología y fisiología en cada variedad [6]. De tal motivo que estudiar la respuesta de variedades de maíz híbrido al efecto de las altas densidades de siembra permitirá conocer su comportamiento para encontrar la densidad óptima y obtener un mayor rendimiento de cosecha. Por consiguiente, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la alta densidad de siembra sobre el rendimiento en grano del cultivo de maíz híbrido AZ60 bajo sistema de riego por goteo.

Material y métodos

Área de estudio

El presente trabajo se desarrolló dentro de las áreas de cultivo del Instituto Tecnológico Superior de Libres, en la ciudad de Libres, Puebla, México. El municipio de Libres se localiza en la parte centro norte del estado de Puebla a una altitud de 2,378 msnm y una precipitación anual promedio de 650 mm. Las coordenadas geográficas son los paralelos 19° 27' 52" de latitud norte y los meridianos 97° 41' 52" de longitud oeste. En el municipio presenta un clima que puede variar desde templado subhúmedo con lluvias en verano (88%), a semifrío subhúmedo con lluvias en verano (7%) y semiseco templado (5%), con un rango de precipitación de 400 - 900 mm y temperatura de 10 - 16°C [9]. El suelo dominante es Leptosol (40%), Phaeozem (25%), Regosol (17%), Fluvisol (8%), Arenosol (7%) y Durisol (1%) [9]. Adicionalmente muestras del suelo se enviaron a un laboratorio certificado para conocer la composición del lugar de cultivo (cuadro 1).

Cuadro 1. Características físico-químicas del suelo del Instituto Tecnológico Superior de Libras, Puebla, donde se evaluó el cultivo de diferentes densidades de siembra en el maíz híbrido AZ60.

Parámetro	Valor
pH	6.67
MO (%)	1.24
CE extracto (ds m ⁻¹)	3.24
Densidad aparente (g cm ⁻³)	1.07
P-Bray (ppm)	133
K (ppm)	598
Ca (ppm)	2132
Mg (ppm)	324
Na (ppm)	124

Manejo agronómico

Como labores previas se realizó la limpieza del lugar donde se removi6 el rastrojo del cultivo anterior y hierbas del terreno, posteriormente se realizó un rastreo y 15 días después se realizó un barbecho, finalmente un día antes de realizar la siembra se realizó un segundo rastreo y el día de la siembra se realizaron surcos con la ayuda de un tractor. La fecha de cultivo se realizó el 14 de abril del 2021, colocando las semillas de manera manual y aplicando un riego al finalizar.

Para proveer la nutrición del cultivo, se realizó un abonado antes de realizar la siembra con 200 Kg ha⁻¹, de fertilizante comercial 18-46-00 (18% N, 46% P y 00% K). Posteriormente, a los 58 días, se realizó una segunda aplicación de fertilizante con 300 Kg ha⁻¹, de fertilizante comercial 16-16-16 (triple 16), (16% N, 16% P y 16% K).

Para el control de malezas, a los 24 días, se realizó una aplicación de herbicida con 50 ml de mesotrione: 2-(4-Mesil-2-nitrobenzoil)-ciclohexano-1,3-diona (Equivalente a 60.0 g de i.a. L⁻¹ 20°C). atrazina: 6-Cloro-N2-etil-N4-isopropil-1,3,5-triazina-2,4-diamina (Equivalente a 383.6 g de i.a. L⁻¹ 20°C).

Se realizaron cinco riegos de auxilio, el primero el día 24 de abril, el segundo el día 7 de mayo, el tercero el día 24 de julio, el cuarto y quinto se realizaron los días 7 y 14 de agosto, respectivamente. Cabe mencionar que durante el proyecto se presentaron lluvias, lo que favoreció al cultivo y la disminución de aplicaciones de riegos.

Diseño experimental

El cultivo se estableció en un área de 5 metros de ancho por 66 metros de longitud (330 m²), dentro de la cual se establecieron las parcelas experimentales para cada tratamiento. Se delimitaron tres bloques, cada uno con extensión de 22 metros de longitud y 5 metros de ancho, con 5 surcos cada uno. Dentro de cada bloque se delimitaron al azar las parcelas para cada tratamiento de densidad de siembra.

Dentro de cada bloque se establecieron los respectivos tratamientos : T1) siembra en líneas espaciadas a 0.8 m, con una distancia entre semillas de 0.08 m y densidad de 150,000 semillas ha⁻¹; T2) siembra en líneas espaciadas a 0.8 m, con una distancia entre semillas de 0.1 m y densidad de 120,000 semillas ha⁻¹; T3) siembra en líneas espaciadas a 0.8 m, con una distancia entre semillas de 0.13 m y densidad de 90,000 semillas ha⁻¹, los tres tratamientos se sembraron con la variedad AZ-60 de la marca Asgrow (figura 1).

Las variables evaluadas fueron las siguientes: se registró de la altura de la planta al momento de la madurez fisiológica con ayuda de una cinta métrica tomando la medida desde el suelo hasta la punta de la planta, el diámetro del tallo de la planta se registró con la ayuda de un Vernier de precisión. Para el número de granos por m² se cosechó una muestra en un m² y se determinó el número de filas y la cantidad de granos por filas de mazorca, de esta forma se obtuvo el número de granos por m².

Como se mencionó en la sección anterior se realizó irrigación por goteo, para lo cual se instalaron líneas de sur a norte, a 0.8 m de espaciamiento y con goteros a cada 0.2 m. El maíz empleado fue el maíz híbrido de la marca Asgrow de Bayer, de la variedad AZ-60 que se adquirió en una tienda especializada de la región.

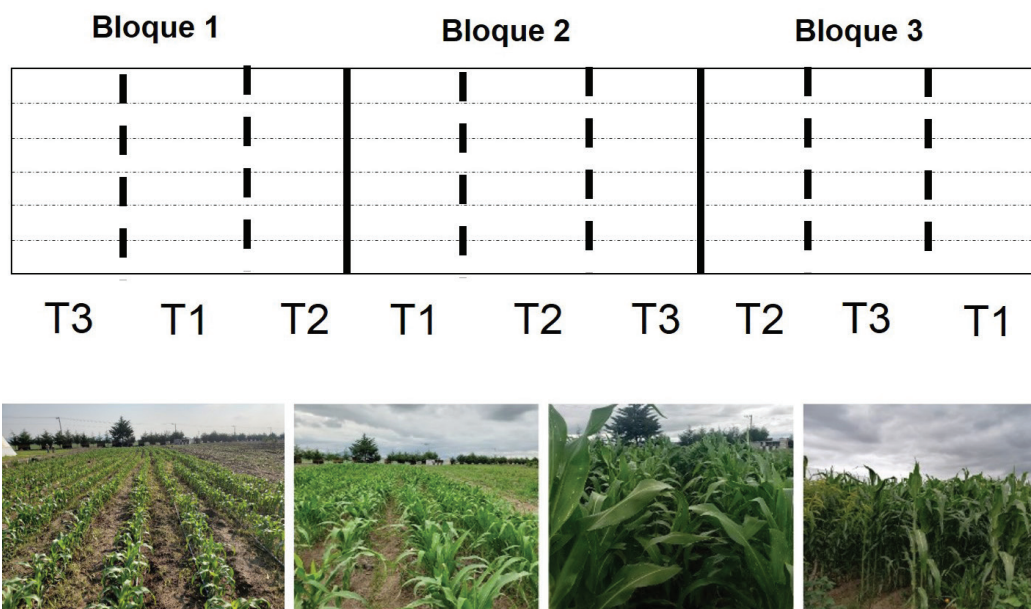


Figura 1. Diseño de bloques y parcelas donde se probaron tres densidades de siembra para los tratamientos de maíz híbrido AZ-60.

Estimación de rendimiento

Para comparar los resultados se estimó el rendimiento alcanzado a partir de los datos obtenidos durante la etapa experimental. Adicionalmente se obtuvieron valores de producción por superficie y peso de grano. Se realizó un conteo de las plantas existentes en 5 metros de longitud de los 5 surcos de cada parcela de manera aleatoria, después se dividió el número de plantas obtenidas entre cinco para obtener el número de plantas totales en un metro lineal. Para el número de granos por gramo, se desgranó manualmente las mazorcas de un metro lineal de cada muestra y se pesó 50 gramos, se contó el número de granos y se dividió entre 50 gramos, con lo cual se obtuvo el número de granos por gramo de cada tratamiento. Con los datos obtenidos se procedió a estimar el rendimiento de grano por hectárea de cada tratamiento, a fin de tener una comparación de los tratamientos.

Análisis estadístico

Se empleó un diseño por bloques al azar. Los resultados se compararon mediante comparación de medias ($p < 0.05$) y las diferencias entre medias se resolvieron mediante prueba de Tukey. Los datos se analizaron mediante software estadístico Minitab versión 19.

Resultados y discusión

El análisis de resultados demostró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las diferentes densidades de siembra, esto se presentó en las variables número de hileras por mazorca, número de granos por hilera y número de granos por m^2 (Cuadro 2). Los mayores valores se observaron en la menor densidad de siembra ($90,000$ semillas ha^{-1}), mientras que las mayores densidades mostraron significativamente menores valores de las variables mencionadas. En contra parte, no se observaron diferencias significativas en las variables altura de plantas o diámetro de tallo. De este modo, las diferentes densidades de siembra en el maíz híbrido AZ-60 de la marca Asgrow, no afectaron las variables del crecimiento vegetal. En promedio las plantas, sin importar la densidad de siembra, alcanzaron un promedio de altura alrededor de 2.5 metros con diámetros de tallo alrededor de 21 cm.

Las variables que se cuantificaron a partir de la mazorca fueron las más afectadas como resultado de las diferentes densidades de siembra, en general las mejores mazorcas se obtuvieron en la densidad de $90,000$ semillas ha^{-1} . Por lo cual si el objetivo de siembra es producción de grano la densidad de T3 es la más adecuada, en contraparte si la finalidad sería para maíz forrajero, no hay diferencias en las características de las plantas entre las diferentes densidades de siembra seleccionadas.

Cuadro 2. Comparación de las variables obtenidas en tres densidades de siembra de maíz híbrido AZ-60.

Tratamientos	Altura (m)	Diámetro de tallo (m)	No. de hileras por mazorca	No. de granos por hilera	No. de granos por m^2
T1	2.56 ^a	0.206 ^a	13.81 ^b	21.11 ^b	1,942 ^b
T2	2.50 ^a	0.214 ^a	12.17 ^b	22.63 ^b	1,916 ^b
T3	2.48 ^a	0.231 ^a	14.10 ^a	24.95 ^a	2,341 ^a

Letras diferentes representan diferencias significativas de acuerdo a prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Al valorar la estimación del rendimiento (cuadros 3-5) se observó que el tratamiento tres ($90,000$ plantas ha^{-1}) fue donde se obtuvo el mayor rendimiento por grano, a pesar de ser el tratamiento con el menor número de plantas. Lo anterior pone en evidencia que una mala elección en la densidad de siembra influye directamente en el rendimiento, ya que, con las densidades altas, la competencia entre plantas es mayor, lo que aumenta el número de plantas adultas estériles y mazorcas más pequeñas de menor llenado de grano [7]. En la figura 2 se puede observar gráficamente la comparación de los resultados entre las diferentes densidades de siembra.

Cuadro 3. Estimación de rendimiento T1 ($150,000$ semillas ha^{-1}).

	Conceptos	Promedios Tratamiento No. 1
A	No. de plantas/ m^2	9.66
B	Mazorcas /planta	0.689
C	Mazorcas / m^2 (A*B)	6.66
D	Granos por mazorca	291.52
E	Granos por m^2 (C*D)	1,942
F	No. de granos por gramo, peso del fruto	3.68
G	Gramos * m^2 (E*F)	527.59
H	Kg / Ha = (G * 100 * 10,000 $m^2/1,000$)	5,275.88
	Rendimiento promedio estimado por ha	5,275.88 Kg

Cuadro 4. Estimación de rendimiento T2 (120,000 semillas ha⁻¹).

Conceptos		Promedios Tratamiento No. 2
A	No. de plantas/ m ²	8
B	Mazorcas /planta	0.833
C	Mazorcas/ m ² (A*B)	6.66
D	Granos por mazorca	287.62
E	Granos por m ² (C*D)	1,916
F	No. de granos por gramo	3.48
G	Gramos * m ² (E*F)	550.45
H	Kg / Ha = (G * 100 * 10,000 m ² /1,000)	5,504.45
Rendimiento promedio estimado por ha		5,504.45 Kg

Cuadro 5. Estimación de rendimiento T3 (90,000 semillas ha⁻¹).

Conceptos		Promedios Tratamiento No. 3
A	No. de plantas/ m ²	6.6
B	Mazorcas/planta	1.009
C	Mazorcas/ m ² (A*B)	6.66
D	Granos por mazorca	351.54
E	Granos por m ² (C*D)	2,341
F	No. de granos por gramo	3.1
G	Gramos * m ² (E*F)	755.24
H	Kg / Ha = (G * 100 * 10,000 m ² /1,000)	7,552.44
Rendimiento promedio estimado por ha		7,552.44 Kg

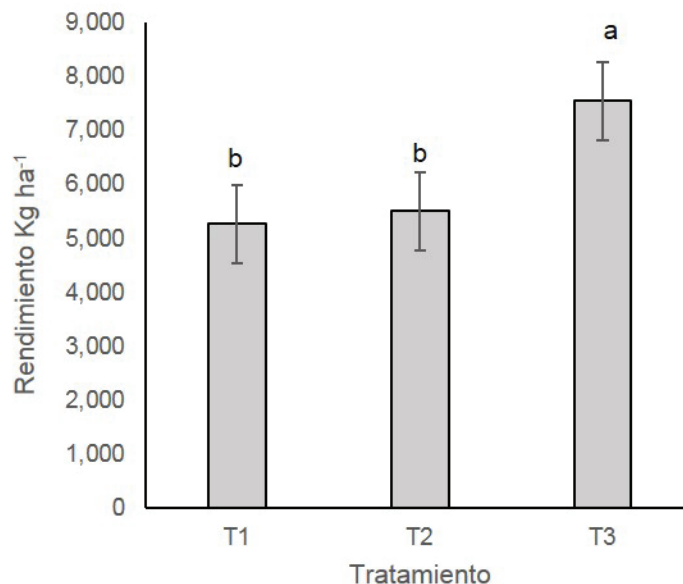


Figura 2. Comparación del rendimiento estimado entre los diferentes tratamientos de densidad de siembra del maíz híbrido AZ-60.

De acuerdo a los resultados obtenidos, de manera general se pudo observar que una mayor densidad no garantiza un mayor rendimiento en las condiciones que se desarrolló este proyecto, afectando directamente los costos de producción, ya que la semilla de maíces híbridos tiene un costo alto. Encontrar la densidad óptima de siembra es crítico para lograr el mayor rendimiento en variedades híbridas de maíz, por lo cual algunos autores han probado el efecto de altas densidades en algunas variedades de maíz híbrido.

En un trabajo reportado [10] los mayores rendimientos de 9.2 - 9.7 ton ha⁻¹ se obtuvieron en el híbrido H-311 P bajo riego y con densidades de entre 65 000 y 75,000 plantas por hectárea, respectivamente. Sin embargo, a una densidad mayor de 80,000 plantas por hectárea el rendimiento se redujo a 6.06 ton ha⁻¹ debido a una menor calidad de mazorca. Por otra parte, [11] se han probado diferentes densidades de siembra de maíz tropical encontrando alto rendimiento a densidad de 80,000 plantas por hectárea, logrando plantas de maíz de 2.86 m de altura y un rendimiento de 8.1 ton ha⁻¹. En otro trabajo [12], reportado con cruza de progenitoras híbridos H-47, H-50 y H-51, se obtuvieron altos resultados con densidad de siembra de 70,000 plantas por hectárea para el desarrollo de plantas de maíz de 2.41 m de altura, 16 hileras por mazorca y 28 granos por hilera, debido a la alta calidad de mazorca el rendimiento reportado fue de 10.15 ton ha⁻¹. En un trabajo [13] con variedad de maíz Roque y densidad de siembra de 90,000 plantas por hectárea, se obtuvieron mazorcas con 13.73 hileras por mazorca y 35.49 granos por hilera, para un rendimiento de 8.289 ton ha⁻¹. Finalmente, en otro trabajo [14] con variedad de maíz híbrido AN-447 y densidad de siembra de 80,000 plantas por hectárea se obtuvieron plantas de maíz con altura de 2.72 y un rendimiento de grano de 12.5 ton ha⁻¹. A partir de los datos anteriores, se observa que los resultados obtenidos en el presente proyecto se comparan con valores previamente reportados para variedades de maíz híbrido a altas densidades de siembra.

Un trabajo similar al presente [15] con híbrido de maíz Tigre de Monsanto, probó altas densidades de siembra y llegó a la conclusión que la densidad de 90,000 semillas ha⁻¹ fue la más adecuada para la producción de forraje o grano de maíz con riego superficial por goteo, ya que no se observó beneficio en aumentar a mayor densidad de siembra de 133,000 semillas ha⁻¹. En dicho trabajo, los autores concluyeron que el menor rendimiento se observó en las mayores densidades de siembra debido a que todas las densidades de siembra recibieron la misma nutrición, lo que posiblemente generó mayor competencia intraespecífica entre plantas de maíz a mayores densidades.

Por lo anterior, es necesario resaltar que cuando la densidad supera las demandas de los recursos disponibles, se genera estrés en el crecimiento de las plantas que repercute en menor cantidad de fotoasimilados hacia la espiga, reduciendo su rendimiento y esterilidad de granos [7] [8]. Un efecto similar fue reportado [16] al aumentar la densidad de siembra de maíz híbrido de 90,000 a 100,000 plantas por hectárea, el rendimiento de grano disminuyó drásticamente de 8.289 ton ha⁻¹ a 2.924 ton ha⁻¹, respectivamente. Lo cual pone en evidencia que los recursos como nutrientes y luz al no ser suficientes en altas densidades de siembra generan alta competencia intraespecífica y estrés, mermando el rendimiento máximo de los cultivos como se observó en el rendimiento de grano. En el presente trabajo concluimos que un efecto similar pudo haber sucedido como respuesta al crecimiento bajo altas densidades de siembra.

Conclusión

Los datos obtenidos del presente trabajo permitieron concluir que el aumento de la densidad no siempre es la mejor alternativa para incrementar los rendimientos de producción de maíz, ya que como se observó a mayor densidad menor calidad de grano y rendimiento final. Por consiguiente, aunque el incremento de altas densidades de siembra es una estrategia para

incrementar el rendimiento, es necesario la elaboración de un adecuado plan nutricional que provea las necesidades nutricionales de una mayor densidad de cultivo para obtener los mayores rendimientos posibles y asegurar que los recursos no serán limitantes para generar competencia intraespecífica y esterilidad de semillas. Los datos obtenidos tienen relevancia para los productores locales, cuyas cosechas se realizan a bajas densidades de siembra (<50,000 plantas ha⁻¹) con rendimientos por debajo de las 4 ton ha⁻¹.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto Tecnológico Superior de Libres y al departamento de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable por todas las facilidades prestadas para la elaboración del presente proyecto.

Referencias

- [1] F. I. Rodríguez, A. González H., D. J. Pérez L., M. Rubí A. "Efecto de cinco densidades de población en ocho cultivares de maíz sembrados en tres localidades del Valle de Toluca, México". Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 6, no. 8, pp. 1943-1955, 2015.
- [2] SIAP-Servicio de información agroalimentaria y pesquera, 2021. Disponible en línea: <https://www.gob.mx/siap> [Consultado: 20/07/2022]
- [3] M. A. Sánchez-Hernández, C. A. Aguilar-Martínez, N. Valenzuela-Jiménez, C. Sánchez-Hernández, M.C. Jiménez-Rojas, C. Villanueva-Verduzco. "Densidad de siembra y crecimiento de maíces forrajeros". Agronomía Mesoamericana, vol. 22, no. 2, pp. 281-295, 2011.
- [4] P. Vallone, V. Gudelj, C. Galarza, B. Masiero, C. Vranicich, J. Nebreda Ensayo de densidad y distancia de siembra de maíz. INTA, 2010.
- [5] J. Elizondo, y C. Boschini. "Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del forraje de maíz". Agronomía Mesoamericana, vol. 12, no. 2, pp. 181-187, 2001.
- [6] Y. Quevedo, J. I. Beltrán, E. Barragán-Quijano. "Effect of sowing density on yield and profitability of a hybrid corn under tropical conditions". Agronomía Colombiana, vol. 36, no. 3, pp. 248-256, 2018.
- [7] A. G. Cirilo. "Rendimiento del cultivo de maíz Manejo de la Densidad y Distancia entre Surcos en Maíz". IDIA XXI, vol. 4, no. 6, pp. 28-133, 2004.
- [8] Y. Quevedo., E. Barragan Q., J. Beltran. (2015) Efecto de altas densidades de siembra sobre el híbrido de maíz (*Zea mays* L.) impacto. Scientia Agroalimentaria, vol. 2, pp.18-24, 2015.
- [9] INEGI. Marco geostatístico municipal, 2021. Disponible en línea: <https://www.inegi.gob.mx> [Consultado: 20/07/2022]
- [10] J. R. Gutiérrez S. y L. F. Maximino. "Riego, densidad de plantas y fertilización nitrogenada en producción de maíz híbrido en Zacatecas". Agricultura Técnica en México, vol. 28, no. 2, pp. 95-103, 2002.
- [11] J. A. Carrera V., T. Cervantes S. "Respuesta a densidad de población de cruces de maíz tropical y subtropical adaptadas a valles altos". Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 29, no. 4, pp. 331-338, 2006.
- [12] M. Tadeo-Robledo, A. Espinosa-Calderon, N. Chimal, I. Arteaga-Escamilla, V. Trejo-Pastor, E. Canales-Islas, M. Sierra-Macías, R. Valdivia-Bernal, N. O. Gómez-Montiel, A. Palafox-Caballero, B. Zamudio-González. "Densidad de población y fertilización en híbridos de maíz androestériles y fértiles". Terra Latinoamericana, vol. 30, no. 2, pp. 157-164, 2012.
- [13] F. Cervantes-Ortíz, M. T. Gasca O., E. Andrio E., M. Mendoza E., L. P. Guevara A., F. Vázquez M., S. Rodríguez H. "Densidad de población y correlaciones fenotípicas en caracteres y rendimiento de maíz". Ciencia y Tecnología Agropecuaria México, vol. 2, no. 1, pp. 9-16, 2014.
- [14] C. P. Yescas, M. A. Segura C., C. Martínez, V. P. Álvarez R., J. A. Montemayor T., J. A. Orozco V., J. E. Frías R. "Rendimiento y calidad de maíz forrajero (*Zea mays* L.) con diferentes niveles de riego por goteo subsuperficial y densidad de plantas". FYTON, vol. 84, pp. 272-279, 2015.
- [15] A. Guevara-Escobar, G. Barcenás-Huante, F. R. Salazar-Martínez, E. González-Sosa, H. Suzán-Azpíri. "Alta densidad de siembra en la producción de maíz con irrigación por goteo subsuperficial". Agrociencia, vol. 39, no. 4, pp. 431-439, 2005.
- [16] F. Cervantes-Ortíz, J. A. Covarrubias-Prieto, J. A. Rangel-Lucio, A. D. Terrón-Ibarra, M. Mendoza-Elos, R. E. Preciado-Ortiz. "Densidad de población y fertilización nitrogenada en la producción de semilla híbrida de maíz". Agronomía Mesoamericana, vol. 24, no. 1, pp. 101-110, 2013.