

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE TRES HÍBRIDOS DE MAÍZ (ZEA MAYS L.)
SEMBRADOS A DOS DISTANCIAS EN EL LITORAL ECUATORIANO**

**AGRONOMIC EVALUATION OF THREE CORN HYBRIDS (ZEA MAYS L.)
PLANTED AT TWO DISTANCES ON THE ECUADORIAN COAST**

José Luis Valarezo Perugachi¹
Edison Javier Montero Albán²
Danilo Xavier Santana Aragone³
Edwin Amado Mendoza Hidalgo⁴
Alejandro Jair Coello Mieves⁵

Resumen

En Ecuador el maíz es un cultivo importante tanto para la economía como para la seguridad alimentaria. Los principales lugares de producción son la costa y la sierra, el país ha introducido ciertas variedades híbridas que han mejorado la productividad y la sostenibilidad de los cultivos. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la respuesta agronómica de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) sembrados a dos distancias en la zona de Pajan, Manabí. Se utilizó un diseño Bloques completos al azar con arreglo factorial 3 x 2 distribuidos aleatoriamente en tres repeticiones. En cuanto a los resultados de la investigación se determinó que las distancias de siembra aplicadas a los diferentes materiales incidieron en la obtención de diferencias en las variables agronómica de los diferentes híbridos aplicados. El híbrido Dekalb 8719 registro el mejor valor de altura de planta a la cosecha con 2.29 cm y el mejor promedio de altura de inserción de mazorca (1.50 cm). Los tratamientos Dekalb 8719 con una densidad de siembra de 0.20 m x 0.80 m y 0.16 m x 0.60 m presentaron el mejor promedio de altura de planta 2.29 cm y 2.28 cm, al igual que una mejor altura de inserción de mazorcas con 1.50 cm y 1.49 cm, respectivamente. El híbrido Adv 9559 registro el mayor número de grano por mazorca con 500.50; mientras que las interacciones demostraron que el tratamiento Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m presento el mejor promedio de 602.33 número de grano por mazorca. El híbrido Adv 9559 registro el mayor promedio de longitud de la mazorca (19.17 cm); las interacciones demostraron que el tratamiento

Recepción: 28 de Julio de 2024/ Evaluación: 15 de Agosto de 2024/ Aprobado: 01 de Septiembre de 2024

¹Magister en Agronomía Mención Protección Vegetal por la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. Empresa Agrop"Key" Representante Técnico Comercial Zona Los Ríos Norte y Sur. Email: Jose-Valarezo-1386@outlook.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1285-8477>.

²Ingeniero Agrónomo por la Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. Técnico Independiente. Email: javier_m_alban23@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7121-7890>.

³Ingeniero Agrónomo por la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. Magister en Agronomía mención en Protección Vegetal. Analista de Laboratorio en la Facultad de Ciencias Agropecuarias - Universidad Técnica de Babahoyo Km 7,5 vía Babahoyo-Montalvo, Ecuador. Email: dsantana@utb.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9895-9217>.

⁴Magister en Agroingeniería por la Universidad Politécnica de Madrid. Docente en la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias Km 7,5 vía Babahoyo-Montalvo, Ecuador. Email: emendoza@utb.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0571-5024>.

⁵Magister en Agricultura Sustentable y Sostenible por la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. Superintendente de Producción de la Compañía Azsulaza. Email: jaircoello1968@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7120-7060>.

Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m presento un mejor promedio de 24.33 cm. Los híbridos Dekalb 8719 y Adv 9559 registraron los mayores promedios de peso de 100 granos con 42.67 y 42.33; las interacciones demostraron que el tratamiento Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m presento un mejor promedio con 44.67 g. En cuanto a los híbridos, Dekalb 8719 registro el mayor promedio de rendimiento por hectárea con 12318.33 kg/ha; las interacciones demostraron que el tratamiento Dekalb 8719 - 0.16 m x 0.60 m presento el mejor promedio de rendimiento por hectárea con 15041.32 kg/ha

Palabras clave: Densidad poblacional, híbridos de maíz, manejo, rendimiento.

Abstract

In Ecuador, corn is an important crop for both the economy and food security. The main production places are the coast and the mountains; the country has introduced certain hybrid varieties that have improved the productivity and sustainability of crops. The objective of this research was to evaluate the agronomic response of three corn hybrids (*Zea mays* L.) planted at two distances in the area of Paján, Manabí. A complete randomized block design was used with a 3 x 2 factorial arrangement randomly distributed in three repetitions. Regarding the results of the research, it was determined that the planting distances applied to the different materials influenced the obtaining of differences in the agronomic variables of the different hybrids applied. The Dekalb 8719 hybrid recorded the best plant height value at harvest with 2.29 cm and the best average ear insertion height (1.50 cm). The Dekalb 8719 treatments with a planting density of 0.20 m x 0.80 m and 0.16 m x 0.60 m presented the best average plant height of 2.29 cm and 2.28 cm, as well as a better insertion height of ears with 1.50 cm and 1.49 cm, respectively. . The Adv 9559 hybrid recorded the highest number of grains per ear with 500.50; while the interactions showed that the Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m treatment presented the best average of 602.33 grain number per ear. The hybrid Adv 9559 recorded the highest average ear length (19.17 cm); The interactions showed that the Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m treatment presented a better average of 24.33 cm. The hybrids Dekalb 8719 and Adv 9559 recorded the highest average weight of 100 grains with 42.67 and 42.33; The interactions showed that the Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m treatment presented a better average with 44.67 g. As for the hybrids, Dekalb 8719 recorded the highest average yield per hectare with 12318.33 kg/ha; The interactions showed that the Dekalb 8719 treatment - 0.16 m x 0.60 m presented the best average yield per hectare with 15041.32 kg/ha

Keywords: Population density, corn hybrids, management, yield

Introducción

El maíz, *Zea mays* L, es uno de los cultivos alimentarios más antiguos que se conocen, se utiliza no sólo como alimento humano, sino también como alimento para animales y materia prima para biocombustibles, se ha constituido como el cereal más cultivado e importante a nivel mundial, superando en producción global al trigo y al arroz, la investigación y el desarrollo de híbridos de maíz se han centrado en mejorar características como la resistencia a enfermedades, la tolerancia a la sequía y la mejora de la productividad (Linares, 2021).

Según León (2019), indica que en Ecuador el maíz es un cultivo importante tanto para la economía como para la seguridad alimentaria. Los principales lugares de producción son la costa y la sierra, el país ha introducido ciertas variedades híbridas que han mejorado la productividad y la sostenibilidad de los cultivos, *Zea mays* en los últimos años ha aumentado su producción, contribuyendo la importación del grano que tiende a satisfacer a la industria de balanceados.

Paján es un cantón de la provincia de Manabí, conocido por su agricultura diversa, el maíz es uno de los cultivos más importantes de esta región, los agricultores locales han adoptado híbridos desarrollados tanto por el INIAP como por el sector privado que se adaptan bien a las condiciones climáticas y del suelo de la zona, sin embargo, la siembra de estos híbridos es un factor fundamental para incrementar el rendimiento (Villares, 2020).

El cultivo de maíz es de gran importancia en el país, importante para la producción de biocombustibles y la alimentación humana y animal, la evaluación de híbridos de maíz es importante para mejorar el rendimiento y la resistencia a enfermedades, pero enfrenta desafíos como la interacción genotipo-ambiente, los altos costos de la evaluación y los problemas en el manejo agronómico, los desafíos de evaluar y mejorar tres híbridos de maíz son el resultado de una combinación de factores genéticos, ambientales, agronómicos, económicos y sociales (Ledezma, 2022).

Existe un gran problema en el uso de semillas, sobre todo por la inexistencia de variedades criollas, es así como el mercado está saturado de una infinidad de híbridos poco productivos, siendo necesario analizar su funcionalidad, pero en los híbridos de maíz pueden variar en rendimiento y resistencia a factores bióticos y abióticos (Sandoval, 2020).

La selección del híbrido de maíz tiene una gran importancia para el productor, y la elección del mismo generalmente está basada en rendimientos obtenidos en estudios realizados en igual o similar situación que la del productor, en estudios de tipo multilocal, en referencia de otros productores vecinos, por el consejo del técnico prestador de servicio, por el precio de la semilla, o en base a fortalezas o debilidades específicas del híbrido vinculadas a tecnología determinada. El híbrido de maíz está compuesto por un 90-95% del material genético de la hembra, el mismo que es superior genotípicamente. Es por ello que la evaluación del rendimiento del híbrido en sí es superflua, ya que las diferencias genotípicas existentes dejan de manifiesto la producción de biomasa (= rendimiento) (Tello, 2024).

El maíz se adapta a una amplia variedad de suelos donde puede producir buenas cosechas, si se emplean los cultivares adecuados y técnicas de cultivo apropiadas, sin embargo, se prefieren los siguientes: suelos de textura media y pesada, profundos, bien drenados, arcilla fértil y suelos limosos con buenas características de retención de agua. Los subsuelos ácidos o densos limitan la penetración de la raíz. La densidad óptima de la planta varía entre 70000 a 80000 plantas/ha (Almanza, 2023).

Un híbrido de maíz resulta cuando una planta de maíz fecunda a otra que genéticamente no está emparentada con la primera. La planta que produce la semilla se denomina progenitora hembra o de semilla, en tanto que la planta que proporciona el polen para fecundar a la hembra se denomina progenitor macho o de polen. En otras palabras, una planta hembra es cruzada con una planta macho a fin de producir semilla híbrida. Esta semilla posee una configuración genética única, resultado de ambos progenitores, y produce una planta con ciertas características (Ydrogo, 2020).

Los fitomejoradores generan los progenitores hembra y macho de cada híbrido con el fin de crear progenies con ciertas características, como una madurez específica, resistencia a enfermedades, cierto color de grano, calidad de procesamiento, etc. Ésta es la semilla híbrida única que los agricultores sembrarán en sus campos. Cuando un agricultor compra la semilla de cierto híbrido, espera que tenga un desempeño en el campo igual al que se señala en la descripción de la variedad (Bravo et al., 2021).

La diversidad genética es importante, pero el rendimiento es el factor más importante a considerar cuando se eligen los híbridos. Las mejores estrategias de producción no darán lugar a altos rendimientos si no eliges híbridos de alto rendimiento. Se recomienda que los productores

reevalúen los híbridos que elija cada año. Los híbridos más nuevos suelen ofrecer un mayor potencial de rendimiento que los que han estado en el mercado durante varios años (García et al., 2019).

El maíz es uno de los cultivos más adaptables a altitudes, por lo que esta característica es aprovechada para sembrar diferentes híbridos de acuerdo a la adaptabilidad del híbrido a las diferentes zonas de producción. Se puede diferenciar a los híbridos de acuerdo al área geográfica y a la altitud. Es importante mencionar que los híbridos poseen genotipos con rápido crecimiento, al distribuir el floema mediante el sistema vascular, en forma bilateral (Prado, 2023).

El uso de altas densidades de población en maíz se traduce en un mejor uso del terreno, que en conjunto con un área foliar grande permiten al productor aumentar el rendimiento del cultivo por unidad de superficie; debido a que la radiación fotosintéticamente activa, ubicada en longitudes de onda de 400 a 700 nm (López, 2023).

Mediante un ensayo en maíz Roca (2020) determinó que la distancia de 0.20 m x 0.85 m reflejó una mejor respuesta en los materiales incluso alcanzado mayor peso de la mazorca con 39.48 gramos en comparación a los otros híbridos que alcanzaron pesos de 45.03 gramos, 37.02 gramos y 33.52 gramos para los híbridos Pioneer 4039, Advanta 9313 y Advanta 9139 respectivamente. En cuanto a los promedios obtenidos para el híbrido Pioneer 4039 fue mayor a baja densidad de siembra mientras que los híbridos Advanta 9139 y Advanta 9313 alcanzaron promedios mayores a densidad de 62500 plantas ha⁻¹. Aludiendo que a baja densidad la planta se desarrolló eficientemente evitando la competencia por espacio y nutrientes ocasionada en aquellos tratamientos donde se manejaron densidades de 62500 plantas ha⁻¹.

García (2023), determinó mediante un estudio que los híbridos de maíz utilizados (Mora AQ1, Mora AQ2 y MavrDos C2 Br) presentaron diferencias en el rendimiento de grano. El híbrido Mora AQ1 fue el de menor rendimiento con 13.236 kg/ha y a su vez el de menor peso de grano con 182.3 g. La densidad poblacional del híbrido Mora AQ2 permitió un porcentaje de pendulación y peso específico más adecuado al mercado y superior en rendimiento económico con una determinada distancia de siembra de 0.70 m de s/m de r (70 cm + 10 cm). Existe una relación directa entre el alto rendimiento del híbrido Mora AQ2 con su óptimo rendimiento económico (favorable para la tenencia de tierras no superiores a las 6.000 ha), al poseer la mayor cantidad de unidades zúcales y un mayor precio en sí a ese nivel de población; esto posibilitó que esta siembra brinde los mayores resultados a nivel económico, seguido del híbrido MavrDos con la distancia de siembra de 0.70.

Acerca de la distancia de siembra cuando no se ha ajustado a la distancia de siembra las recomendaciones desarrolladas para variedades específicas de maíz se verán afectadas, en producción, dado que aún no se ha determinado el número ideal de fábricas, los agricultores siembran un promedio de 60.000 semillas por hectárea y no entienden la agronomía de este maíz, lo que resulta en una baja producción (Cevallos, 2022).

Al llegar al follaje es mejor aprovechada por el cultivo, ya que la densidad óptima se alcanza cuando se encuentra la cantidad de plantas que permite un óptimo desarrollo de la misma y esto permite obtener un óptimo desarrollo (Cevallos & Marsillo, 2022).

Al utilizar bajas densidad de plantas se corre el riesgo de no aprovechar adecuadamente los recursos en años con mayores precipitaciones o en sectores del lote con mayor oferta de agua. Por lo tanto, en planteos productivos de baja densidad de plantas es importante la utilización de híbridos con alta plasticidad reproductiva, ya sea por tener la capacidad de generar varias espigas por planta o por lograr espigas con mayor número de granos. Los híbridos con plasticidad reproductiva en condiciones de mayor oferta de recursos por planta incrementan su rendimiento individual y

compensan el menor número de plantas, permitiendo adecuado rendimiento del cultivo (Ullaui, 2024).

El maíz responde como una planta de día Corto, es decir cuando se lo siembra en fechas tardías, para completar su desarrollo requiere una suma térmica mayor. Esto quiere decir que, aun cuando en el número de días no se observa puntualmente esta diferencia, el maíz tiende a alargar su ciclo cuando se retrasa la fecha de siembra, esta respuesta varía con la localidad y con el genotipo. En términos productivos se debe ajustar la densidad en fechas tardías disminuyendo marcadamente la cantidad de plantas (FORRATEC, 2016).

Una correcta densidad de población es un requisito imprescindible para obtener una buena cosecha, ya que es importante no olvidar que cuando las siembras quedan claras, el mayor tamaño de las mazorcas no compensa la falta de plantas. Por otra parte, es importante recordar que existen híbridos que son tolerantes a las altas densidades de siembra y otros que no lo son, produciéndose en este segundo caso plantas poco vigorosas y esterilidad, si la población es excesiva (Herrera & Prado, 2022).

Las densidades de siembra recomendadas para maíz varían según el objetivo, que puede ser grano, forraje o ambos. La densidad óptima en maíz para rendimiento de grano y forraje depende del genotipo, fertilidad y manejo agronómico del cultivo se recomienda el empleo de híbrido de doble propósito productores de granos y forraje siempre y cuando se utilicen manejos similares (Marcos & Lampa, 2023).

La densidad de plantas óptima para la producción de grano es menor que la densidad para la producción de forraje. La importancia de esta relación radica en el efecto que la proporción de grano tiene en la calidad nutricional del maíz forrajero. Al aumentar la densidad de plantas por hectárea la competencia entre plantas afecta la emergencia de estigmas, la polinización, la formación de número de granos e incrementa las mazorcas estériles (Ortega, 2017).

La densidad de plantas óptima en el cultivo de maíz debe ser adecuada en función de la disponibilidad de recursos: agua y nutrientes. En maíz, la disponibilidad de recursos por planta en el periodo previo y pos floración (alrededor de 30 días) define el número de granos por planta. Condiciones de baja disponibilidad de recursos por planta han sido generadas, entre otras causas, por escasas precipitaciones, por suelos someros, y por excesiva densidad de plantas. En casos extremos de baja tasa de crecimiento por planta en período de floración se puede observar plantas estériles (Espinoza & Padilla, 2021).

La elección de una correcta densidad de plantas es determinante para lograr altos rendimientos en maíz; debe ir alineada con la oferta de recursos que nos ofrece el ambiente y para ello, resulta conveniente analizar variables de manejo agronómico tales como: calidad ambiental, fecha de siembra y tipo de híbrido utilizado. La caracterización de los recursos ambientales que dispone el cultivo es una herramienta muy valiosa para poder decidir correctamente la densidad de siembra. Parámetros tales como: capacidad de uso, características del lote, pronóstico climático, agua útil acumulada durante el barbecho, ciclo de rotaciones y paquete tecnológico a utilizar ayudan en la toma de decisiones. Cuando los recursos disponibles son reducidos, disminuye la tasa de crecimiento del cultivo durante la floración, afectando el crecimiento por planta individual (FORRATEC, 2016).

El tipo de híbrido utilizado debe ser una decisión agronómica que debe estar en concordancia con los demás parámetros mencionados anteriormente. Es decir que existe una clara interacción entre estos factores (densidad, fecha de siembra y genética) que debe ser tomada en cuenta a la hora de decidir la estrategia productiva. En un primer punto se debe mencionar que existen diferencias entre híbridos en la respuesta a la densidad. Para cada genotipo existe un número óptimo

de plantas que dependerá, en primera instancia del ambiente, pero intrínsecamente de las características del mismo tales como: estructura de planta, ciclo y plasticidad genética) (FORRATEC, 2016).

El mejoramiento genético del maíz ha incrementado de modo notable la tolerancia a altas densidades, asociada con cambios en las relaciones entre la cantidad de granos fijados y la tasa de crecimiento de la planta y con una menor variabilidad entre plantas en el cultivo (Riego, 2024).

La densidad óptima en maíz es la menor densidad que posibilita maximizar el rendimiento en grano. La densidad óptima depende de la plasticidad vegetativa y reproductiva del cultivar que se haya utilizado para el establecimiento de la plantación (Guarniz & Santisteban, 2024).

Esa densidad puede ser diferente de la densidad que asegura coberturas eficientes en la captura de luz ya que en maíz se modifica sensiblemente a través de los ambientes, respondiendo a las variaciones en la oferta de recursos para el crecimiento (de clima y de suelo, naturales o agregados) (Bonilla, 2023).

Por lo tanto, el ambiente y el manejo modifican la densidad óptima en maíz. Cuando los recursos para el crecimiento se tornan limitantes se reduce la capacidad de las plantas para crecer durante la floración y aumenta el riesgo de aborto de granos. Dicho riesgo debe ser prevenido sembrando una menor densidad que permita mejorar la disponibilidad de recursos para cada planta y revertir su granazón. Esta estrategia reportará beneficios de rendimiento mientras el incremento en la producción por planta supere la reducción en el número de plantas, desplazando la densidad óptima hacia menores valores (Delgado, 2021).

Tabla 1. Densidades de siembra optimas y densidades recomendadas para materiales de siembra de maíz en zonas tropicales

| Altura de planta (m) | Días a 50 % de floración masculina | Densidad optima (plantas/ha) | Densidad (plantas/ha) |
|----------------------|------------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 1.6-1.8 | <50 | 85.000 | 60.000 |
| 1.8-2.0 | 50-55 | 78.000 | 55.000 |
| 2.0-2.2 | 56-60 | 70.000 | 55.000 |
| 2.2-2.4 | >60 | 65.000 | 45.000 |

Fuente: Delgado (2021)

Metodología

La respuesta del rendimiento en grano por unidad de área al incremento en la densidad de siembra en el cultivo de maíz plantas de maíz, es de tipo óptimo. Se ha observado que mientras el rendimiento por planta disminuye con el incremento en densidad, el rendimiento del cultivo se incrementa hasta un máximo a partir del cual los aumentos posteriores en el número de individuos lo reducen marcadamente. La densidad óptima es aquella que permite al cultivo alcanzar el máximo rendimiento en grano, sin comprometer el desarrollo del mismo. El componente del rendimiento más afectado por la utilización de distintas densidades de siembra en el cultivo de maíz es el número de granos que alcanzan la madurez. El mismo se asocia con la capacidad de crecimiento de la planta durante la floración, cuando se determina la disponibilidad de asimilados para los granos en formación (Narváez, 2024).

A medida que el crecimiento por planta disminuye por incrementos en la densidad, la caída en el número de granos fijados en la planta se hace más abrupta. Ello responde al relegamiento en la asignación de asimilados dentro de la planta que sufre la espiga, debido a mecanismos de

dominancia apical. Este comportamiento conduce a que se alcance un umbral de crecimiento mínimo por planta, por debajo del cual ulteriores incrementos en la densidad determinan su esterilidad (Sullca, 2023).

En el caso de cultivos de maíz de entre surcos, el distanciamiento simple entre surcos a yama es variado, aunque su aceptación principal se encuentra entre 1.50 hasta 1.60 m. Sistematizaciones recientes han detectado que distanciamientos muy ajustados (1.40 m o menos) comprometen el desarrollo foliar de las plantas, propiciando la ocurrencia de malas hierbas, plagas como el gusano cogollero y enfermedades de la parte aérea, lo que redundó en penalizaciones en el rendimiento final de grano. De igual manera, un manejo demasiado amplio entre surcos (1.70 m o más) tiende a favorecer la floración tardía y/o dispersa, contribuyendo igualmente a ocurrencias significativas de malezas, apertura del suelo y suelo desprotegido (Villanca, 2024).

El distanciamiento entre plantas a surcos es variable según el material genético y el nivel de fertilización. En el caso del maíz blanco, por lo general se comporta favorablemente hasta distanciamientos elevados, como 0.60 m, 0.70 m y en algunos casos de muy buena adaptación hasta 0.90 m. El maíz amarillo normalmente penetra adecuadamente a distanciamiento de 0.60 m-0.70 m, dependiendo levemente del híbrido en particular. En contraposición, el maíz amarillo flint (zona de costa) tiene una menor habilidad para competir entre plantas, por lo que su comportamiento tiende a ser crítico a distancias entre plantas superiores a los 0.65 m, lo que, combinado con bajos suministros de nitrógeno, tiende a acusar significativos bajos rendimiento (Barandiarán, 2020).

En el maíz, la disponibilidad de recursos (principalmente agua y nitrógeno) modifica marcadamente la respuesta a la densidad de plantas. En ambientes de buena disponibilidad de agua y nutrientes, los mayores rendimientos se obtienen con densidades elevadas. En cambio, en condiciones de baja disponibilidad de recursos, la densidad de plantas óptima es sensiblemente menor (Blanco & González, 2021).

Cuando los recursos ambientales se tornan limitantes, la tasa de crecimiento por planta alrededor de la floración disminuye a valores en los cuales la respuesta del número de granos fijados por planta a dicha tasa de crecimiento, es muy alta. Esta situación puede ser prevenida por la disminución de la densidad, con lo que se reduce la competencia entre individuos y aumenta, por lo tanto, la tasa de crecimiento por planta. En consecuencia, la densidad óptima de plantas para lograr un máximo rendimiento en granos, está directamente asociada con la disponibilidad de recursos (Rivera, 2022).

Cuando se retrasa la fecha de siembra de maíz, el periodo crítico del cultivo para la determinación de rendimiento (floración) se desplaza hacia momentos de menor irradiación, respecto de siembras más tempranas y, en consecuencia, el potencial de crecimiento de las plantas disminuye. Las siembras tardías están, entonces, generalmente asociadas con un a menor tolerancia a altas densidades. Consecuentemente, la densidad óptima para rendimiento en grano disminuye a medida que se retrasa la siembra del cultivo de maíz en ambientes templados, a diferencia de lo esperado para otros cultivos (González & Pacho, 2023).

Rusoci & Riglos (2023), encontraron aumentos significativos en los rendimientos de maíz cuando aumentaron la densidad de siembra de 60.000 a 90.000 plantas/ha en siembras tempranas, mientras que en siembras tardías los resultados fueron inversos. En ambos casos, las diferencias entre los incrementos fueron más marcadas en Balcarce que en Pergamino.

La elección de la fecha de siembra de maíz y cultivar es clave; el retraso de 60 días en la siembra de marzo reduce 1500-2000 kg/ha respecto al rendimiento máximo, generado por la disminución del número de plantas y/o de espigas (circunstancial). La decisión del híbrido en siembra temprana es económica; el híbrido tardío tiene de 500 a 1000 \$/ha mayor costo de

implementación y fertilizantes, de 3 a 5% mayor riesgo climático, riesgo sanitario y daño por heladas. Para definir los límites de siembra temprana y tardía (en días) se utilizarán rindes fijos y un margen bruto variable (Campos, 2022).

La presente investigación se justifica mediante la determinación del híbrido de mayor rendimiento, así como el distanciamiento de siembra óptimo para cada material de siembra, para de esta manera generar información relevante que pueda ser utilizada por técnicos agrícolas, así como por agricultores, que tenga su interés en sembrar el híbrido con mayor rendimiento. Los resultados de la investigación ayudarán a lograr un correcto aprovechamiento del recurso suelo, a la vez que se podrá transferir información sobre la adaptación de los híbridos de maíz estudiados en una distancia de siembra correcta para la zona, garantizando una inversión viable en dichos materiales de siembra, tomándose en cuenta que este cultivo es de suma importancia en el área donde se realizó la investigación.

La siguiente investigación se realizó en los terrenos de la Hacienda Santa Inés del propietario Jhonny Nieto, ubicada en el cantón Pajan Provincia de Manabí, con coordenadas geográficas 1.55717°S y 80.43446° O, a una altitud de 149 msnm. Con el objetivo de realizar determinadas evaluaciones agronómicas de tres híbridos de maíz sembrados a dos distancias. El tipo de investigación que se realizó es de campo/laboratorio con estadística descriptiva inferencial-/cuantitativa. Se utilizaron materiales campo y material vegetal de siembra los híbridos de maíz: Dekalb 8719, Dekalb 7088 y Adv 9559. La investigación es experimental donde se manipularon dos factores correspondientes a tres híbridos de maíz y dos distanciamientos de siembra recomendados entre plantas, evaluando diferentes variables agronómicas que reflejaron la aplicación de diferentes espaciamientos entre plantas en los híbridos seleccionados. Se evaluaron los tratamientos como se indica en la siguiente Tabla 2:

Tabla 2. Tratamientos estudiados

| Tratamientos | Líneas/Cultivares | Distancia |
|--------------|-------------------|-----------------|
| 1 | Dekalb 8719 | 0.20 m x 0.80 m |
| 2 | Dekalb 8719 | 0.16 m x 0.60 m |
| 3 | Dekalb 7088 | 0.20 m x 0.80 m |
| 4 | Dekalb 7088 | 0.16 m x 0.60 m |
| 5 | Adv 9559 | 0.20 m x 0.80 m |
| 6 | Adv 9559 | 0.16 m x 0.60 m |

En este experimento se utilizó un diseño Bloques completos al azar con arreglo factorial 3 x 2 distribuidos aleatoriamente en tres repeticiones. Las comparaciones de las medias se efectuaron con la prueba de Tukey al 5 % de significancia estadística. Para la preparación de terreno se realizó dos pases de rastra a fin de dejar el terreno en donde se localizaron las parcelas, bien mullido facilitando la germinación de las semillas previamente sembradas y el correcto desarrollo radicular de las plantas en sus primeras etapas fenológicas. La siembra fue realizada de forma manual mediante la utilización de espeques depositando una semilla por sitio, y con la ayuda de una cinta métrica de una longitud de 50 metros se verifico que se cumpla con las distancias de siembras establecidas anteriormente (0.20 m * 0.80 m y 0.16 m * 0.60 m). El control de maleza se realizó mediante la aplicación de herbicidas, para el control en pre emergencia se aplicó Pendimetalina 2.0 l ha-1 + 300 cc ha-1 de Amina + 2 l ha-1 de Glifosato, después de la siembra. Posteriormente, a los 20 días se aplicó 1.0 kg ha-1 de Atrazina + 1.5 kg ha-1 de Nicosulfuron dublon gold incluida una aplicación en conjunto de Cosmoind (Fijador) en dosis de 250 cc ha-1. No obstante, realizadas las

aplicaciones químicas para el control de las malezas, también se efectuaron deshierbas manuales cuando se percibió incremento en todas las parcelas.

El raleo se lo realizó a los 7 días después de la siembra dejando las plantas más vigorosas. Se realizaron tres aplicaciones de fertilización edáficas: la primera realizada a los 10 días después de la siembra mediante la aplicación de 150 kg de fertilizante completo 8-20-20 (NPK) la segunda aplicación se utilizó 150 kg ha⁻¹ Yara Amidas + 50 kg ha⁻¹ de Muriato de Potasio a los 22 días y la tercera fertilización consistió en la aplicación de 150 kg ha⁻¹ de Urea a los 35 días de edad del cultivo. El cultivo se lo hizo en condiciones de época seca, por ende, se aplicó el sistema de riego bajo inundación en las diferentes etapas del cultivo en total se aplicaron cuatro riegos en el cual se utilizó una bomba de caudal con una duración de dos horas para cada riego. En el control fitosanitario se utilizaron los insecticidas Clorantropilprole + Imidacloprid en dosis de 100 ml ha⁻¹ y 300 cc ha⁻¹ a los 15 días, mientras que a los 25 días se utilizó Clorpirifos + Imidacloprid en dosis de 1 l ha⁻¹ y 300 cc ha⁻¹ respectivamente, a los 40 días se aplicó Metominostrobin en dosis de 1.25 ml ha⁻¹ para la prevención de la mancha de Asfalto. Para efecto de las aplicaciones se realizaron monitoreos constantes para aplicar los productos en el momento adecuado. Se cosechó manualmente las mazorcas una vez que el cultivo haya alcanzado su madurez fisiológica.

La altura de planta a cosecha se determinó seleccionando 10 plantas al azar, donde se midió desde la base del tallo hasta el nudo basal de la panícula, dichos valores se promediaron expresándose en cm.

La altura de inserción de la mazorca se evaluó seleccionando 10 plantas al azar, donde se midió desde la base del tallo hasta la inserción la mazorca, dichos valores se promediaron expresándose en cm.

Los días a la floración se evaluó contabilizando el número de días desde la emergencia hasta la floración cuando el 50% más uno, de las plantas del área útil estuvieron florecidas, se expresó en días.

En la variable número de hilera de grano por mazorca se escogieron 10 mazorcas al azar, donde se contabilizó el número de hilera de grano por mazorca, en la cual se promedió los valores obtenidos.

En la variable número de grano por mazorca se escogieron 10 mazorcas al azar, y se contabilizó el número de granos por mazorca y se promedió.

En la variable longitud de la mazorca se escogieron diez mazorcas al azar y se midió de la base de la misma hasta el ápice de la mazorca, en la cual se promedió los valores obtenidos y se registró en cm.

En la variable peso de 100 granos se escogieron al azar 100 granos y se los pesó, mismo que se expresó en gramos.

El rendimiento se determinó por el peso de los granos resultantes del área útil de cada parcela experimental, uniformizando al 14 % de humedad y convertido en kg/ha. Para uniformizar el peso se utilizó la siguiente fórmula:

$$P_u = \frac{P_a (100 - H_a)}{100 - H_d}$$

Dónde:**Pu:** peso uniformizado**Pa:** peso actual**Ha:** humedad actual**Hd:** humedad deseada

El análisis económico, se realizó en función del nivel de rendimiento de grano en kg/ha, respecto del costo económico de los tratamientos en relación al beneficio/costo.

Resultados

Los promedios de altura de planta a la cosecha se presentan en la Tabla 3, en donde el análisis de varianza refleja que las distancias de siembra no presentaron diferencias estadísticas, sin embargo, los híbridos e interacciones si, el coeficiente de variación evidenciado fue de 4.32 %. Entre los híbridos Dekalb 8719 registro un valor 2.29 cm, siendo estadísticamente igual y superior al híbrido Dekalb 7088 con 2.15 cm, siendo con el promedio más bajo Adv 9559 con 1.95 cm. Las dos distancias establecidas presentaron igualdad estadística en altura de planta a la cosecha con 2.16 cm y 2.09 cm. Las interacciones demostraron que los tratamientos compuestos por Dekalb 8719 - 0.20 m x 0.80 m y 0.16 m x 0.60 m presentaron un promedio de 2.29 cm y 2.28 cm, siendo estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos con valores de entre 2.19 cm y 1.88 cm.

Tabla 3. Altura de planta a la cosecha en la respuesta a la evaluación agronómica de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) sembrados a dos distancias en la zona de Pajan, Manabí.

| N° | Tratamientos | Altura de planta a la cosecha (cm) |
|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| Híbridos de maíz | | |
| H1 | Dekalb 8719 | 2.29 a |
| H2 | Dekalb 7088 | 2.15 a |
| H3 | Adv 9559 | 1.95 b |
| Distancias de siembra | | |
| D1 | 0.20 m x 0.80 m | 2.16 a |
| D2 | 0.16 m x 0.60 m | 2.09 a |
| Interacción A*B | | |
| H1D1 | Dekalb 8719 - 0.20 m x 0.80 m | 2.29 a |
| H2D1 | Dekalb 7088 - 0.20 m x 0.80 m | 2.19 ab |
| H3D1 | Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m | 2.01 bc |
| H1D2 | Dekalb 8719 - 0.16 m x 0.60 m | 2.28 a |
| H2D2 | Dekalb 7088 - 0.16 m x 0.60 m | 2.11 abc |
| H3D2 | Adv 9559 - 0.16 m x 0.60 m | 1.88 c |
| Promedios | | 2.13 |
| CV % | | 4.32 |

Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad

Los datos relacionados a la altura de inserción de mazorca son presentados en la Tabla 4, en donde se evidencia que realizado el análisis de varianza existió significancia estadística en híbridos

de maíz, distancia de siembra e interacciones, el coeficiente de variación reflejado fue de 1.74 %. En cuanto a los híbridos, Dekalb 8719 registro el mayor promedio de altura de inserción de mazorca (1.50 cm), siendo estadísticamente superior a los demás híbridos Dekalb 7088 (1.34 cm) y Adv 9559 (1.20 cm), respectivamente. Los promedios referentes a las distancias de siembra presentaron significancias estadísticas siendo superior la distancia 0.20 m x 0.80 m con 1.41 cm, mientras que el menor valor se presentó con la distancia 0.16 m x 0.60 m con 1.28 cm. Las interacciones demostraron que los tratamientos compuestos por Dekalb 8719 - 0.16 m x 0.60 m y 0.20 m x 0.80 m presentaron un promedio de 1.50 cm y 1.49 cm, siendo estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos con valores de entre 1.39 cm y 1.00 cm.

Tabla 4. Altura de inserción de la mazorca en la respuesta a la evaluación agronómica de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) sembrados a dos distancias en la zona de Pajan, Manabí.

| N° | Tratamientos | Altura de inserción de la mazorca (cm) |
|------------------------------|-------------------------------|--|
| Híbridos de maíz | | |
| H1 | Dekalb 8719 | 1.50 a |
| H2 | Dekalb 7088 | 1.34 b |
| H3 | Adv 9559 | 1.20 c |
| Distancias de siembra | | |
| D1 | 0.20 m x 0.80 m | 1.41 a |
| D2 | 0.16 m x 0.60 m | 1.28 b |
| Interacción A*B | | |
| H1D1 | Dekalb 8719 - 0.20 m x 0.80 m | 1.49 a |
| H2D1 | Dekalb 7088 - 0.20 m x 0.80 m | 1.35 b |
| H3D1 | Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m | 1.39 b |
| H1D2 | Dekalb 8719 - 0.16 m x 0.60 m | 1.50 a |
| H2D2 | Dekalb 7088 - 0.16 m x 0.60 m | 1.34 b |
| H3D2 | Adv 9559 - 0.16 m x 0.60 m | 1.00 c |
| Promedios | | 1.35 |
| CV % | | 1.74 |

Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad

En la Tabla 5, son mostrados los promedios de días a la floración, en donde el análisis de varianza demuestra que existe significancia estadística en los híbridos, distancia de siembra e interacciones, con un coeficiente de variación 2.40 %. En relación a los híbridos, Adv 9559 registro el mayor promedio de días a la floración (69.17 días), siendo estadísticamente superior a los demás híbridos Dekalb 7088 (65 días) y Dekalb 8719 (63.33 días), respectivamente. Los promedios referentes a las distancias de siembra presentaron significancias estadísticas siendo superior la distancia 0.16 m x 0.60 m con 68.33 días, mientras que el menor promedio fue para la distancia 0.20 m x 0.80 m con 63.33 días. Las interacciones demostraron que los tratamientos compuestos por Dekalb 7088 - 0.16 m x 0.60 m y Adv 9559 - 0.16 m x 0.60 m presentaron un promedio de 70 días, siendo estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos con valores de entre 68.33 y 60.00 días.

Tabla 5. Días a la floración en la respuesta a la evaluación agronómica de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) sembrados a dos distancias en la zona de Pajan, Manabí.

| N° | Tratamientos | Días a la floración (días) |
|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Híbridos de maíz | | |
| H1 | Dekalb 8719 | 63.33 b |
| H2 | Dekalb 7088 | 65.00 b |
| H3 | Adv 9559 | 69.17 a |
| Distancias de siembra | | |
| D1 | 0.20 m x 0.80 m | 63.33 b |
| D2 | 0.16 m x 0.60 m | 68.33 a |
| Interacción A*B | | |
| H1D1 | Dekalb 8719 - 0.20 m x 0.80 m | 61.67 cd |
| H2D1 | Dekalb 7088 - 0.20 m x 0.80 m | 60.00 d |
| H3D1 | Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m | 68.33 ab |
| H1D2 | Dekalb 8719 - 0.16 m x 0.60 m | 65.00 bc |
| H2D2 | Dekalb 7088 - 0.16 m x 0.60 m | 70.00 a |
| H3D2 | Adv 9559 - 0.16 m x 0.60 m | 70.00 a |
| Promedios | | 65.83 |
| CV % | | 2.40 |

Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad

Los datos relacionados al número de hilera de granos por mazorca son presentados en la Tabla 6, en donde se evidencia que realizado el análisis de varianza no existió significancia estadística entre los híbridos, distancias e interacciones, el coeficiente de variación reflejado fue de 3.73 %. En relación a los híbridos, Adv 9559 registro 15 número de hileras de granos por mazorca, sin diferir de Dekalb 7088 y Dekalb 8719 con 14.67 y 14.33 números de hileras de granos por mazorca, respectivamente. Los promedios referentes a las distancias de siembra no mostraron diferencias estadísticas, sin embargo, existió una diferencia numérica que mostro a la distancia 0.20 m x 0.80 m con 14.78 número de hileras de granos por mazorca, como el mayor valor. En las interacciones, el conformado por Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m registro el mayor número de hileras de granos por mazorcas con 15.33, sin diferir de los demás que presentaron valores de 14.67, siendo los tratamientos Dekalb 8719 - 0.20 m x 0.80 m y Dekalb 7088 - 0.20 m x 0.80 m los de menor número de hileras de granos por mazorcas con 14.33.

Tabla 6. Número de hilera de grano por mazorca en la respuesta a la evaluación agronómica de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) sembrados a dos distancias en la zona de Pajan, Manabí.

| N° | Tratamientos | Número de hilera de grano por mazorca |
|------------------------------|-----------------|---------------------------------------|
| Híbridos de maíz | | |
| H1 | Dekalb 8719 | 14.33 a |
| H2 | Dekalb 7088 | 14.67 a |
| H3 | Adv 9559 | 15.00 a |
| Distancias de siembra | | |
| D1 | 0.20 m x 0.80 m | 14.78 a |
| D2 | 0.16 m x 0.60 m | 14.56 a |

| Interacción A*B | | |
|------------------------|-------------------------------|--------------|
| H1D1 | Dekalb 8719 - 0.20 m x 0.80 m | 14.33 a |
| H2D1 | Dekalb 7088 - 0.20 m x 0.80 m | 14.33 a |
| H3D1 | Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m | 15.33 a |
| H1D2 | Dekalb 8719 - 0.16 m x 0.60 m | 14.67 a |
| H2D2 | Dekalb 7088 - 0.16 m x 0.60 m | 14.67 a |
| H3D2 | Adv 9559 - 0.16 m x 0.60 m | 14.67 a |
| Promedios | | 14.67 |
| CV % | | 3.73 |

Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad

En la Tabla 7, se demuestra los promedios de número de grano por mazorca, en donde el análisis de varianza expresa que no existe significancia estadística entre los híbridos, pero si existe para distancia de siembra e interacciones, con un coeficiente de variación 3.96 %. En relación a los híbridos, Adv 9559 registro 500.50 número de grano por mazorca, sin diferir de Dekalb 7088 y Dekalb 8719 con 496.83 y 478.33, respectivamente. Los promedios referentes a las distancias de siembra presentaron significancia estadística siendo superior la distancia 0.20 m x 0.80 m con 521.33 número de grano por mazorca, mientras que el menor promedio fue para la distancia 0.16 m x 0.60 m con 462.44 número de grano por mazorca. Las interacciones demostraron que el tratamiento Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m presento un promedio de 602.33 número de grano por mazorca, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos con valores de entre 509.00 y 398.67 número de grano por mazorca.

Tabla 7. Numero de grano por mazorca en la respuesta a la evaluación agronómica de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) sembrados a dos distancias en la zona de Pajan, Manabí.

| N° | Tratamientos | Numero de grano por mazorca |
|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| Híbridos de maíz | | |
| H1 | Dekalb 8719 | 478.33 a |
| H2 | Dekalb 7088 | 496.83 a |
| H3 | Adv 9559 | 500.50 a |
| Distancias de siembra | | |
| D1 | 0.20 m x 0.80 m | 521.33 a |
| D2 | 0.16 m x 0.60 m | 462.44 b |
| Interacción A*B | | |
| H1D1 | Dekalb 8719 - 0.20 m x 0.80 m | 477.00 b |
| H2D1 | Dekalb 7088 - 0.20 m x 0.80 m | 484.67 b |
| H3D1 | Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m | 602.33 a |
| H1D2 | Dekalb 8719 - 0.16 m x 0.60 m | 479.67 b |
| H2D2 | Dekalb 7088 - 0.16 m x 0.60 m | 509.00 b |
| H3D2 | Adv 9559 - 0.16 m x 0.60 m | 398.67 c |
| Promedios | | 491.89 |
| CV % | | 3.96 |

Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

Los datos relacionados a la longitud de la mazorca son presentados en la Tabla 8, en donde se evidencia que realizado el análisis de varianza existió significancia estadística en híbridos de maíz, distancia de siembra e interacciones, el coeficiente de variación reflejado fue de 6.25 %. En cuanto a los híbridos, Adv 9559 registro el mayor promedio de longitud de la mazorca (19.17 cm), siendo estadísticamente superior a los demás híbridos Dekalb 8719 (17.83 cm) y Dekalb 7088 (17.00 cm), respectivamente. Los promedios referentes a las distancias de siembra presentaron significancias estadísticas siendo superior la distancia 0.20 m x 0.80 m con 19.56 cm, mientras que el menor valor se presentó con la distancia 0.16 m x 0.60 m con 16.44 cm. Las interacciones demostraron que el tratamiento Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m presento un promedio de 24.33 cm, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos con valores de entre 18.33 cm y 14.00 cm.

Tabla 8. Longitud de la mazorca en la respuesta a la evaluación agronómica de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) sembrados a dos distancias en la zona de Pajan, Manabí.

| N° | Tratamientos | Longitud de la mazorca (cm) |
|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Híbridos de maíz | | |
| H1 | Dekalb 8719 | 17.83 ab |
| H2 | Dekalb 7088 | 17.00 b |
| H3 | Adv 9559 | 19.17 a |
| Distancias de siembra | | |
| D1 | 0.20 m x 0.80 m | 19.56 a |
| D2 | 0.16 m x 0.60 m | 16.44 b |
| Interacción A*B | | |
| H1D1 | Dekalb 8719 - 0.20 m x 0.80 m | 17.33 b |
| H2D1 | Dekalb 7088 - 0.20 m x 0.80 m | 17.00 bc |
| H3D1 | Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m | 24.33 a |
| H1D2 | Dekalb 8719 - 0.16 m x 0.60 m | 18.33 b |
| H2D2 | Dekalb 7088 - 0.16 m x 0.60 m | 17.00 bc |
| H3D2 | Adv 9559 - 0.16 m x 0.60 m | 14.00 c |
| Promedios | | 18 |
| CV % | | 6.25 |

Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad

Los datos relacionados al peso de que realizado el análisis de varianza existió significancia estadística en híbridos de maíz, distancia de siembra e interacciones, el coeficiente de variación reflejado fue de 4.53 %. En cuanto a los híbridos, Dekalb 8719 y Adv 9559 registraron los mayores promedios de peso de 100 granos con 42.67 g y 42.33 g siendo estadísticamente iguales y superiores al híbrido Dekalb 7088 (34.00 g). Los promedios referentes a las distancias de siembra presentaron significancias estadísticas siendo superior la distancia 0.20 m x 0.80 m con 41.22 g, mientras que el menor valor se presentó con la distancia 0.16 m x 0.60 m con 38.11 g. Las interacciones demostraron que los tratamientos compuestos por Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m,

Dekalb 8719 - 0.20 m x 0.80 m, Dekalb 8719 - 0.16 m x 0.60 m y Adv 9559 - 0.16 m x 0.60 m presentaron promedios de 44.67 g, 44.33 g, 41.00 g y 40.00 g respectivamente, siendo estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos con valores de entre 34.67 g y 33.33 g.

Tabla 9. Peso de 100 granos en la respuesta a la evaluación agronómica de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) sembrados a dos distancias en la zona de Pajan, Manabí.

| N° | Tratamientos | Peso de 100 granos (g) |
|------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| Híbridos de maíz | | |
| H1 | Dekalb 8719 | 42.67 a |
| H2 | Dekalb 7088 | 34.00 b |
| H3 | Adv 9559 | 42.33 a |
| Distancias de siembra | | |
| D1 | 0.20 m x 0.80 m | 41.22 a |
| D2 | 0.16 m x 0.60 m | 38.11 b |
| Interacción A*B | | |
| H1D1 | Dekalb 8719 - 0.20 m x 0.80 m | 44.33 a |
| H2D1 | Dekalb 7088 - 0.20 m x 0.80 m | 34.67 b |
| H3D1 | Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m | 44.67 a |
| H1D2 | Dekalb 8719 - 0.16 m x 0.60 m | 41.00 a |
| H2D2 | Dekalb 7088 - 0.16 m x 0.60 m | 33.33 b |
| H3D2 | Adv 9559 - 0.16 m x 0.60 m | 40.00 a |
| Promedios | | 39.67 |
| CV % | | 4.53 |

Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad

Los datos relacionados en el rendimiento por hectárea son presentados en la Tabla 10, en donde se evidencia que realizado el análisis de varianza existió significancia estadística en híbridos de maíz, distancia de siembra e interacciones, el coeficiente de variación reflejado fue de 4.53 %. En cuanto a los híbridos, Dekalb 8719 registro el mayor promedio de rendimiento por hectárea con 12318.33 kg/ha siendo estadísticamente superior a los demás híbridos Dekalb 7088 (10633.35 kg/ha) y Adv 9559 (9474.66 kg/ha). Los promedios referentes a las distancias de siembra presentaron significancias estadísticas siendo superior la distancia 0.16 m x 0.60 m con 12317.82 kg/ha, mientras que el menor valor se presentó con la distancia 0.20 m x 0.80 m con 9279.74 kg/ha. Las interacciones demostraron que el tratamiento Dekalb 8719 - 0.16 m x 0.60 m presento el promedio más alto de rendimiento por hectárea con 15041.32 kg/ha, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos con valores de entre 12609.81 y 8596.88 kg/ha.

Tabla 10. Rendimiento por hectárea en la respuesta a la evaluación agronómica de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) sembrados a dos distancias en la zona de Pajan, Manabí.

| N° | Tratamientos | Rendimiento por hectárea (Kg/ha) |
|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Híbridos de maíz | | |
| H1 | Dekalb 8719 | 12318.33 a |
| H2 | Dekalb 7088 | 10633.35 b |
| H3 | Adv 9559 | 9474.66 b |
| Distancias de siembra | | |
| D1 | 0.20 m x 0.80 m | 9279.74 b |
| D2 | 0.16 m x 0.60 m | 12317.82 a |
| Interacción A*B | | |
| H1D1 | Dekalb 8719 - 0.20 m x 0.80 m | 9595.33 c |
| H2D1 | Dekalb 7088 - 0.20 m x 0.80 m | 8596.88 c |
| H3D1 | Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m | 9647.01 c |
| H1D2 | Dekalb 8719 - 0.16 m x 0.60 m | 15041.32 a |
| H2D2 | Dekalb 7088 - 0.16 m x 0.60 m | 12609.81 b |
| H3D2 | Adv 9559 - 0.16 m x 0.60 m | 9302.32 c |
| Promedios | | 10798.78 |
| CV % | | 7.23 |

Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad

En la Tabla 16 se presenta los valores promedios para el análisis económico realizado en el cultivo de maíz mediante la utilización de rendimientos obtenidos de los diferentes híbridos sembrados en dos distancias de siembra, en donde, la mayor relación B/C recae sobre el tratamiento en donde se sembró el híbrido Dekalb 7088 a una distancia de 0.16m x 0.60 m con un valor de 2.82, alcanzando una utilidad neta de \$ 3991.69, en comparación a los demás tratamientos donde se sembraron los demás híbridos a dos distancias diferentes en donde el híbrido Dekalb 8719 sembrado a 0.16m x 0.60 m 1908.68 obtuvo la menor utilidad con \$ 1908.68. No obstante, cabe destacar que en todos los tratamientos evaluados no se registraron pérdidas económicas, debido a que la relación B/C se mantienen mayores a 1.

Tabla 11. Análisis económico en la respuesta a la evaluación agronómica de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) sembrados a dos distancias en la zona de Pajan, Manabí.

| N° | Tratamientos | Rendimiento (kg/ha) | Ingreso Bruto \$ | Costo de tratamiento \$ | Costo variable* \$ | Costo Total \$ | Utilidad neta \$ | Relación B/C |
|----|-------------------------------------|---------------------|------------------|-------------------------|--------------------|----------------|------------------|--------------|
| 1 | Dekalb 8719 - 0.20 m x 0.80 m | 9595.33 | 3447.10 | 264.50 | 560.40 | 1208.71 | 2238.39 | 1.85 |
| 2 | Dekalb 8719 - 0.16m x 0.60 m | 8596.88 | 3088.49 | 280.64 | 555.30 | 1179.82 | 1908.68 | 1.62 |

| | | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|----------|---------|--------|--------|---------|---------|------|
| 3 | Dekalb 7088 - 0.20 m x 0.80 m | 9647.01 | 3465.72 | 260.50 | 566.50 | 1212.88 | 2252.84 | 1.85 |
| 4 | Dekalb 7088 - 0.16m x 0.60 m | 15041.32 | 5403.60 | 245.00 | 565.25 | 1411.90 | 3991.69 | 2.82 |
| 5 | Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m | 12609.81 | 4530.11 | 240.50 | 540.60 | 1285.49 | 3244.61 | 2.52 |
| 6 | Adv 9559 - 0.16m x 0.60 m | 9302.32 | 3341.93 | 243.75 | 545.50 | 1161.34 | 2180.59 | 1.88 |

Precio de venta (qq): 16.33

Costo de cosecha y transporte (kg): \$0.04

Mano de obra (jornales): \$12.00

*Se refiere al Costo de tratamiento más el Costo de cosecha y transporte del rendimiento en kg ha

Discusión

Las distancias de siembras requeridas para cada híbrido de maíz que existen entre los materiales comercializados en el país son indispensables, debido a las características fenológicas y morfológicas de cada híbrido utilizado en un sistema de producción. Por lo tanto, el ambiente y el manejo modifican la densidad óptima en maíz; cuando los recursos para el crecimiento se tornan limitantes se reduce la capacidad de las plantas para crecer durante la floración y aumenta el riesgo de aborto de granos, tomando en consideración lo argumentado por Delgado (2021), quien expresa que las diferencias entre los materiales utilizados varían según sus aspectos genéticos y su desempeño a nivel de campo, el empleo de diferentes densidades de siembra y su efecto en los primeros estados fisiológicos de la planta no maneja mayor diferencia obteniendo valores similares en cuanto al porcentaje germinativo; cuando inicia el crecimiento, en estado de plántula, hay muy poca o nula interacción entre las plantas, debido a su pequeño tamaño a medida progresa el crecimiento se produce una superposición tanto de forma aérea como subterránea, lo que crea modificaciones en las tasas de crecimiento y morfología y arquitectura de las plantas lo que se acrecienta con aumentos en la densidad.

En relación a la altura de planta a la cosecha y la altura de inserción de mazorca evaluadas presentaron diferencias entre sí al utilizarse distintas distancias de siembra, considerando lo expresado por Martínez y Pérez (2004), quienes indican que las variables agronómicas: altura de planta y la altura de inserción de mazorca se ven afectadas por las altas densidades de siembra y la competencia por luz provocando alargamiento del tallo y por consecuente la reducción del diámetro del tallo, sin embargo, los resultados del presente estudio se pueden atribuir una poca diferencia en las distancias de 5 cm entre hileras entre las dos distancias evaluadas.

Para la floración del maíz se presentó una diferencia de 6 días del híbrido Adv 9559 por encima de los promedios de los otros híbridos que resultados ser más precoces, enmarcándose a las características genéticas propias de cada material genético en estudio. En relación a las distancias de siembra si hubo diferencias significativas donde los tratamientos Adv 9559 - 0.16 m x 0.60 m y Dekalb 7088 - 0.16 m x 0.60 lograron en mayor número de días a la floración (70 días), contraponiéndose a lo sostenido por Cruz (2017), en su estudio evidenció que el inicio y floración

media masculina y femenina varió entre tres y cuatro días con densidades de 62000 y 83000 plantas ha⁻¹ debido a la competencia entre planta, siendo así que en la floración femenina se observaron diferencias entre densidades aplicadas de hasta cuatro días, teniendo en cuenta que los materiales utilizados fueron diferentes.

En el caso de los componentes productivos del maíz en enfocado en la variable número de hilera de granos por mazorca en donde se evidencia que realizado el análisis de varianza no existió significancia estadística entre los híbridos, distancias e interacciones; pero para los casos de longitud de la mazorca, número de granos por mazorca y peso de 100 granos, se observaron variabilidades entre ellos, que posiblemente fueron por los aspectos característicos de los materiales híbridos y en menor incidencia por el efecto de las densidades, resaltando que en donde se aplicaron mayor densidad de plantas los valores obtenidos fueron menores, cabe destacar que en el maíz, la disponibilidad de recursos por planta en el periodo previo y pos floración (alrededor de 30 días) define el número de granos por planta por lo que condiciones de baja disponibilidad de recursos por planta han sido generadas, entre otras causas, por escasas precipitaciones, por excesiva densidad de plantase incluso en casos extremos de baja tasa de crecimiento por planta en período de floración se puede observar plantas estériles (López & Arriaga, 2015).

En relación a las interacciones se evidenció que el tratamiento Dekalb 8719 - 0.16 m x 0.60 m presento el promedio más alto de rendimiento por hectárea con 15041.32 kg/ha, donde Aruta (2011), manifiesta que las altas densidades aplicadas producen variaciones en el rendimiento, siendo el factor de mayor importancia el acceso a la radiación solar por la planta.

Las aplicaciones de diferentes densidades de siembra provocaron predominancia en cuanto al análisis económico ya que la relación B/C obtenida en los diferentes tratamientos fue alta, en la cual la mayor relación B/C recae sobre el tratamiento en donde se sembró el híbrido Dekalb 7088 a una distancia de 0.16m x 0.60 m con un valor de 2.82, alcanzando una utilidad neta de \$ 3991.69, en comparación a los demás tratamientos donde se sembraron los demás híbridos a dos distancias diferentes, deduciendo que éste desempeño obtenido se debe a que las plantas a dicha densidad se desarrollaron sin presenciar problemas por competencia con malezas, aprovechando el espacio, luz y nutrientes, añadiendo lo expuesto por López y Arriaga (2015), los híbridos con plasticidad reproductiva en condiciones de mayor oferta de recursos por planta incrementan su rendimiento individual y compensan el menor número de plantas, permitiendo adecuado rendimiento del cultivo.

Conclusiones

Las distancias de siembra aplicadas a los diferentes materiales incidieron en la obtención de diferencias en las variables agronómica de los diferentes híbridos aplicados. El híbrido Dekalb 8719 registro el mejor valor de altura de planta a la cosecha con 2.29 cm y el mejor promedio de altura de inserción de mazorca (1.50 cm). Los tratamientos Dekalb 8719 con una densidad de siembra de 0.20 m x 0.80 m y 0.16 m x 0.60 m presentaron el mejor promedio de altura de planta 2.29 cm y 2.28 cm, al igual que una mejor altura de inserción de mazorcas con 1.50 cm y 1.49 cm, respectivamente. El híbrido Adv 9559 registro el mayor número de grano por mazorca con 500.50; mientras que las interacciones demostraron que el tratamiento Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m presento el mejor promedio de 602.33 número de grano por mazorca. El híbrido Adv 9559 registro el mayor promedio de longitud de la mazorca (19.17 cm); las interacciones demostraron que el tratamiento Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m presento un mejor promedio de 24.33 cm. Los híbridos Dekalb 8719 y Adv 9559 registraron los mayores promedios de peso de 100 granos con 42.67 y 42.33; las interacciones demostraron que el tratamiento Adv 9559 - 0.20 m x 0.80 m presento un mejor

promedio con 44.67 g. En cuanto a los híbridos, Dekalb 8719 registro el mayor promedio de rendimiento por hectárea con 12318.33 kg/ha; las interacciones demostraron que el tratamiento Dekalb 8719 - 0.16 m x 0.60 m presento el mejor promedio de rendimiento por hectárea con 15041.32 kg/ha

Referencias Bibliográficas

- Almanza, A. (2023). Incidencia del Cambio Climático en el maíz y frijol, comunidad de San Diego, Condega, Estelí. *Revista Tierra*, 3(1), 10–14. <https://revistas.unan.edu.ni/index.php/Tierra/article/view/3980>
- Blanco, Y. & González, D. (2021). Influencia de la densidad de población en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Cultivos Tropicales*, 42(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362021000300008&Ing=es&tIng=es.
- Bonilla, J. (2023). Evaluación de dos híbridos de maíz (*zea mays*) usando diferentes dosis de biol en el cantón el triunfo (Tesis Ing. Universidad Agraria del Ecuador). <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BONILLA%20REYES%20%20JORDY%20ALFONS%20O.pdf>
- Barandiarán, M. (2020). *Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro*. INIA. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1643>
- Bravo, B., Pacheco, F., Pérez, J., Mesa, R., Yáñez, J., & Salvatierra, J. (2021). Comportamiento agronómico y productivo de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en zonas agroecológicas de la Región Costa del Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 168-178.
- Campos, S. (2022). *Estudio de la temperatura ambiental en el rendimiento y fenología del cultivo de maíz (Zea mays L) Santa 2021* (Tesis Ing. Universidad Nacional del Santa). <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4146>
- Cevallos, F. (2022). *Efectos de varios distanciamientos e híbridos sobre el rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.), en el cantón Tosagua. Tosagua-Ecuador* (Tesis Ing. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López) https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1956/1/TIC_A19D.pdf
- Cevallos, T. & Marsillo, L. (2022). *Efecto de métodos de riego deficitario sobre el comportamiento fisiológico del cultivo de maíz (Zea mays) bajo condiciones climáticas de Manabí* (Tesis Ing. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López). <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/1973>
- Delgado, J. (2021). *Comparativo de rendimiento y adaptabilidad de tres variedades de maíz morado en el distrito de San Juan-Cajamarca* (Tesis Ing. Universidad Nacional de Cajamarca) <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4406>
- Espinoza, I. & Padilla, M. (2021). *Propuesta de mejora del proceso de siembra de maíz para aumentar la productividad en mano de obra en una empresa agroindustrial, Piura 2021* (Tesis Ing. Universidad Cesar Vallejo). <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86801>
- FORRATEC. (2016). Forratec Argentina S.A. https://forratec.com.ar/newsletter/_2016/fls-2016-06-25.html
- García, V. (2023). *Evaluación de la rentabilidad económica de sistemas de agricultura orgánica y convencional de banano en la comuna El Azúcar, provincia de Santa Elena* (Tesis Ing. Universidad Estatal Península de Santa Elena).

- <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9614>
- González, N. & Pacho, J. (2023). *Rendimiento de un híbrido de maíz macollador ante cambios en la densidad de siembra y la oferta de nitrógeno, en condiciones bajo riego* (Tesis Ing. Universidad Nacional de Córdoba). https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/547053/Rendimiento%20de%20un%20h%C3%ADbrido%20de%20ma%C3%ADz%20macollador%20ante%20cambios%20en%20la%20densidad%20de%20siembra%20y%20la%20oferta%20de%20nitr%C3%B3geno%20C%20en%20condiciones%20bajo%20riego_Gonzalez-Pacho.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- García, J., Mendoza, M., Cervantes, F., Ramírez, J., Leobardo, C., García, M., & Figueroa, M. (2019). Adaptabilidad de híbridos precomerciales tropicales de maíz en el Bajío de Guanajuato, México. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 1. ISSN: 2145-6097.
- Guarniz, E. & Santisteban, J. (2024). *Respuesta a la aplicación de dos traslocadores en tres dosis del maíz morado Pmv 582 (Zea Mays L) variedad Amilacea, en el Sector “El Palmo”, Monsefú-Chiclayo* (Tesis Ing. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo). <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/12852>
- Herrera, E. & Prado, G. (2022). *Evaluación de la eficiencia del uso del recurso hídrico aplicando métodos de riego convencionales y no convencionales, en cultivos de maíz Pachía (Zea Mays), en el distrito La Yarada - Los Palos Tacna-2021* (Tesis Ing. Universidad Privada de Tacna). <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2620>
- Ledesma, L. (2022). Efectos de niveles de nitrógeno sobre tres híbridos de maíz (Zea Mays L.), Montalvo los Ríos. Montalvo-Ecuador (Tesis Ing. Universidad Agraria del Ecuador Facultad de Ciencias Agrarias). <https://acortar.link/59NkTZ>
- León, S. (2019). *Análisis de la producción, comercialización y rentabilidad del cultivo de maíz en el cantón Mocache. Mocache-Ecuador* (Tesis Ing. Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias Agrarias). <https://acortar.link/PGk982>
- López, J. (2023). *Control de malezas y niveles de fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz (Zea mays L.), en la zona de Ventanas, Ecuador* (Tesis Ing. Universidad Técnica de Babahoyo). <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13882>
- Linares, O. (2021). *Caracterización fenotípica de maíces nativos de Sinaloa. Silanoa-México* (Tesis Ing. Universidad Autónoma de Sinaloa Colegio en Ciencias Agropecuarias Facultad de Agronomía). <https://acortar.link/UXOZmW>
- Marcos, M. & Lampa, J. (2023). Evaluación del distanciamiento entre hileras, en el cultivo de maíz mediante un Meta-Analysis (Tesis Ing. Universidad Nacional de Cordova). <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/549745>
- Narváez, B. (2024). Evaluación de 18 híbridos de maíz (Zea mays L.), enriquecidos con zinc, Masatepe, Masaya, 2017 (Tesis Ing. Universidad Nacional Agraria). <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tmf301864ev.pdf>
- Ortega, J. (2017). Rendimiento de maíz forrajero en surcos convencionales-estrechos y calidad fisiológica de la semilla, 82 p. Torreon, Coahuila, México (Tesis Ing. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro). http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42210/JONA_THAN%20ORTEGA%20S%C3%81NCHEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Prado, A. (2023). *Evaluación agronómica del cultivo de maíz (Zea mays. l) híbrido dekalb 7088 con la aplicación de distintas dosis de fertilización en la parroquia Tres de Noviembre* (Tesis Ing. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/21683>

- Rusoci, N. & Riglos, M. (2023). *Maíz en San Luis. Efecto de fecha y densidades de siembra sobre el rendimiento y sus componentes ecofisiológicos*. INTA. <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/14960>
- Roca, C. (2020). *Respuesta agronómica de tres híbridos de maíz sembrados a dos distancias en la parroquia La Esperanza del cantón Quevedo* (Tesis Ing. Agr. Quevedo. UTEQ)-
<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8fb1312a-3628-4bb0-9751-d1c9fdb5b0f0/content>
- Riego, C. (2024). *Evaluación de productividad del cultivo de maíz forrajero (Zea mays) bajo dos métodos de riego, colonche provincia de Santa Elena* (Tesis Ing. Universidad Agraria del Ecuador).
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BONILLA%20NARANJO%20MAR%C3%8DA%20JOS%C3%89.pdf>
- Sullca, M. (2023). *Comportamiento agromorfológico de híbridos de maíz amarillo duro (Zea mays L.) en el sector Uchumayo, distrito de Maranura, La Convención-Cusco* (Tesis Ing. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco)
<https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/7852>
- Tello, I. (2024). *Ensayo de adaptabilidad en el rendimiento de 11 cruza y un testigo de maíz amarillo duro (Zea mays L.), en la localidad de Cochabamba–Chota 2017* (Tesis Ing. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo).
<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/13046?show=full>
- Villares, J. (2020). *Adaptabilidad de nuevos híbridos de maíz (Zea mays L.) de alto rendimiento en zonas maiceras del ecuador. Guayaquil- Ecuador* (Tesis Ing. Universidad Agraria del Ecuador Facultad de Ciencias Agrarias). <https://acortar.link/GgDjXl>
- Vega I., Flores, D., Escalona, M., Castillo, F., & Jiménez, M. (2022). Tlaxcala, investigación en maíz nativo y mejorado: problemática, campos del conocimiento y nuevos retos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(3), 539-551.
- Villanca, A. (2024). *Comportamiento de híbridos dobles experimentales de maíz amarillo duro (Zea mays L.) en siembra de invierno* (Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/6475>
- Ullaauri, M. (2024). *Adaptabilidad del híbrido de maíz P4021 con tres densidades de siembra en el cantón Oña, provincia del Azuay* (Tesis Ing. Universidad Católica de Cuenca).
<https://dspace.ucacue.edu.ec/500>
- Ydrogo, M. (2020). *Evaluación de siete híbridos y una variedad de maíz amarillo duro (Zea mays L.), en el Centro Poblado de Yatun, provincia de Cutervo, Cajamarca* (Tesis Ing. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo).
<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9903>