Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria ISSN: 2448-6620

PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD DE MAÍZ BAJO DISTINTAS DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL BAJÍO

Aurelio Báez-Pérez[1*]; Eduardo Figueroa Rodríguez[2]; Brian Adolfo Reyes-Cerritos[3]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Bajío. Km. 6.5 de la carretera Celaya-San Miguel de Allende, localidad de Roque, C.P. 38110, Celaya, Guanajuato.[2]Tecnológico Nacional de México (TecNM Roque), Km. 8 de la Carretera Celaya-Juventino Rosas, localidad de Roque, C.P. 38110, Celaya, Guanajuato. *Autor para correspondencia: baez.aurelio@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se estableció un experimento con maíz (*Zea Mays* L.) para evaluar su producción y rentabilidad por efecto de tres densidades de siembra: (1) 80,000, (2) 90,000 y (3) 120,000 semillas ha^{-1}. Se sembró el 6 de julio de 2024, en fecha tardía, en el Tecnológico Nacional de México, campus Roque, en Celaya, Guanajuato. La dosis de fertilización fue de 350 unidades ha^{-1}. Se evaluó la floración masculina y femenina, los componentes de rendimiento y algunos parámetros de mazorca como: longitud, diámetro y peso de 1000 granos. Se determinó la relación beneficio/costo por tratamiento. Hubo diferencias significativas ($p<0.05$) en floración masculina y femenina, número de mazorcas por planta, diámetro de tallo, longitud de mazorca, rendimiento de grano e índice de cosecha. Hubo mayor asincronía entre las floraciones masculina y femenina con la población más alta. La producción promedio de grano de 8.6 t ha^{-1}, con la población más alta, y 10.3 t ha^{-1}, con la población más baja. Se observaron correlaciones, de manera inversa, entre los siguientes: parámetros: número de mazorcas $planta^{-1}$ y número de plantas m^2 (R^2=98), número de mazorcas $planta^{-1}$ y número de plantas m^2 (0.95), longitud de mazorca y número de plantas m^{-2} (0.95), diámetro de mazorca y número de plantas m^{-2} (R^2=0.94) y rendimiento de grano y número de plantas m^{-2} (=0.72). La relación beneficio/costo fue 28 % mayor con la densidad der población más baja, alrededor de $ 9,000 más ha^{-1}, con respecto a la más alta. Lo anterior evidencia una mayor rentabilidad en la producción de maíz por el uso racional de insumos agrícolas.

Palabras clave: *Cereales, costos de producción, fertilización*

ABSTRACT

An experiment was established with maize (Zea mays L.) to evaluate its production and profitability under three planting densities: (1) 80,000, (2) 90,000, and (3) 120,000 seeds ha^{-1}. Planting took place on July 6, 2024, a late planting date, at the National Technological Institute of Mexico, Roque Campus, in Celaya, Guanajuato. The fertilization rate was 350 units ha^{-1}. Male and female flowering, yield components, and ear parameters such as length, diameter, and 1000-kernel weight were evaluated. The benefit/cost ratio was determined for each treatment. Significant differences ($p<0.05$) were found in male and female flowering, number of ears per plant,

stalk diameter, ear length, grain yield, and harvest index. The greatest asynchrony between male and female flowering was observed with the highest seed population. The average grain yield was 8.6 t ha-1 with the highest population density and 10.3 t ha^{-1} with the lowest. Inverse correlations were observed between the following parameters: number of ears per $plant^{-1}$ and number of plants m^{-2} (R^2=98), number of ears per plant-1 and number of plants m-2 (0.95), ear length and number of plants m-2 (0.95), ear diameter and number of plants m^{-2} (R^2=0.94), and grain yield and number of plants m^{-2} (=0.72). The benefit/cost ratio was 28 % higher with the lowest population density, approximately $9,000 more ha^{-1}, compared to the highest. This demonstrates greater profitability in maize production due to the rational use of agricultural inputs.

Keywords: *Cereals, production costs, fertilization*

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) representa en la actualidad uno de los pilares de la seguridad alimentaria global, pues la superficie cultivada aumentó a nivel mundial de 187 millones de hectáreas en 2016 a más de 206 millones en los últimos años, impulsada por su demanda multisectorial (FAO, 2024). México es considerado el centro de origen de esta especie cultivada (Boegue, 2009), donde existe una gran diversidad de razas, algunas de las cuales ha sido la base del mejoramiento genético que ha derivado en diversos híbridos comerciales de la actualidad (Márquez-Sánchez, 2009). Entre las regiones más productivas en la zona centro del país destaca el Bajío, donde los sistemas de riego y temporal coexisten con rendimientos que oscilan entre 1.5 y 8.3 t ha^{-1}, en promedio, según condiciones agroclimáticas y manejo agronómico (Rangel-Lucio *et al.,* 2024). En la actualidad, la rentabilidad en la producción de este cereal en México enfrenta desafíos críticos para su cultivo: los costos de producción pueden superar el 70 % en fertilizantes químicos bajo temporal, mientras que, en sistemas de irrigación, entre semilla y fertilizantes constituye 58.8 % de los costos totales de producción. Aunado al bajo precio de comercialización del grano en el mercado, el margen de ganancia es estrecho para los productores, lo que limita la competitividad (Ortiz *et al.,* 2014). Las recomendaciones de casas comerciales de insumos agrícolas generalmente promueven el uso en exceso, tanto de semilla, como de fertilizantes; sin embargo, para el agricultor es importante encontrar un equilibrio en la inversión de estos insumos, con base en las condiciones edáficas, climáticas y de manejo agronómico de sus sistemas de producción, para logra un mayor margen de ganancia. Algunos aspectos a considerar son: conocer el potencial real de rendimiento; efectuar un análisis del suelo para conocer sus reservas disponibles para la nutrición del cultivo y complementar con fertilizantes químicos sólo lo que requiere el cultivo, con base en su potencial de producción; no aplicar insumos que no sean necesarios; establecer una densidad de siembra adecuada, que para el estado de Guanajuato se recomiendan entre 80,000 y 100,000 semillas ha^{-1} para asegurar una población entre 70,000 y 90,000 pantas ha^{-1}, considerando que el porcentaje de germinación pueda ser inferior a 90 % (Pons-Hernández *et al*., 2013).

La densidad de población puede considerarse como un parámetro estratégico para optimizar la densidad de siembra. García-López y Alonso-Hernández (2023) señalan en un estudio que, altas poblaciones (150,000 plantas ha^{-1}) abaten e rendimiento de grano y elevan considerablemente el costo de producción, porque ello implica sembrar cerca de tres sacos de semilla ha^{-1}, considerando un máximo de germinación de 90 %. Es necesario buscar un equilibrio entre densidad de población y máximo rendimiento de grano, que es equivalente a productividad y eficiencia económica, que requiere de un análisis integral. Mientras densidades de 100,000 plantas ha^{-1} muestran mayor cobertura foliar y biomasa, su relación beneficio-costo se ve comprometida por el aumento exponencial en demanda de fertilizantes y agua. La optimización de este parámetro agronómico se posiciona como herramienta clave para reconciliar la sostenibilidad productiva con las presiones económicas de los agricultores del Bajío (Quiroz-Mercado *et al.,* 2017). El propósito del presente estudio fue evaluar la producción y rentabilidad del maíz con tres dosis crecientes de siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en el Tecnológico Nacional de México, *campus* Roque, Celaya, Guanajuato, el cual se ubica a los 20.58343134772042 LN y -100.82804467089922 LO, a una altitud de 1767 m (Figura 1). El clima de la región según García (1984) es semicálido seco BS1hw (W)(e)q. La temperatura media anual es de 20.6 ^{o}C, y la precipitación pluvial media anual es de 597 mm. El tipo de suelo correspondió, según la clasificación de la USDA, a un *Vertisol pelico*, el cuál es representativo de la región Bajío.

El suelo de la parcela experimental fue del tipo *Vertisol pelico*: obscuro, profundo (> 1 m), de clase textural arcillosa, con mediano contenido de materia orgánica. El pH fue alcalino, con un contenido de alrededor 45% de arcilla, 21% de limo y 34% de arena; alto contenido de P, K, Ca, y una capacidad de intercambio catiónico de 26.1 $Cmol(+)kg^{-1}$ de suelo.

Se estableció un experimento con tres densidades de siembra en primavera-verano de 2024 : 80 000, 90 000 y 120 000 plantas por hectárea. El ensayo se estableció en franjas aleatorizadas. El diseño experimental fue en bloques al azar con tres repeticiones. La comparación de medias fue mediante la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de α=0.05. Las unidades experimentales fuero de 4 surcos de 0.75 m de ancho por 75 m de longitud (225 m2). Las unidades de muestreo en la parte alta, media y baja a favor de la pendiente constó de dos surcos centrales por 5 m de longitud (7.5 m2).

Previo al establecimiento del experimento se preparó el terreno el primero de julio de 2024. El 2 de julio se sembró maíz, variedad “Ares” de la empresa UNISEM en surcos de 0.75 m de ancho y al mismo tiempo se aplicó la primera fertilización con urea: sólo un tercio de las 350 unidades por hectárea que se aplicaron en total. Al día siguiente se regó la parcela con agua de pozo mediante un sistema de distribución en surcos de manera rodada. La emergencia de las plantas ocurrió el 11de julio. Se efectuaron deshierbes manuales el 12 julio y 2 de agosto. Posteriormente el 8 de agosto se efectuó la segunda fertilización y el tractor levantó el surco para tapar el fertilizante, eliminar malezas y airear el terreno de cultivo. El 18 de agosto se aplicó para control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) Diazinon 25CE (Diazinon dietil isopropil metil pirimidin fosforotiato) a razón de 1 L ha^{-1}. Después el 23 de agosto se aplicó de nuevo para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) el insecticida Perseo (Clorantraniliprol) a razón 250 mL ha^{-1}. El 3 de septiembre se aplicó la tercera fertilización química con urea, previo a la floración del cultivo. El 17/8/2024 hicimos muestreo de en general de deficiencias en el maíz si teníamos problemas con el suelo o si el cultivo presentaba alguna plaga. Detectamos presencia de cogollero en fase inicial. El 24/8/2024 se efectuó un muestreo de sanidad para averiguar si el control de gusano cogollero. El 6/9/2024 se delimitaron los tratamientos para el conteo de floración.

Variables evaluadas.

Temperatura y precipitación: Se registraron datos diarios de temperaturas máximas y mínimas, así como la precipitación, mediante una estación meteorológica automatizada tipo Davies 6152 VANTAGE PRO2. A partir de los datos obtenidos durante 2024 se construirá el diagrama ombrotérmico correspondiente al sitio de estudios.

Velocidad de floración masculina y femenina: Se contabilizó la velocidad de las floraciones femenina, emisión de estigmas (pelitos del elote), y masculina (emisión de espigas), desde que inició hasta que concluyó, para evaluar el efecto que hubo por la competencia entre plantas en los distintos tratamientos. La contabilización de las floraciones se efectuó diariamente desde que iniciaron, en seis submuestras por unidad experimental: dos en la parte alta, don en la parte media y dos en la parte baja. Se efectuaron 18 evaluaciones. Los resultados fueron expresaron en términos porcentuales.

Componentes de rendimiento: Se evaluó la población de plantas, altura de planta, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de granos por mazorca, peso de mil granos, diámetro de tallo, rendimiento de grano, biomasa aérea e índice de cosecha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Temperaturas máximas y mínimas y precipitación. El año 2024 fue seco y extremadamente caluroso, las temperaturas máximas extremas alcanzaron los 40 °C durante el mes de mayo, mientras que las temperaturas mínimas extremas alcanzaron 2.4 °C en diciembre. La precipitación anual fue de mm distribuida principalmente de junio a septiembre. Hubo dos lluvias ocasionales los días 16 y 17 de febrero, que sumaron 14.2 mm, y una lluvia extraordinaria de más de 41 mm que cayó el 30 de noviembre (Figura 1). La temperatura media mensual más alta fue en mayo, con 26.6 °C, el mes más caluroso del año (Figura 2). La temperatura media anual fue de 21.4 °C, es decir, 0.8 °C por encima de promedio mensual para la región (García, 1984). Por otra parte, 84.5 % de la precipitación (328.1 mm) cayó entre junio y septiembre. El volumen de precipitación en 2024 estuvo muy por debajo del promedio mensual de la región, que es de 597 mm (García, 1984). Aunado a las altas temperaturas que hubo, principalmente en primavera-verano, el año fue difícil para los cultivos de temporal (Figura 5).

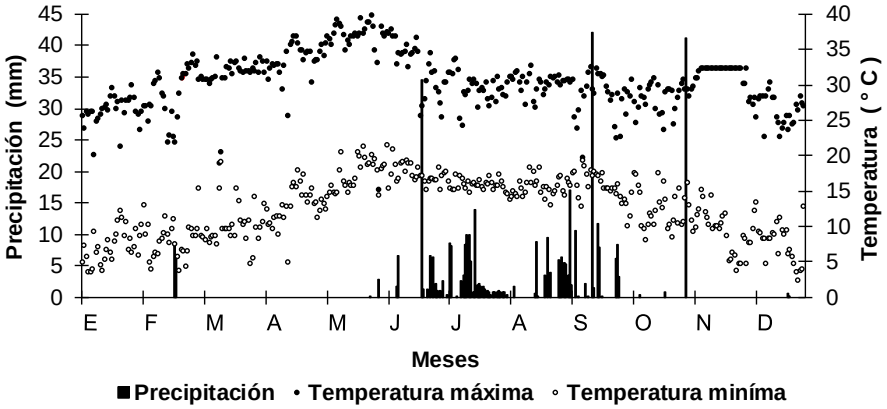

Figura 1. Distribución de temperaturas máximas, mínimas y precipitación durante 2024. Tecnológico Nacional de México, Campus Roque. Celaya, Guanajuato.

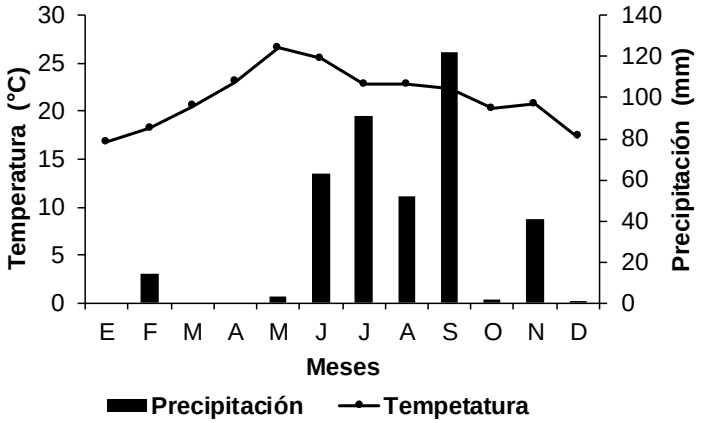

Figura 2. Diagrama ombrotérmico de la zona de estudio.

Floración masculina y femenina. La evolución de la floración masculina y femenina en los tratamientos evaluados mostraron diferencias significativas ($p<0.05$) por efecto de la densidad de población. Se observó que

a medida que aumentó la densidad de población, ambas floraciones se fueron atrasando, y viceversa, fue más veloz en donde hubo menor población de plantas. Puede apreciarse la asincrónica que hubo entre floración masculina y femenina a medida que aumentó la competencia entre plantas (Figuras 3 y 4). Lo anterior pude afectar la polinización y puede reflejarse en el rendimiento de grano. Estudios de floración masculina y femenina en maíz en poblaciones inferiores a 80,000 plantas ha^{-1}, señalan que no hay diferencias significativas (Tadeo-Robles *et al*., 2020); sin embargo, poblaciones de 130,000 platas ha^{-1}, pueden ocasionar asincrónia entre la floración masculina y femenina (Lashkari *et al*., 2011).

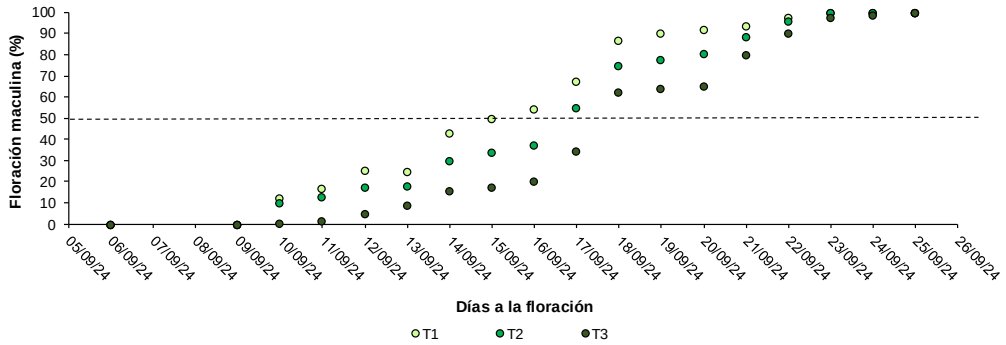

Figura 3. Evolución de la floración masculina en tres densidades de siembra.

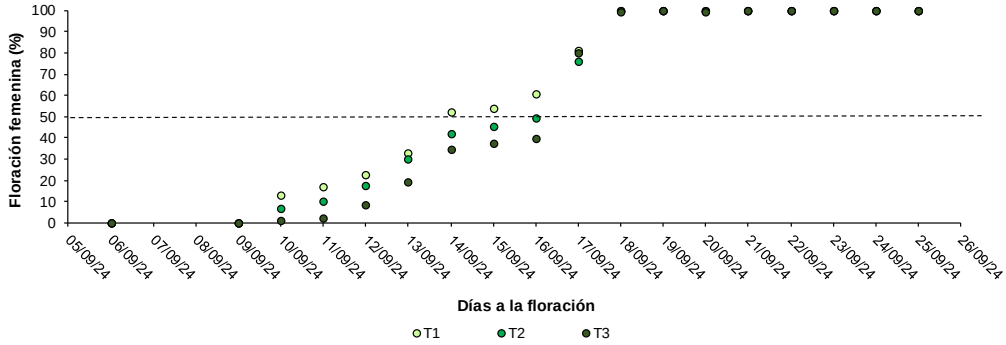

Figura 4. Evolución de la floración femenina en tres densidades de siembra.

Componentes de rendimiento. Los resultados de los componentes de rendimiento de maíz por efecto de las densidades de población se presentan en el Cuadro 10. Hubo diferencias significativas ($P<0.05$) por efecto de los tratamientos en los siguientes parámetros agronómicos: población de plantas, número de mazorcas planta^{-1}, longitud de mazorca y densidad aparente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resultados de componentes de rendimiento de maíz

P siembra	Número			D tallo	L	D	Mil granos	Peso grano	Biomasa aérea	IC
	P	M	M/P		M					
ha^{-1}	m^2			cm			g	t ha^{-1}		
120,000	10.8b*	9.0a	0.84b	1.1a	14.2b	4.5a	267.2a	8.6b	23.2a	0.37b

90,000	8.2ª	8.0a	0.99ab	1.4a	15.3ab	4.7a	288.4a	9.0a	20.2a	0.44a
80,000	7.3ª	7.8a	1.06a	1.4a	16.1a	4.7a	282.5a	10.3a	23.2a	0.44a

IC: índice de cosecha, M: mazorca, P: plantas, **ρ:** densidad D: diámetro. *: letras iguales son estadísticamente semejantes ($p<0.05$).

Población de plantas y número de mazorcas. La población promedio, en los tratamientos evaluados (1 al 3), fue de 73,000, 82,000 y 108,000 plantas ha^{-1}, respectivamente. Es decir 10 % menor a la densidad de siembra, lo cual se explica porque la semilla comercial tiene 90 % de germinación. La población más alta fue significativamente mayor, con respecto a los otros dos tratamientos; sin embargo, en el parámetro número de mazorcas ha^{-1} no hubo diferencias estadísticas significativas ($p<0.05$) entre tratamientos, a pesar que con la densidad de población más alta hubo 90,000 mazorcas ha^{-1}, en contraste con las 78,000 mazorcas ha^{-1} que hubo con la densidad de población más baja, y de que la relación entre ambas variables fue muy estrecha ($R^2=0.99$). Lo anterior se explica porque el coeficiente de variación fue un poco más alto para el parámetro número de mazorcas (16.1 %) con respecto al que hubo con el número de plantas (12.6 %).

Número de mazorcas por planta. En este parámetro hubo diferencias significativas ($p<0.05$) en el ANAVA por efecto de los tratamientos. El número de mazorcas ha^{-1} fue diferencial al número de plantas ha^{-1}. Se observó una tendencia inversamente proporción entre el número de mazorcas por planta, como variable dependiente de número de plantas m^{-2}. Es decir que a mayor población menor emisión de mazorcas y viceversa.

Diámetro de tallo. El parámetro diámetro de tallo fue estadísticamente semejante ($p<0.05$) entre tratamientos; sin embargo, hubo una tendencia a disminuir a medida que aumentó densidad de población ($R^2=0.95$), lo que reflejó claramente el efecto que hubo en función de las dosis de siembra. Con 108,000 plantas ha^{-1} el diámetro promedio de tallo fue 21.4 % menor con respecto a los otros dos tratamientos (Cuadro 1). Lo anterior se explica por la alta competencia que hubo entre plantas, tanto por luz, como por nutrimentos. Es importante destacarlo, porque al final se reflejará en el rendimiento de grano, como se explicará más adelante.

Parámetros de mazorca. Los parámetros de mazorca correspondientes a diámetro, longitud, y peso de mil granos se presentan en el Cuadro 10. Solamente hubo diferencias estadísticas significativas ($p<0.05$) en el primero. Ello es importante porque implicó un mayor número de granos por mazorca. Se observó que, en promedio el peso de mil granos fue menor con la mayor densidad de siembra. Por otra parte, hubo una tendencia inversamente proporcional entre la longitud y diámetro de mazorcas, como variables dependientes, en función del número de plantas m^{-2} ($R^2=0.95$ y $R^2=0.94$, respectivamente).

Rendimiento de grano. La producción de maíz mostró diferencias significativas ($p<0.05$) entre tratamientos (Cuadro 10). La producción promedio fue entre 8.6 t ha^{-1}, con la densidad de siembra más alta, y 10.3 t ha^{-1} con la densidad de población más baja. El coeficiente de variación experimental fue de 14.3 %, lo que es normal

para experimentos en condiciones de campo. Con la densidad de siembra más baja se observó una mediana correlación inversa, con tendencia estadística potencial, entre el rendimiento de grano, como variable dependiente del número de plantas m^{-2} (R^2=0.72), sin embargo, el grado de asociación entre ambas variables fue más estrecha (r=0.85)

Biomasa aérea. Los resultados de producción de biomasa aérea no mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p<0.05$) (Cuadro 13), la producción promedio de este parámetro fluctuó entre 20.2 y 23.2 t ha^{-1}. La variación experimental fue de 10.3 %.

Índice de cosecha. Los resultados del índice de cosecha mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p<0.05$), éste fluctuó entre 0.37 y 0.44 t ha^{-1}. El valor más bajo se dio con la densidad de población más alta, lo que indicó una mayor producción de paja y menor producción de grano, lo que puede explicarse por la competencia entre plantas. A medida que aumentó el número de plantas disminuyó el índice de cosecha, se observó una relación inversamente proporcional (R^2= 0.94).

Relación beneficio/costo. La rentabilidad en la producción de maíz en las densidades de siembra evaluadas se refleja claramente a través de la relación beneficio costo (RBC) (Cuadro 2). La densidad mayor implicó también un costo de producción mayor, con una RBC de 1.23, la cual obtuvo una rentabilidad 28 % menor a lo obtenido en contraste, con el tratamiento con la densidad de población más baja. En sí el costo de comercialización de maíz fue de $ 5.3 por kg, al finalizar el ciclo primavera-verano de 2024. Lo anterior puede considerarse como bajo; sin embargo, con un uso excesivo de insumos agrícolas en los sistemas de producción la probabilidad de obtener una mejor ganancia es baja. Ante los bajos costos de comercialización en el mercado es prudente hacer un uso racional de los insumos agrícolas para aumentar la probabilidad de obtener un mejor margen de ganancia para el productor. Es de destacar que el tratamiento con la densidad de población más bajas, tuvo una producción 20 % mayor, con respecto a la producción que hubo en el tratamiento con la densidad de población más alta. Ello implicó cerca de $9,000 más de ganancia ha^{-1}. Es importante señalar que, en sí hubo un ahorro, en todos los tratamientos, en la aplicación de fuentes de fertilizante químico de P y K, considerando que el análisis de suelo mostró altas reservas contenidas de estos elementos para la nutrición del cultivo. Por otra parte, es importante destacar que hubo una correlación inversamente proporcional muy estrecha, con una tendencia estadística potencial, entre la relación beneficio costo como variable dependiente de la densidad de siembra. Lo anterior pone en evidencia que ajustando de manera racional el uso de insumos agrícolas, en este caso semilla y fertilizantes se pueden abatir costos de producción y aumentar el margen de ganancia para el productor.

Cuadro 2. Costo de producción por tratamiento y relación beneficio costo.

Labores e insumos	Densidad de siembra		
	80	90	120
	Pesos/hectárea		
Barbecho	2,500	2,500	2,500
Rastra	2,800	2,800	2,800
Nivelada	1,200	1,200	1,200
Surcado	0,600	0,600	0,600
Siembra manual	1,000	1,000	1,000
Semilla	4,550	5,250	7,000
Fertilizante	6,460	6,460	6,460
Riego	2,700	2,700	2,700
Herbicidas	4,800	4,800	4,800
Insecticidas	1,900	1,900	1,900
Peones Aplicar	2,000	2,000	2,000
Cultivadas	0,600	0,600	0,600
Trilla	3,500	3,500	3,500
Costos de producción	34,610	35,310	37,060
Valor de la producción ($ 5.30/kg)	54,590	47,700	45,757
Relación beneficio/costo	1.58	1.35	1.23

CONCLUSIONES

La densidad de siembra de 80,000 semilla ha^{-1}, tuvo una población de 73,000 plantas ha^{-1}, y fue donde hubo el mayor rendimiento de grano, por lo cual fue donde hubo la mayor relación beneficio/costo: 1.58, lo cual fue una rentabilidad 28 % mayor con respecto a la mayor densidad de siembra; el equivalente a cerca de $ 9,000 más por hectárea. Con base en lo anterior se acepta la hipótesis planteada. A pesar de la siembra tardía y el bajo costo del maíz en el mercado (% 5.30 por kg) se logró obtener una rentabilidad mediana con la densidad de siembra más baja. Es necesario tratar de establecer el cultivo en fechas más óptimas de siembra, para tratar de obtener un mayor rendimiento y un mayor margen de ganancia para el productor.

AGRADECIMIENTOS

Al TecNM, Campus Roque, por brindarme las herramientas necesarias para mi formación académica y por ser un espacio de crecimiento personal y profesional. Al INIFAP, Campo Experimental Bajío, por la dirección de la investigación y su valiosa colaboración en el análisis de la información.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Boegue, E. 2009. Centros de origen, pueblos indígenas y diversificación del maíz. Ciencias: 92-93(octubre-marzo):18-28.

Food and Agriculture Organization of de United Nations (FAO). 2024. Statistical Yearbook Word Food and Agriculture.https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d784864f-7f28-49d2-903e-680d09a9d97/content/cd2971en.html.

García, E. 1984. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F., México. pp.16-21.

García-López, D.A. y R. Alonso-Hernández. 2023. Estudio de altas densidades de siembra en la producción de maíz (Zea mays) híbrido. Tecnología en marcha 36(4):160-168.

Lashkari, M., H. Madani, M. Reza-Ardakani, F. Golzardi and, K. Zargari. 2011.Effect of Plant Density on Yield and Yield Components ofDifferent Corn (Zea mays L.) Hybrids. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 10 (3): 450-457.

Márquez-Sánchez, F. 2009. De las variedades criollas de maíz a los híbridos transgénicos. II: la hibridación. Agricultura, Sociedad y Desarrollo 6(2):161-176.

Ortiz, F. C., Ortíz, M. T. G., Enríquez, E. A., Elos, M. M., & Guevara, L. P. 2014. Densidad de población y correlaciones fenotípicas en caracteres agronómicos y de rendimiento en genotipos de maíz. Ciencia y Tecnol. Agrop. México, 2(1), 9-16.

Pons-Hernández, J.L., A.D. Torreón-Ibarra, R. Paredes-Melesio y T. Medina-Cázares. 2013. Guía para producción de maíz. En: Guía para la producción de maíz, frijol, trigo y sorgo. Mandujano-Bueno, A., R. Paredes-Melesio, M.A. Alamilla-Gómez y J.F. Buenrostro-Rodríguez (Eds.). Libro técnico no. 4. INIFAP, Campo Experimental Bajío, Celaya, Guanajuato. 56 p.

Quiroz-Mercado, Jorge. D. de J. Pérez López, A. González-Huerta, M. Rubí Arriaga, F. Gutiérrez-Rodríguez, J.R.P. Franco Martínez y J.F. Ramírez Dávila. 2017. Respuesta de 10 cultivares de maíz a la densidad de población en tres localidades del centro mexiquense. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 8(7):1521-1535.

Rangel-Lucio, J. Antonio, Santacruz-Varela, Amalio, Córdova-Téllez, Leobigildo, García-Rodríguez, J. Guadalupe, Cervantes-Ortíz, Francisco, Vaquera-Huerta, Humberto, & Cuenca-Salgado, Jesús Alberto. (2021). Adaptación y selección de maíces nativos en la región del Bajío de México por su caracterización morfológica. Revista fitotecnia mexicana, 44(2), 241-250. Epub 09 de octubre de 2023.https://doi.org/10.35196/rfm.2021.2.241