



**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA PESCA Y**  
**VETERINARIA**



**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo de Integración curricular, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

Evaluación agronómica de tres híbridos de *maíz* (*Zea mays* L.) sembrados a dos distancias en la zona de Paján, Manabí

**AUTOR:**

Edison Javier Montero Albán

**TUTOR:**

Ing. Agr. Julio Víctor Goyes Cabezas, MBA

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

**2024**

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL .....	II
ÍNDICE DE TABLAS .....	VI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT .....	X
CAPITULO I.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Contextualización de la situación problemática .....	1
1.1.1 Contextualización Internacional .....	1
1.1.2 Contextualización Nacional.....	1
1.1.3 Contextualización Local .....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación .....	2
1.4. Objetivos de la investigación .....	3
1.4.1. Objetivo general .....	3
1.4.2. Objetivos específicos .....	3
1.5. Hipótesis.....	3
CAPITULO II.-MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Antecedentes.....	5
2.2. Bases teóricas.....	6
2.1.1. Generalidades del cultivo de Maíz .....	6
2.1.2. Clasificación taxonómica del maíz .....	6
2.1.3. Importancia del cultivo de maíz .....	7
2.1.4. Superficie en el Ecuador.....	8

<b>2.1.5. Productividad del Maíz .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.6. Requerimientos edafoclimáticos e hídricos del maíz.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.6.1. Suelo .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.6.2. Temperatura .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.6.3. Agua .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.7. Requerimientos nutricionales .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.7.1. Nitrógeno .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.7.2. Fósforo.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.7.3. Potasio .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.8. Factores que influyen en la productividad del cultivo de maíz.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.8.1. Enfermedades .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.8.2. Insectos plagas .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.8.3. Salinidad .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.8.4. Sequía .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.9. Híbrido de Maíz.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.10. Importancia del distanciamiento de siembra .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.10.1. Densidades óptimas de siembra .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.10.2. Densidad y su relación con el rendimiento .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.10.3. Relación de la densidad con la disponibilidad hídrica y nutricional</b> <b>.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.10.4. Relación de la densidad con la fecha de siembra.....</b>	<b>21</b>
<b>CAPITULO III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1. Tipos y diseño de investigación .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.1. Tipo de investigación.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.2. Diseño de investigación .....</b>	<b>23</b>

<b>3.2.</b>	<b>Operacionalización de variables .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.</b>	<b>Población y muestra .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4.</b>	<b>Técnicas e instrumento de medición.....</b>	<b>24</b>
<b>3.4.1.</b>	<b>Material de siembra.....</b>	<b>24</b>
<b>3.4.2.</b>	<b>Materiales de campo .....</b>	<b>25</b>
<b>3.4.3.</b>	<b>Características del sitio experimental .....</b>	<b>25</b>
<b>3.4.4.</b>	<b>Método de investigación .....</b>	<b>26</b>
<b>3.4.5.</b>	<b>Factores de estudio .....</b>	<b>26</b>
<b>3.4.6.</b>	<b>Manejo del ensayo .....</b>	<b>27</b>
<b>3.4.6.1.</b>	<b>Preparación del terreno.....</b>	<b>27</b>
<b>3.4.6.2.</b>	<b>Siembra .....</b>	<b>27</b>
<b>3.4.6.3.</b>	<b>Control de malezas .....</b>	<b>27</b>
<b>3.4.6.4.</b>	<b>Raleo.....</b>	<b>27</b>
<b>3.4.6.5.</b>	<b>Fertilización.....</b>	<b>28</b>
<b>3.4.6.6.</b>	<b>Riego.....</b>	<b>28</b>
<b>3.4.6.7.</b>	<b>Control fitosanitario.....</b>	<b>28</b>
<b>3.4.6.8.</b>	<b>Cosecha.....</b>	<b>28</b>
<b>3.4.7.</b>	<b>Datos a evaluar .....</b>	<b>28</b>
<b>3.4.7.1.</b>	<b>Altura de planta a cosecha.....</b>	<b>28</b>
<b>3.4.7.2.</b>	<b>Altura de inserción de la mazorca .....</b>	<b>29</b>
<b>3.4.7.3.</b>	<b>Días a la floración .....</b>	<b>29</b>
<b>3.4.7.4.</b>	<b>Número de hilera de grano por mazorca.....</b>	<b>29</b>
<b>3.4.7.5.</b>	<b>Numero de grano por mazorca .....</b>	<b>29</b>
<b>3.4.7.6.</b>	<b>Longitud de la mazorca .....</b>	<b>29</b>
<b>3.4.7.7.</b>	<b>Peso de 100 granos .....</b>	<b>29</b>

3.4.7.8. Rendimiento por hectárea .....	29
3.4.7.9. Análisis Económico .....	30
3.5. Procesamiento de datos .....	30
3.6. Aspectos éticos.....	30
<b>CAPITULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>32</b>
4.1. Resultados.....	32
4.1.1. Altura de planta a la cosecha .....	32
4.1.2. Altura de inserción de la mazorca .....	33
4.1.3. Días a la floración.....	34
4.1.4. Número de hilera de grano por mazorca .....	35
4.1.5. Numero de grano por mazorca.....	37
4.1.6. Longitud de la mazorca .....	38
4.1.7. Peso de 100 granos .....	39
4.1.8. Rendimiento por hectárea .....	40
4.1.9. Análisis económico .....	42
4.2. Discusión.....	43
<b>CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES .....</b>	<b>46</b>
5.1. Conclusiones.....	46
5.2. Recomendaciones .....	47
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>61</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Características taxonómicas del maíz.....	6
<b>Tabla 2.</b>	Densidades de siembra optimas y densidades recomendadas para materiales de siembra de maíz en zonas tropicales.....	18
<b>Tabla 3.</b>	Operacionalización de variables.....	22
<b>Tabla 4.</b>	Tratamientos estudiados.....	23
<b>Tabla 5.</b>	Características de los híbridos.....	23
<b>Tabla 6.</b>	Características del experimento.....	24
<b>Tabla 7.</b>	Análisis de la varianza.....	29
<b>Tabla 8.</b>	Altura de planta a la cosecha en la respuesta a la evaluación agronómica de tres híbridos de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) sembrados a dos distancias en la zona de Pajan, Manabí. 2024.....	30
<b>Tabla 9.</b>	Altura de inserción de la mazorca en la respuesta a la evaluación agronómica de tres híbridos de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) sembrados a dos distancias en la zona de Pajan, Manabí. 2024.....	31
<b>Tabla 10.</b>	Días a la floración en la respuesta a la evaluación agronómica de tres híbridos de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) sembrados a dos distancias en la zona de Pajan, Manabí. 2024.....	33
<b>Tabla 11.</b>	Número de hilera de grano por mazorca en la respuesta a la evaluación agronómica de tres híbridos de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) sembrados a dos distancias en la zona de Pajan, Manabí. 2024.....	34
<b>Tabla 12.</b>	Numero de grano por mazorca en la respuesta a la evaluación agronómica de tres híbridos de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) sembrados a dos distancias en la zona de Pajan, Manabí. 2024.....	35
<b>Tabla 13.</b>	Longitud de la mazorca en la respuesta a la evaluación agronómica de tres híbridos de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) sembrados a dos distancias en la zona de Pajan, Manabí. 2024.....	36
<b>Tabla 14.</b>	Peso de 100 granos en la respuesta a la evaluación agronómica de tres híbridos de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) sembrados a dos distancias en la zona de Pajan, Manabí. 2024.....	38

<b>Tabla 15.</b>	Rendimiento por hectárea en la respuesta a la evaluación agronómica de tres híbridos de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) sembrados a dos distancias en la zona de Pajan, Manabí. 2024.....	39
<b>Tabla 16.</b>	Análisis económico en la respuesta a la evaluación agronómica de tres híbridos de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) sembrados a dos distancias en la zona de Pajan, Manabí. 2024.....	41

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b>	Híbridos de maíz.....	61
<b>Anexo 2.</b>	Establecimiento de parcelas experimentales.....	61
<b>Anexo 3.</b>	Aplicación de riego en las parcelas experimentales.....	62
<b>Anexo 4.</b>	Parcelas experimentales de cultivo de maíz.....	62
<b>Anexo 5.</b>	Toma de datos de variables de rendimiento.....	63
<b>Anexo 6.</b>	Inspección de Tutor en el ensayo.....	63

## 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 agronómicas de los diferentes híbridos aplicados. El híbrido Dekalb 8719 registro el mejor valor de altura de planta a la cosecha con 2.29 m y el mejor promedio de altura de inserción de mazorca (1.50 m). 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 m y 2.28 m, al igual que una mejor altura de inserción de mazorcas con 1.50 m y 1.49 m, 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 presentó 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 presentó 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 presentó 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 presentó el mejor promedio de rendimiento por hectárea con 15041.32 kg/ha

**Palabras claves:** 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

## **CAPITULO I.- INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Contextualización de la situación problemática**

#### **1.1.1 Contextualización Internacional**

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).

#### **1.1.2 Contextualización Nacional**

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.

#### **1.1.3 Contextualización Local**

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).

Se realizó un estudio sobre la evaluación agronómica de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) motivado por varias razones fundamentales relacionadas con la optimización de la producción agrícola y la adaptación de métodos agrícolas a condiciones específicas.

## **1.2. Planteamiento del problema**

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).

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).

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).

## **1.3. Justificación**

El conocimiento de diferentes aspectos relevantes antes de establecer un determinado cultivo en un área de importancia económica, como el material de siembra a utilizar, así como el distanciamiento de siembra a utilizarse de acuerdo a cada híbrido es de vital importancia, ya que de esta manera se logra un mayor aprovechamiento del suelo, siendo una tecnología de producción que puede representar un mejoramiento en cuanto a los niveles de producción, que a la vez genera mayores ingresos por unidad de superficie.

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.

#### **1.4. Objetivos de la investigación**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluación agronómica de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) sembrados a dos distancias en la zona de Pajan, Manabí.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar la respuesta de los híbridos en estudio respecto a sus características agronómicas, evaluando parámetros clave como rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades, y eficiencia en el uso de recursos.
- Comparar el rendimiento de tres híbridos de maíz en diferentes condiciones de manejo agrícola y de plantas y determinar la mejor adaptabilidad y productividad en las condiciones locales.
- Realizar un análisis económico detallado de los tratamientos en estudio, evaluando costos de producción, rentabilidad y eficiencia económica de cada híbrido de maíz.

#### **1.5. Hipótesis**

**Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):** Todos los híbridos presentarán un desarrollo agronómico en lo referente a la variable comportamiento agronómico.

**Hipótesis alterna (H1):** Al menos uno de los híbridos presentará un desarrollo agronómico diferente a los demás híbridos.

## CAPITULO II.-MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

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 Coronadao, 2024)

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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>.

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 permitió que esta siembra brinde los mayores resultados a nivel económico, seguido del híbrido MavrDos con la distancia de siembra de 0.70.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.1.1. Generalidades del cultivo de Maíz**

El maíz es el cultivo de mayor área sembrada, el más producido y consumido en el mundo desde 1998, cuando sobrepasó al trigo en volumen de producción; además, ha venido creciendo en los últimos años a una tasa anual del 2,5%. Se estima que el 92% de las siembras corresponden a maíz amarillo y el 8% restante al maíz blanco. El maíz se produce en todos los continentes; siendo aproximadamente 168 los países que destinan áreas para el cultivo de este (Vega et al. 2022).

El maíz (*Zea mays* L.) pertenece a la familia de las gramíneas, tribu maideas, y se cree que se originó en los trópicos de América Latina, especialmente los géneros *Zea*, *Tripsacum* y *Euchlaena*, cuya importancia reside en su relación fitogenética con el género *Zea* (Benique 2021).

El maíz en el mundo, ha jugado un papel muy importante en la historia de la humanidad, principalmente como fuente de alimento para humanos y animales. El desarrollo de la industria moderna del maíz como por ejemplo la estadounidense, ha sido principalmente como fuente de proteína para el ganado. En la actualidad, la mayor parte de la gasolina vendida en los EE. UU. Contiene 10% de etanol de maíz. El maíz ahora se está moviendo en el mercado de biodiesel con muchas plantas de etanol que ahora extraen el aceite del maíz para usarlo en el combustible diésel (Núñez 2023).

### **2.1.2. Clasificación taxonómica del maíz**

Según lo descrito por Valenzuela (2024) la clasificación taxonómica del maíz se detalla en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Características taxonómicas del maíz.

<b>Clasificación taxonómica</b>	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Genero	<i>Zea</i>
Especie	<i>mays</i>

En relación a su morfología, el maíz es una planta de buen porte, con un sistema radicular fibroso y un tallo con abundante follaje, llegando a tener hasta 30 hojas. Regularmente se forman una o dos yemas laterales en la axila de las hojas de la mitad superior de la planta, las cuales darán origen a la inflorescencia femenina, precursora de las mazorcas, mientras que en el extremo superior de la planta se forma la inflorescencia masculina, también llamada panoja (Rene 2023).

### **2.1.3. Importancia del cultivo de maíz**

El maíz es el segundo cereal más abundante cultivado para consumo humano, y muchas culturas de todo el mundo han vivido de este grano. El maíz es un cultivo versátil, y todo en una planta de maíz es utilizable. Ninguna parte del maíz se desperdicia. La cáscara del maíz se usa tradicionalmente para hacer tamales. Los granos se muelen en la comida. Los tallos se convierten en alimento para animales y las sedas de maíz se usan para infusiones medicinales (Lozada 2024).

Los productos alimenticios hechos de maíz incluyen aceite de maíz, harina de maíz, jarabe de maíz e incluso bourbon. Los productos de maíz refinados más importantes son los edulcorantes de maíz, que el año pasado representaron más del 56% del mercado nacional de edulcorantes nutritivos. Una taza de maíz blanco crudo tiene alrededor de 130 calorías, 2 gramos de grasa, 5 gramos de proteína,

29 gramos de carbohidratos y 4 gramos de fibra sin colesterol, contiene vitamina B1 o tiamina, Ácido fólico (Tsukanka 2023).

La importancia que posee esta gramínea es tan grande e interesante, tanto así que se lo ha llegado a destacar como uno de los principales productos dentro de consumo a nivel mundial, no solo como alimento de consumo para el ser humano, sino también como alimento para animales de crianza de los cuales luego se aprovecha su carne y demás derivados para la alimentación humana, un claro ejemplo de esto es la carne de pollo y la carne de cerdo (Ullauri 2024).

Otro aspecto importante que tiene este producto es en la industria de los biocombustibles, a pesar de que no tiene un peso altamente considerado dentro de la producción total de los biocombustibles ese aporte ha generado en los últimos tiempos una disminución en la producción de este grano como alimento humano y de animales poniendo en serio peligro la seguridad alimentaria de este producto (Ullauri 2024).

#### **2.1.4. Superficie en el Ecuador**

El maíz en el Ecuador se cultiva en todo el país excluyendo los páramos y subpáramos (por encima de los 3.000 metros de altitud), con siembras concentradas en la región sierra en las provincias de Loja, Azuay y Pichincha; y en menor proporción en Bolívar, Chimborazo, Tungurahua e Imbabura, y en la Costa en las provincias de Manabí, seguidas de Esmeraldas y Guayas (Contreras, 2017).

La superficie sembrada en el periodo 2017 según datos del Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA, 2018), fue de 262 351 hectáreas distribuidas en las provincias de Manabí, Los ríos, Loja, Guayas, Santa Elena y El Oro con una participación en la producción nacional del 36.42, 35.10, 13.36, 12.97, 1.28 y 0.86 % respectivamente provenientes de las 474 048 toneladas del ciclo productivo del 2017.

#### **2.1.5. Productividad del Maíz**

El sector agrícola en el Ecuador a lo largo de los años ha sido de gran importancia el rendimiento nacional del cultivo de maíz duro seco (13 % de

humedad y 1 % de impureza) para la época de invierno 2018 fue de 5,81 T ha<sup>-1</sup>. La provincia con mejor rendimiento fue Loja con 7,10 T ha<sup>-1</sup> y Guayas tuvo el menos rendimiento con 4,37 T ha<sup>-1</sup>. Comparado con el mismo ciclo 2017 existió un incremento del 5.4 % justificado principalmente por mejoras en los niveles de fertilización y disminución de problemas fitosanitario (MAG, 2018).

Entre los cantones que presentan los mejores rendimientos (superior al nivel nacional) en la temporada 2018, sobresalieron Urdaneta, Ventanas, Sucre, Chone y Celica. Los cantones de los ríos se caracterizaron por usar principalmente los híbridos Advanta 9313 y Autentica 259, con un promedio de 58 554 mazorcas por hectárea. Por otra parte, los cantones con rendimientos por debajo del nivel nacional, pertenecen a las provincias de Guayas y Manabí donde, la falta de agua influyó en la reducción de la productividad (MAG, 2018).

Las semillas más utilizadas a nivel nacional según en la temporada 2018, fueron los híbridos Dekalb 7088 y Trueno NB 7443 y su rendimiento promedio fue de 5.5 y 5.68 T ha<sup>-1</sup> respectivamente. Una de las principales características de estos híbridos es que presentan alta resistencia a plagas, alta tolerancia al volcamiento y son ideales para sembrar en pendientes, otras semillas utilizadas fueron Somma, Triunfo y Autentica 259 con un porcentaje de uso del 12, 9 y 6 % respectivamente. En ciertos casos la elección de las variedades o híbridos dependen de la disponibilidad que existan en el mercado (MAG, 2018).

## **2.1.6. Requerimientos edafoclimáticos e hídricos del maíz**

### **2.1.6.1. Suelo**

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).

El maíz, en general, crece bien en suelos con pH entre 5.5 y 7.8. Fuera de estos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia. Cuando el pH es inferior a 5.5 a menudo hay problemas de toxicidad por aluminio y manganeso, además de carencia de fósforo y magnesio si posee un pH superior a 8 (o superior a 7), tiende a presentarse carencia de hierro, manganeso y zinc. Los síntomas en el campo, de un pH inadecuado, se relacionan con problemas de micro nutrientes (Moya 2021).

### **2.1.6.2. Temperatura**

El cultivo es sensible a las bajas temperaturas y las heladas. La temperatura óptima para la germinación es de 18 - 20 °C. La germinación retrasada causa la pudrición de la semilla y la reducción de la población de plantas. En la fase de crecimiento la temperatura ideal se encuentra comprendida entre 24 y 30 °C. Por encima de los 30 °C se presentan problemas en la actividad celular, disminuyendo la capacidad de absorción del agua por las raíces, agregando también que las noches cálidas no son benéficas para el maíz, pues la respiración es muy activa y la planta utiliza importantes reservas de energía a costa de la fotosíntesis realizada durante el día (Barja 2022).

La variabilidad de respuestas de los cultivares de maíz a la temperatura es amplia y por esta razón existen genotipos que permiten cultivar la especie desde el nivel del mar hasta altitudes superiores a 3.000 m.s.n.m. Los materiales que se cultivan en climas cálidos crecen más rápidamente que los que se cultivan en climas fríos, en forma tal que la duración del ciclo de vida del maíz es de unos 120 días al nivel del mar y de 300 días a 2.600 m.s.n.m. Estas diferencias influyen en los rendimientos los cuales son mayores en los climas más fríos porque las plantas disponen de más tiempo para fotosintetizar y acumular materia seca (Tomalá 2023).

### **2.1.6.3. Agua**

La falta de agua es el factor más limitante en la producción de maíz principalmente en las zonas tropicales. Cuando hay estrés hídrico o sequía durante las primeras etapas (15 a 30 días) de establecido del cultivo puede ocasionar

pérdidas de plantas jóvenes, que en grandes áreas es de mucha preocupación, reduciendo así la densidad poblacional o estancar su crecimiento. Sin embargo, el cultivo puede llegar a recuperarse sin afectar seriamente el rendimiento. Cerca de la floración (desde unas dos semanas antes de la emisión de estigmas, hasta dos semanas después de ésta) el maíz es muy sensible al estrés hídrico, y el rendimiento de grano puede ser seriamente afectado si se produce sequía durante este período (Osorio 2022).

Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua, pero sí mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración. Durante la fase de floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida por lo que se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y cuajado (Torres & Vargas 2023).

Por último, para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada. La parte aérea es aún muy frágil; las necesidades de agua son bastante bajas. En general, el maíz necesita por lo menos de 500 a 700 mm de precipitación bien distribuida durante el ciclo del cultivo. El maíz es muy sensible también al aniego o encharcamiento; es decir, a los suelos saturados y sobresaturados. Desde la siembra, hasta aproximadamente los 15-20 días (Falcón 2020).

## **2.1.7. Requerimientos nutricionales**

### **2.1.7.1. Nitrógeno**

El nitrógeno hace que la planta se desarrolle bien y que tenga un intenso color verde en sus hojas, además es un constituyente de la clorofila. Los cultivos bien fertilizados con nitrógeno tienen rendimientos mayores. La demanda de Nitrógeno aumenta conforme la planta se desarrolla; cuando se aproxima el momento de la floración, la absorción de este elemento crece rápidamente, en tal forma que, al aparecer las flores femeninas, la planta ha absorbido más de la mitad

del total extraído durante todo el ciclo. Los híbridos de alto rendimiento en grano necesitan unos 30 kilogramos de Nitrógeno por cada tonelada de grano producida (Flores & Jiménez 2023).

#### **2.1.7.2. Fósforo**

Según Capetillo & López (2021) mencionan que la respuesta de los cultivos a la fertilización fosfatada depende del nivel de P disponible en suelo, pero también es afectada por factores del suelo, del cultivo y de manejo del fertilizante. Entre los factores del suelo, se destacan la textura, la temperatura, el contenido de materia orgánica y el pH; mientras que entre los del cultivo deben mencionarse los requerimientos y el nivel de rendimiento. El fósforo es un importante nutriente de las plantas, pues forma parte estructural de compuestos fundamentales para su fisiología y además desempeña una función única y exclusiva en el metabolismo energético de la planta; sin su intervención no sería posible la fotosíntesis.

Por otra parte, el fósforo es un elemento esencial para los seres vivos. Sin la intervención del fósforo no es posible que un ser vivo pueda sobrevivir. La respuesta de los cultivos a la fertilización fosfatada depende del nivel de P disponible en suelo. Entre los factores del suelo, se destacan la textura, la temperatura, el contenido de materia orgánica y el pH. Los requerimientos de este elemento son de 36 kg/ha, tomando como referencia un rendimiento de 9000 kg/ha (Flores & Tocto 2023).

#### **2.1.7.3. Potasio**

El potasio es absorbido como ion potásico  $K^+$  y se encuentra en los suelos en cantidades variables. El fertilizante potásico es añadido a los suelos en forma de sales solubles tales como yoduro potásico, sulfato potásico, nitrato potásico y sulfato potásico magnésico. Llega a las raíces de las plantas por transporte en la solución del suelo y su concentración determina cuánto potasio alcanza las raíces en un momento dado. Se debe conocer que los niveles de potasio soluble del suelo son solamente indicadores de disponibilidad momentánea. Los requerimientos de potasio por parte del cultivo de maíz se han establecido en 171 kg/ha para un rendimiento de 9000/kg/ha (Peña 2023).

## **2.1.8. Factores que influyen en la productividad del cultivo de maíz**

### **2.1.8.1. Enfermedades**

Las enfermedades foliares en maíz no representaban mayor interés económico, sino hasta el apareamiento de la mancha de asfalto. Adicionalmente, la irregularidad del establecimiento de las lluvias. Durante los últimos años en las zonas maiceras del Litoral ecuatoriano se han incrementado las enfermedades, en parte por el desconocimiento del agricultor sobre los patógenos (hongos, bacterias y virus), llevando a que los organismos, considerados secundarios, se vuelvan causantes de importantes pérdidas en la producción (Baquedano & Palacios 2022).

La última enfermedad que causó pérdidas considerables y fue motivo de preocupación a nivel nacional fue la pudrición de mazorca. Este problema ocasiono mucho malestar a aproximadamente 8% de los productores. Se debe reconocer que los síntomas varían dependiendo el genotipo de maíz, especie del parasito, ambiente y del estado de la enfermedad. Este hongo se puede desarrollar con amplio rango de temperaturas (6-40 grados centígrados) con un óptimo de 18-30 grados centígrados, comúnmente requiere de alta humedad relativa para proliferar. El daño producido por esta enfermedad es causado por hongos del género *Fusarium*, un patógeno capaz de colonizar y causar daño en todas las etapas del cultivo y puede sobrevivir amplios periodos en residuos vegetales; en semillas puede invadir y causar manchas en el exterior (Arellano 2023).

### **2.1.8.2. Insectos plagas**

El cultivo del maíz a pesar del gran crecimiento que registro en su producción alcanzada en los últimos años, no ha escapado al cultivo a ser vulnerable al ataque de plagas lo cual genera la perdida de cientos de hectáreas. En el periodo productivo del 2016, según Contreras (2017), se perdió una superficie de alrededor de 47 000 hectáreas por el ataque de insectos plagas, situando a este problema como el principal factor de mayor limitación en la producción de ese periodo productivo. La plaga que más afectó a la producción de maíz en el invierno 2017 fue el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), donde, el 81% de los productores

manifestaron haber sido atacados por este problema, cuando afecta a plantas jóvenes los daños pueden ser totales (Sanabria 2018).

### **2.1.8.3. Salinidad**

El maíz es medianamente tolerante a los contenidos de sales en el suelo o en las aguas de riego. Las sales retrasan la nacencia de las semillas, sin afectar sus porcentajes de emergencia (un contenido de sales totales solubles de 0,5% en el suelo, o bien, 15,3 g/l en la solución del suelo). Las plantas mueren cuando la concentración alcanza valores de 1,15% ó 43 g/l (Ramírez 2021).

### **2.1.8.4. Sequía**

La sequía puede presentarse durante el establecimiento del cultivo, provocando la muerte de las plántulas y su población se reduce; como el maíz tiene una escasa capacidad para producir macollos productivos, el cultivo no puede compensar el efecto de la sequía, aun cuando las lluvias sean adecuadas en el resto de la estación. La resiembra de las plantas perdidas es efectiva solo si se hace en una etapa temprana, ya que la alta variabilidad de las plantas resembradas tiene un efecto negativo sobre toda la producción (Cabrera et al. 2024).

Si la sequía ocurre durante el llenado del grano, la velocidad y la duración del período de llenado decrecen; esto ocurre a causa de una reducción en la fotosíntesis y una aceleración de la senescencia foliar. La sequía restringe la fotosíntesis tanto por limitaciones en las estomas o por limitaciones bioquímicas. La señal directa para el cierre de las estomas no se conoce clara-mente aún, pero los datos obtenidos con la aplicación de un modelo reciente que incorpora señales hormonales de las raíces -ácido abscísico en la corriente del xilema- y predice cambios en la demanda evaporativa de la conductibilidad estomacal y en el contenido de agua de la hoja. El estrés del llenado del grano por lo general ocurre cuando las lluvias terminan temprano causando bajo rendimiento (Ponce & Pinela 2024).

### **2.1.9. Híbrido de Maíz**

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).

#### **2.1.10. Importancia del distanciamiento de siembra**

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).

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 (Ullauri 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).

#### **2.1.10.1. Densidades óptimas de siembra**

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 optima 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 2.** Densidades de siembra óptimas y densidades recomendadas para materiales de siembra de maíz en zonas tropicales

<b>Altura de planta (m)</b>	<b>Días a 50 % de floración masculina</b>	<b>Densidad óptima (plantas/ha)</b>	<b>Densidad (plantas/ha)</b>
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)

#### **2.1.10.2. Densidad y su relación con el rendimiento**

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).

### **2.1.10.3. Relación de la densidad con la disponibilidad hídrica y nutricional**

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).

#### **2.1.10.4. Relación de la densidad con la fecha de siembra**

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).



## CAPITULO III. METODOLOGÍA

### 3.1. Tipos y diseño de investigación

#### 3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se realizó es de campo/laboratorio con estadística descriptiva inferencial/cuantitativa.

#### 3.1.2. Diseño de investigación

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.

### 3.2. Operacionalización de variables

**Tabla 3.** Operacionalización de variables

Tipo de Variable	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de medición	Instrumentos de medición	
Independiente	Distanciamiento de siembra	Dimensiones de siembra que influyen en el crecimiento de plantas de maíz	Resultados obtenidos de los tratamientos evaluados en campo	Dimensiones de siembra	Cuantitativo	Datos de comparación Tablas de referencias
Dependiente	Comportamiento o agronómico del cultivo de maíz	Acciones que reflejan el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz	Factores que afectan el comportamiento agronómico del cultivo de maíz	Evaluación de variables de crecimiento y rendimiento	Cuantitativo	Observación directa Tabla de datos

### 3.3. Población y muestra

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.

**Tabla 4.** 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

### 3.4. Técnicas e instrumento de medición

#### 3.4.1. Material de siembra

Como material de siembra se utilizaron, los híbridos de maíz: Dekalb 8719, Dekalb 7088 y Adv 9559, cuyas características se detallan en la siguiente tabla 5.

**Tabla 5.** Características de los híbridos

Híbridos características	Dekalb 8719	Dekalb 7088	Adv 9559
Días a floración	52 – 58 días	58-60 días	70 días
Días a cosecha	120 – 130 días	120 días	140-160 días
Grano	Semicristalino	-----	Semicristalino
Color del grano	Amarillo - Naranja	Amarillo Intenso	Anaranjado
Altura de planta (cm)	210 - 270	234 - 239	-----
Altura de mazorca (cm)	120 - 148	129	-----
Cobertura de mazorca	Excelente	Buena	-----
Numero de hileras	14-16	18-20	16-18
Porcentaje de desgrane	-----	-----	80-83
Anclaje de plantas	Bueno	-----	-----
Resistencia al volcamiento	Buena	-----	-----
Tolerancia a enfermedades	Alta	Alta	-----

**Fuente:** Syngenta (2020)

### 3.4.2. Materiales de campo

- Fertilizantes
- Libreta de campo
- Letreros
- Espeque
- Cinta métrica
- Machete
- Estacas
- Cámara fotográfica
- Computadora portátil
- Bomba de mochila para fumigación
- Insecticidas
- Fungicidas
- Sacos

### 3.4.3. Características del sitio experimental

En la tabla 6 se presentan las características del sitio experimental

**Tabla 6.** Características del experimento

<b>Características</b>	<b>Valores</b>
Área neta del ensayo	648 m <sup>2</sup>
Longitud del bloque	m
Área neta de la parcela (3 m x 2 m)	6 m <sup>2</sup>
Área útil de La parcela (2 m x 1.5 m)	3 m <sup>2</sup>
Separación entre bloques	1.50 m

El esquema de distribución de los tratamientos y réplicas se puede observar a continuación:

<b>Bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>
T2	T5	T4
T1	T3	T1
T3	T6	T3
T6	T1	T5
T5	T2	T2
T4	T4	T6

#### **3.4.4. Método de investigación**

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.

#### **3.4.5. Factores de estudio**

Se estudio dos factores, los cuales estuvieron conformados por la siembra de tres híbridos de maíz bajo dos distancias de siembra recomendadas, los mismos que se detallan de la siguiente forma:

##### **Factor A: Híbridos de maíz**

- **H1:** Dekalb 8719
- **H2:** Dekalb 7088.
- **H3:** Adv 9559

##### **Factor B. Distancias de siembra**

- **D1:** 0.20 m x 0.80 m
- **D2:** 0.16 m x 0.60 m

### **3.4.6. Manejo del ensayo**

#### **3.4.6.1. Preparación del 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.

#### **3.4.6.2. Siembra**

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 verificó que se cumpla con las distancias de siembras establecidas anteriormente (0.20 m \* 0.80 m y 0.16 m \* 0.60 m).

#### **3.4.6.3. Control de malezas**

El control de maleza se realizó mediante la aplicación de herbicidas, para el control en pre emergencia se aplicó Pendimetalina 2.0 l ha<sup>-1</sup> + 300 cc ha<sup>-1</sup> de Amina + 2 l ha<sup>-1</sup> de Glifosato, después de la siembra.

Posteriormente, a los 20 días se aplicó 1.0 kg ha<sup>-1</sup> de Atrazina + 1.5 kg ha<sup>-1</sup> de Nicosulfuron dublon gold incluida una aplicación en conjunto de Cosmoind (Fijador) en dosis de 250 cc ha<sup>-1</sup>. 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.

#### **3.4.6.4. Raleo**

El raleo se lo realizó a los 7 días después de la siembra dejando las plantas más vigorosas.

#### **3.4.6.5. Fertilización**

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<sup>-1</sup> Yara Amidas + 50 kg ha<sup>-1</sup> de Muriato de Potasio a los 22 días y la tercera fertilización consistió en la aplicación de 150 kg ha<sup>-1</sup> de Urea a los 35 días de edad del cultivo.

#### **3.4.6.6. Riego**

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.

#### **3.4.6.7. Control fitosanitario**

En el control fitosanitario se utilizaron los insecticidas Clorantranilprole + Imidacloprid en dosis de 100 ml ha<sup>-1</sup> y 300 cc ha<sup>-1</sup> a los 15 días, mientras que a los 25 días se utilizó Clorpirifos + Imidacloprid en dosis de 1 l ha<sup>-1</sup> y 300 cc ha<sup>-1</sup> respectivamente, a los 40 días se aplicó Metominostrobin en dosis de 1.25 ml ha<sup>-1</sup> 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.

#### **3.4.6.8. Cosecha**

Se cosechó manualmente las mazorcas una vez que el cultivo haya alcanzado su madurez fisiológica.

### **3.4.7. Datos a evaluar**

#### **3.4.7.1. Altura de planta a cosecha**

Se escogieron 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.

#### **3.4.7.2. Altura de inserción de la mazorca**

Se escogieron 10 plantas al azar, se midió desde la base del tallo hasta la inserción la mazorca, dichos valores se promediaron expresándose en cm.

#### **3.4.7.3. Días a la floración**

Se contabilizó 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.

#### **3.4.7.4. 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.

#### **3.4.7.5. Numero de grano por mazorca**

Se escogieron 10 mazorcas al azar, y se contabilizó el número de granos por mazorca y se promedió.

#### **3.4.7.6. 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.

#### **3.4.7.7. Peso de 100 granos**

Se escogieron al azar 100 granos y se los pesó, mismo que se expresó en gramos.

#### **3.4.7.8. Rendimiento por hectárea**

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:

$$Pu = \frac{Pa (100 - Ha)}{100 - Hd}$$

**Dónde:**

**Pu:** peso uniformizado

**Pa:** peso actual

**Ha:** humedad actual

**Hd:** humedad deseada

### 3.4.7.9. Análisis Económico

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.

### 3.5. Procesamiento de datos

Las comparaciones de las medias se efectuaron con la prueba de Tukey al 5 % de significancia estadística. Para todos los análisis se utilizó el software de análisis estadístico Infostat.

**Tabla 7.** Análisis de la varianza

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Repeticiones	2
Distancias	1
Híbridos	2
Distancias * Híbridos	2
Error experimental	10
Total	17

### 3.6. Aspectos éticos

En el contexto de la investigación científica, el plagio consiste en utilizar ideas o contenidos ajenos como si fueran propios. Es plagio, tanto si obedece a un acto deliberado como a un error. La práctica de aspectos éticos, se garantiza de conformidad en lo establecido en el Código de Ética de la UTB.

Para la aprobación de la UIC, se generará un reporte del software anti-plagio, para garantizar la aplicación de aspectos éticos, con los que el estudiante demostrará honestidad académica, principalmente al momento de redactar su trabajo de investigación. Los docentes actuarán de conformidad a lo establecido en el Código de Ética de la UTB, y demostrarán honestidad académica, principalmente al momento de orientar a sus estudiantes en el desarrollo de la UIC.

**Artículo 25.- Criterios de Similitud en la Unidad de Integración Curricular. –**

En la aplicación del Software anti-plagio se deberá respetar los siguientes criterios:

**Porcentaje de 0 al 15%:** Muy baja similitud (TEXTO APROBADO)

**Porcentaje de 16 al 20%:** Baja similitud (Se comunica al autor para corrección)

**Porcentaje de 21 al 40%:** Alta similitud (Se comunica al autor para revisión con el tutor y corrección)

**Porcentaje Mayor del 40%:** Muy Alta Similitud (TEXTO REPROBADO) (UTB (Universidad Técnica de Babahoyo) 2021)

## CAPITULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados

#### 4.1.1. Altura de planta a la cosecha

Los promedios de altura de planta a la cosecha se presentan en la Tabla 8, 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 8.** 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. 2024.

N°	Tratamientos	Altura de planta a la cosecha (cm)
<b>Híbridos de maíz</b>		
H1	Dekalb 8719	2.29 a
H2	Dekalb 7088	2.15 a
H3	Adv 9559	1.95 b
<b>Distancias de siembra</b>		
D1	0.20 m x 0.80 m	2.16 a
D2	0.16 m x 0.60 m	2.09 a
<b>Interacción A*B</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
<b>Promedios</b>		<b>2.13</b>
<b>CV %</b>		<b>4.32</b>

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

#### 4.1.2. Altura de inserción de la mazorca

Los datos relacionados a la altura de inserción de mazorca son presentados en la Tabla 9, 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 9.** 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. 2024.

<b>N°</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Altura de inserción de la mazorca (cm)</b>
<b>Híbridos de maíz</b>		
H1	Dekalb 8719	1.50 a
H2	Dekalb 7088	1.34 b

H3	Adv 9559	1.20 c
<b>Distancias de siembra</b>		
D1	0.20 m x 0.80 m	1.41 a
D2	0.16 m x 0.60 m	1.28 b
<b>Interacción A*B</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
<b>Promedios</b>		<b>1.35</b>
<b>CV %</b>		<b>1.74</b>

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

#### 4.1.3. Días a la floración

En la Tabla 10, 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 10.** 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. 2024.

<b>N°</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Días a la floración (días)</b>
<b>Híbridos de maíz</b>		
H1	Dekalb 8719	63.33 b
H2	Dekalb 7088	65.00 b
H3	Adv 9559	69.17 a
<b>Distancias de siembra</b>		
D1	0.20 m x 0.80 m	63.33 b
D2	0.16 m x 0.60 m	68.33 a
<b>Interacción A*B</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
<b>Promedios</b>		<b>65.83</b>
<b>CV %</b>		<b>2.40</b>

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

#### 4.1.4. Número de hilera de grano por mazorca

Los datos relacionados al número de hilera de granos por mazorca son presentados en la Tabla 11, 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 11.** 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. 2024.

<b>N°</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Número de hilera de grano por mazorca</b>
<b>Híbridos de maíz</b>		
H1	Dekalb 8719	14.33 a
H2	Dekalb 7088	14.67 a
H3	Adv 9559	15.00 a
<b>Distancias de siembra</b>		
D1	0.20 m x 0.80 m	14.78 a
D2	0.16 m x 0.60 m	14.56 a
<b>Interacción A*B</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
<b>Promedios</b>		<b>14.67</b>
<b>CV %</b>		<b>3.73</b>

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

#### 4.1.5. Numero de grano por mazorca

En la Tabla 12, se demuestra los promedios de numero 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 12.** 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. 2024.

N°	Tratamientos	Numero de grano por mazorca
<b>Híbridos de maíz</b>		
H1	Dekalb 8719	478.33 a
H2	Dekalb 7088	496.83 a
H3	Adv 9559	500.50 a
<b>Distancias de siembra</b>		
D1	0.20 m x 0.80 m	521.33 a
D2	0.16 m x 0.60 m	462.44 b
<b>Interacción A*B</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
<b>Promedios</b>		<b>491.89</b>
<b>CV %</b>		<b>3.96</b>

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

#### 4.1.6. Longitud de la mazorca

Los datos relacionados a la longitud de la mazorca son presentados en la Tabla 13, 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 13.** 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. 2024.

N°	Tratamientos	Longitud de la mazorca (cm)
<b>Híbridos de maíz</b>		
H1	Dekalb 8719	17.83 ab
H2	Dekalb 7088	17.00 b
H3	Adv 9559	19.17 a
<b>Distancias de siembra</b>		

D1	0.20 m x 0.80 m	19.56 a
D2	0.16 m x 0.60 m	16.44 b
<b>Interacción A*B</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
<b>Promedios</b>		<b>18</b>
<b>CV %</b>		<b>6.25</b>

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

#### 4.1.7. Peso de 100 granos

Los datos relacionados al peso de 100 granos son presentados en la Tabla 14, 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 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 14.** 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. 2024.

N°	Tratamientos	Peso de 100 granos (g)
<b>Híbridos de maíz</b>		
H1	Dekalb 8719	42.67 a
H2	Dekalb 7088	34.00 b
H3	Adv 9559	42.33 a
<b>Distancias de siembra</b>		
D1	0.20 m x 0.80 m	41.22 a
D2	0.16 m x 0.60 m	38.11 b
<b>Interacción A*B</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

#### 4.1.8. Rendimiento por hectárea

Los datos relacionados en el rendimiento por hectárea son presentados en la Tabla 15, 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 15.** 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. 2024.

N°	Tratamientos	Rendimiento por hectárea (Kg/ha)
<b>Híbridos de maíz</b>		
H1	Dekalb 8719	12318.33 a
H2	Dekalb 7088	10633.35 b
H3	Adv 9559	9474.66 b
<b>Distancias de siembra</b>		
D1	0.20 m x 0.80 m	9279.74 b
D2	0.16 m x 0.60 m	12317.82 a
<b>Interacción A*B</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
<b>Promedios</b>		10798.78
<b>CV %</b>		7.23

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

#### **4.1.9. Análisis económico**

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 16.** 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. 2024.

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**

## 4.2. 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 consiguiente 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 resultaron 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<sup>-1</sup> 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 evidencio 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.

## CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

### 5.1. 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

## 5.2. Recomendaciones

- Realizar diversos trabajos de investigación que involucren la utilización de densidades de siembra mayores a las empleadas en este proyecto, junto con un manejo adecuado del cultivo.
- Aplicar una distancia adecuada se siembra para mejorar el uso del suelo, sin afectar el desarrollo y generar competencia entre las plantas por espacio y nutrientes, evitando reducir los rendimientos.
- Establecer densidades de siembra que permitan optimizar el espacio de superficie de terreno, permitiendo una mayor población de plantas por hectáreas
- Utilizar en los sistemas productivos de maíz el híbrido Dekalb 8719 con una distancia de siembra de 0.16 m x 0.60 m, debido a que adapta y presenta el mejor promedio de rendimiento por hectárea

## REFERENCIAS

- 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>
- Arellano, J. 2023. Determinación de la esperanza de vida del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) en el agroecosistema de maíz. Tesis Ing. Universidad Autónoma de Sinaloa. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: [http://repositorio.uas.edu.mx/jspui/handle/DGB\\_UAS/517](http://repositorio.uas.edu.mx/jspui/handle/DGB_UAS/517)
- Baquedano, L. & Palacios, M. 2022. Detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) mediante un sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021. Tesis Ing. Universidad Cesar Vallejo. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/87699/Baquedano\\_CLF-Palacios\\_PM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/87699/Baquedano_CLF-Palacios_PM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- 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&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362021000300008&lng=es&tlng=es).
- Benique, E. 2021. Impacto económico del cambio climático en cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) orgánica en la región del Altiplano: un enfoque Ricardiano. *Revista de Investigaciones Altoandinas* 23(4): 236-243. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2021.239>.

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. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BONILLA%20REYES%20%20JORDY%20ALFONSO.pdf>

Barja, R. 2022. Coeficiente de cultivo para Zea mays L.(maíz) utilizando lisímetros de drenaje, durante abril–julio en la estación climática Jose Abelardo Quiñones. Tesis Ing. Universidad Nacional Agraria de La Selva. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <https://repositorio.unas.edu.pe/items/efc1beab-8ae4-4aae-a1d5-b2b67154ac29>

Barandiarán Gamarra, M. 2020. Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro. INIA. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <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.

Cabrera, J., Herrera, S., & Valencia, P. 2024. Control De *Spodoptera Frugiperda* Mediante Insecticida Aplicado Con Drones Y Aguilón Fumigador. *Ciencia en Desarrollo* 15(1). <https://doi.org/10.19053/01217488.v15.n1.2024.16649>

Contreras, J. 2017. Análisis De La Produccion Y Comercialización Del Maíz En La Provincia De Los Ríos Durante El Periodo (2012-2016). Tesis Ing. Universidad de Guayaquil. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23217/1/monografia%20del%20maiz%20JMCG.pdf>

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. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <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. (en línea). Tesis Ing. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Consultado 11 de may 2024. Disponible en: [https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1956/1/TIC\\_A19D.pdf](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. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/1973>

Cordero, L. 2022. Proyecto de explotación de 19 ha para multiplicación de semillas de judía, maíz dulce, garbanzo y colza, en el término municipal de Cuéllar

(Segovia). Tesis Ing. Universidad de Valladolid. Consultado 23 de jul. 2024.

Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/55145>

Capetillo, A., López, C., Zetina, R., Chávez, R., Matilde, C., Cadena, M., & López, J. 2021. Modelo conceptual de fertilización nitrogenada para maíz (*Zea mays* L.) en Veracruz, México. Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático 7(14): <https://doi.org/10.5377/ribcc.v7i14.12606>

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. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <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. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86801>

FORRATEC. (2016). Forrtec Argentina S.A. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: [https://forrtec.com.ar/newsletter/\\_2016/fls-2016-06-25.html](https://forrtec.com.ar/newsletter/_2016/fls-2016-06-25.html)

Falcón, S. 2020. Determinación de la demanda hídrica y parámetros biométricos para la aplicación del riego del maíz amarillo DK7088 (*Zea mays* L.) en La Molina. Tesis Ing. Universidad Nacional Agraria La Molina. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4437/Tesis%20de%20Ingeniera%20Meteor%c3%b3loga->

Samy%20Falc%c3%b3n%20C%c3%a1ceres.pdf?sequence=1&isAllowed=  
y

Flores, I. & Jiménez, J. 2023. Medición del índice de verdor para el diagnóstico nutrimental de nitrógeno en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Tesis Ing. Instituto Tecnológico de Tlajomulco. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en:

<https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/5765/1/TESIS%20IVONNE%20LORENA%20FLORES%20VAZQUEZ%20Y%20JUAN%20SEBASTIAN%20JIMENEZ%20RAIREZ.pdf>

Flores, M. & Tocto, A. 2023). Bacterias fijadoras de nitrógeno en *Saccharum officinarum* L. “caña de azúcar” y su potencial como promotoras de crecimiento de *Zea mays* L. “maíz”. Tesis Ing. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/11908>

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. Consultado 11 de may 2024. Disponible en: <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. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/547053/Rendimiento%20de>

%20un%20h%C3%ADbrido%20de%20ma%C3%ADz%20macollador%20a  
nte%20cambios%20en%20la%20densidad%20de%20siembra%20y%20la  
%20oferta%20de%20nitr%C3%B3geno%20en%20condiciones%20baj  
o%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. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <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. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <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. (en línea). Tesis Ing. Universidad Agraria del Ecuador Facultad de Ciencias Agrarias. Consultado 11 de may 2024. Disponible en: <https://acortar.link/59NkTZ>

- León, S. 2019. Análisis de la producción, comercialización y rentabilidad del cultivo de maíz en el cantón Mocache. Mocache-Ecuador. (en línea). Tesis Ing. Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias Agrarias. Consultado 11 de may 2024. Disponible en: <https://acortar.link/PGk982>
- Lozada, J. 2024. Evaluación del comportamiento agronómico de dos variedades de maíz (zea mays l.) INIAP 199 racimo de uva e iniap 103 mishqui sara, bajo el sistema acolchado. Tesis Ing. Universidad Técnica de Cotopaxi. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/jspui/handle/27000/11658>
- 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. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13882>
- Linares, O. 2021. Caracterización fenotípica de maíces nativos de Sinaloa. Silanoa-México. (en línea). Tesis Ing. Universidad Autónoma de Sinaloa Colegio en Ciencias Agropecuarias Facultad de Agronomía. Consultado 11 de may 2024. Disponible en: <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. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/549745>
- Moya, M. 2021. Determinación de zonas aptitudinales para los cultivos de Maíz (Zea mays) y Papa (Solanum tuberosum), mediante un modelo geográfico

en la parroquia de Mulalillo. Tesis Ing. Universidad Técnica de Cotopaxi.  
Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en:  
<https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10754>

MAG. 2018. Sipa agricultura. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en:  
<http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/maiz/rendimiento-del-maiz-ecuador>

Narváez, B. 2024. Evaluación de 18 híbridos de maíz (*Zea mays* L.), enriquecidos con zinc, Masatepe, Masaya, 2017. Tesis Ing. Universidad Nacional Agraria.  
Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en:  
<https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30l864ev.pdf>

Núñez, N. 2023. La agricultura del maíz y el sorgo en el Bajío mexicano: Revolución verde, sequías y expansión forrajera, 1940-2021. *Historia agraria: Revista de agricultura e historia rural* (91): 255-286.

Ortega, J. 2017. Rendimiento de maiz forrajero en surcos convencionales-estrechos y calidad fisiologica de la semilla, 82 p. Tlaxiaco, Coahuila, México. Tesis Ing. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.  
Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en:  
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42210/JONA%20ORTEGA%20S%C3%81NCHEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Osorio, W. 2022. Establecimiento y comercialización de un sistema de producción de maíz (*Zea mays*) como modelo piloto para productores del resguardo indígena El Turpial del municipio de Puerto López, Meta. Tesis Ing.

Universidad de La Salle. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en:  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria\\_agronomica/271/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/271/)

Ortiz, A. & Larios, R. 2020. Uso eficiente del agua en la producción de semillas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) con sistema de riego por aspersión. La Calera. Tesis Ing. Universidad Nacional Agraria. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/4162/>

Ponce, J., & Pinela, A. 2024. Diseño de Diferentes Mezclas Intraespecíficas en Genotipos de Maíz para Reducir los Daños de Plagas y Enfermedades Foliare. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar* 8(2): 7230-7256.

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. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/21683>

Peña, A. 2023. Efecto de la fertilización de nitrógeno y magnesio sobre la concentración de clorofila en el híbrido de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Pueblo Viejo. Tesis Ing. Universidad Técnica de Babahoyo. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13891>

Rene, A. 2023. Aplicación complementaria de ácidos carboxílicos en la nutrición del maíz (*Zea mays*), Cerecita-Guayas. Tesis Ing. Universidad Agraria del Ecuador Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/AROCA%20TORRES%20JOEL%20RENE.pdf>

Ramírez, A. 2021. Evaluación de bioinsecticidas para el control del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda*, en condiciones de laboratorio. Tesis Ing. Universidad Técnica de Cotopaxi. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7615>

Rusoci, N. & Riglos, M. 2023. Maíz en San Luis. Efecto de fecha y densidades de siembra sobre el rendimiento y sus componentes ecofisiológicos. INTA. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <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. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <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. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BONILLA%20NARANJO%20MAR%C3%8DA%20JOS%C3%89.pdf>

Rivera, K. (2022). Caracterización para determinar el estado de suelos agrícolas de maíz en el municipio de Mártir de Cuilapan, Guerrero, con base a su uso. Tesis Ing. Universidad Autónoma de Puebla. Consultado 23 de jul. 2024.

Disponible en: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/9d94f55b-fbdb-4951-b00c-1884d23c9b45>

Sandoval, I. 2020. Comportamiento agronómico de híbridos de maíz cultivados a diferentes distancias de siembra. Turydes. Turismo y Desarrollo. 13: 14-2.

SIPA. 2018. Sistema de Informacion Publica Agropecuaria. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/maiz>

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. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/7852>

Sanabria, J. 2018. sobre la implementación de plantas de maíz bacillus thuringiensis (Bt), y su eficiencia para el manejo del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Revista Científica y Tecnológica UPSE 5(1):47.

Tello, I. 2024. Ensayo de adaptabilidad en el rendimiento de 11 cruizas y un testigo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), en la localidad de Cochabamba–Chota 2017. Tesis Ing. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Consultado 11 de may 2024. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/13046?show=full>

Tomalá, W. 2023. Rendimiento del maíz *Zea mays* híbrido trueno NB 7443 bajo tres distancias de siembra en la comuna Loma Alta, Santa Elena. Tesis Ing.

Universidad Estatal Península de Santa Elena. Consultado 23 de jul. 2024.

Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9749>

Tsukanka, L. 2023. Efecto de un extracto de algas marinas y hormonas de crecimiento en el cultivo de maíz (*Zea mays*. L) híbrido DEKALB 7088 en el cantón Francisco de Orellana. Tesis Ing. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19039>

Torres, A. & Vargas, R. 2023. Efectividad de la fertilización nitroazufrada sobre el rendimiento de mazorcas del maíz INIAP 543-qpm en épocas seca y lluviosa. Tesis Ing. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/2253>

Villares, J. 2020. Adaptabilidad de nuevos híbridos de maíz (*Zea mays* L.) de alto rendimiento en zonas maiceras del Ecuador. Guayaquil- Ecuador. (en línea). Tesis Ing. Universidad Agraria del Ecuador Facultad de Ciencias Agrarias. Consultado 11 de may 2024. Disponible en: <https://acortar.link/GgDjXI>

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.

Valenzuela, A. 2024. Integración de tecnologías y técnicas de mejora genética en el cultivo del maíz. Tesis Ing. Universidad Técnica de Babahoyo. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en:

<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/16250/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000313.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villanca, A. 2024. Comportamiento de híbridos dobles experimentales de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en siembra de invierno. Universidad Nacional Agraria La Molina. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/6475>

Ullauri, 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. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <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. Consultado 23 de jul. 2024. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9903>

## ANEXOS



**Anexo 1.** Híbridos de maíz



**Anexo 2.** Establecimiento de parcelas experimentales



**Anexo 3.** Aplicación de riego en las parcelas experimentales



**Anexo 4.** Parcelas experimentales de cultivo de maíz



**Anexo 5.** Toma de datos de variables de rendimiento



**Anexo 6.** Inspección de Tutor en el ensayo

## Altura de planta a la cosecha

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de planta a cosecha..	18	0.85	0.74	4.32

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.47	7	0.07	8.00	0.0020
Bloques	0.08	2	0.04	4.94	0.0322
Hibridos	0.35	2	0.18	20.86	0.0003
Densidades	0.03	1	0.03	3.14	0.1067
Hibridos*Densidades	0.01	2	0.01	0.64	0.5469
Error	0.08	10	0.01		
Total	0.56	17			

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14522

Error: 0.0084 gl: 10

Hibridos	Medias	n	E.E.
Dekalb 8719	2.29	6	0.04 A
Dekalb 7088	2.15	6	0.04 A
Adv 9559	1.95	6	0.04 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.09637

Error: 0.0084 gl: 10

Densidades	Medias	n	E.E.
0.20 m x 0.80 m	2.16	9	0.03 A
0.16m x 0.60 m	2.09	9	0.03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.26021

Error: 0.0084 gl: 10

Hibridos	Densidades	Medias	n	E.E.
Dekalb 8719	0.20 m x 0.80 m	2.29	3	0.05 A
Dekalb 8719	0.16m x 0.60 m	2.28	3	0.05 A
Dekalb 7088	0.20 m x 0.80 m	2.19	3	0.05 A B
Dekalb 7088	0.16m x 0.60 m	2.11	3	0.05 A B C
Adv 9559	0.20 m x 0.80 m	2.01	3	0.05 B C
Adv 9559	0.16m x 0.60 m	1.88	3	0.05 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Altura de inserción de mazorca

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de insercion de la ..	18	0.99	0.98	1.74

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.49	7	0.07	129.35	<0.0001
Bloques	1.5E-03	2	7.4E-04	1.35	0.3016
Hibridos	0.26	2	0.13	242.03	<0.0001
Densidades	0.08	1	0.08	146.64	<0.0001
Hibridos*Densidades	0.15	2	0.07	136.04	<0.0001
Error	0.01	10	5.5E-04		

Total 0.50 17

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03697**

Error: 0.0005 gl: 10

Hibridos	Medias	n	E.E.	
Dekalb 8719	1.50	6	0.01	A
Dekalb 7088	1.34	6	0.01	B
Adv 9559	1.20	6	0.01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02453**

Error: 0.0005 gl: 10

Densidades	Medias	n	E.E.	
0.20 m x 0.80 m	1.41	9	0.01	A
0.16m x 0.60 m	1.28	9	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06624**

Error: 0.0005 gl: 10

Hibridos	Densidades	Medias	n	E.E.	
Dekalb 8719	0.16m x 0.60 m	1.50	3	0.01	A
Dekalb 8719	0.20 m x 0.80 m	1.49	3	0.01	A
Adv 9559	0.20 m x 0.80 m	1.39	3	0.01	B
Dekalb 7088	0.20 m x 0.80 m	1.35	3	0.01	B
Dekalb 7088	0.16m x 0.60 m	1.34	3	0.01	B
Adv 9559	0.16m x 0.60 m	1.00	3	0.01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Días a floración

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Días a floración (días)	18	0.92	0.86	2.40

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	287.50	7	41.07	16.43	0.0001
Bloques	8.33	2	4.17	1.67	0.2373
Hibridos	108.33	2	54.17	21.67	0.0002
Densidades	112.50	1	112.50	45.00	0.0001
Hibridos*Densidades	58.33	2	29.17	11.67	0.0024
Error	25.00	10	2.50		
Total	312.50	17			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.50245**

Error: 2.5000 gl: 10

Hibridos	Medias	n	E.E.	
Adv 9559	69.17	6	0.65	A
Dekalb 7088	65.00	6	0.65	B
Dekalb 8719	63.33	6	0.65	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.66076**

Error: 2.5000 gl: 10

Densidades	Medias	n	E.E.	
0.16m x 0.60 m	68.33	9	0.53	A

0.20 m x 0.80 m 63.33 9 0.53 B  
 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.48404**

Error: 2.5000 gl: 10

Hibridos	Densidades	Medias n	E.E.		
Dekalb 7088	0.16m x 0.60 m	70.00	3 0.91	A	
Adv 9559	0.16m x 0.60 m	70.00	3 0.91	A	
Adv 9559	0.20 m x 0.80 m	68.33	3 0.91	A	B
Dekalb 8719	0.16m x 0.60 m	65.00	3 0.91		B C
Dekalb 8719	0.20 m x 0.80 m	61.67	3 0.91		C D
Dekalb 7088	0.20 m x 0.80 m	60.00	3 0.91		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Longitud de mazorca**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud de mazorca	18	0.93	0.89	6.25

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	177.33	7	25.33	20.00	<0.0001
Bloques	1.33	2	0.67	0.53	0.6063
Hibridos	14.33	2	7.17	5.66	0.0227
Densidades	43.56	1	43.56	34.39	0.0002
Hibridos*Densidades	118.11	2	59.06	46.62	<0.0001
Error	12.67	10	1.27		
Total	190.00	17			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.78126**

Error: 1.2667 gl: 10

Hibridos	Medias n	E.E.	
Adv 9559	19.17	6 0.46	A
Dekalb 8719	17.83	6 0.46	A B
Dekalb 7088	17.00	6 0.46	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.18214**

Error: 1.2667 gl: 10

Densidades	Medias n	E.E.	
0.20 m x 0.80 m	19.56	9 0.38	A
0.16m x 0.60 m	16.44	9 0.38	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.19176**

Error: 1.2667 gl: 10

Hibridos	Densidades	Medias n	E.E.		
Adv 9559	0.20 m x 0.80 m	24.33	3 0.65	A	
Dekalb 8719	0.16m x 0.60 m	18.33	3 0.65		B
Dekalb 8719	0.20 m x 0.80 m	17.33	3 0.65		B
Dekalb 7088	0.20 m x 0.80 m	17.00	3 0.65		B C
Dekalb 7088	0.16m x 0.60 m	17.00	3 0.65		B C
Adv 9559	0.16m x 0.60 m	14.00	3 0.65		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Numero de hileras por mazorcas

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Numero de hilera de grano ..	18	0.50	0.15	3.73

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.00	7	0.43	1.43	0.2938
Bloques	1.00	2	0.50	1.67	0.2373
Hibridos	1.33	2	0.67	2.22	0.1590
Densidades	0.22	1	0.22	0.74	0.4096
Hibridos*Densidades	0.44	2	0.22	0.74	0.5012
Error	3.00	10	0.30		
Total	6.00	17			

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.86687

Error: 0.3000 gl: 10

Hibridos	Medias	n	E.E.
Adv 9559	15.00	6	0.22 A
Dekalb 7088	14.67	6	0.22 A
Dekalb 8719	14.33	6	0.22 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.57530

Error: 0.3000 gl: 10

Densidades	Medias	n	E.E.
0.20 m x 0.80 m	14.78	9	0.18 A
0.16m x 0.60 m	14.56	9	0.18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.55332

Error: 0.3000 gl: 10

Hibridos	Densidades	Medias	n	E.E.
Adv 9559	0.20 m x 0.80 m	15.33	3	0.32 A
Dekalb 7088	0.20 m x 0.80 m	14.67	3	0.32 A
Dekalb 7088	0.16m x 0.60 m	14.67	3	0.32 A
Adv 9559	0.16m x 0.60 m	14.67	3	0.32 A
Dekalb 8719	0.20 m x 0.80 m	14.33	3	0.32 A
Dekalb 8719	0.16m x 0.60 m	14.33	3	0.32 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Numero de granos por mazorca

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Numero de granos por mazor..	18	0.95	0.91	3.96

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	65166.89	7	9309.56	24.56	<0.0001
Bloques	353.78	2	176.89	0.47	0.6401
Hibridos	1694.11	2	847.06	2.23	0.1577
Densidades	15605.56	1	15605.56	41.17	0.0001
Hibridos*Densidades	47513.44	2	23756.72	62.67	<0.0001
Error	3790.89	10	379.09		

Total 68957.78 17

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=30.81525**

Error: 379.0889 gl: 10

Hibridos	Medias	n	E.E.
Adv 9559	500.50	6	7.95 A
Dekalb 7088	496.83	6	7.95 A
Dekalb 8719	478.33	6	7.95 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=20.45062**

Error: 379.0889 gl: 10

Densidades	Medias	n	E.E.
0.20 m x 0.80 m	521.33	9	6.49 A
0.16m x 0.60 m	462.44	9	6.49 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=55.21660**

Error: 379.0889 gl: 10

Hibridos	Densidades	Medias	n	E.E.
Adv 9559	0.20 m x 0.80 m	602.33	3	11.24 A
Dekalb 7088	0.16m x 0.60 m	509.00	3	11.24 B
Dekalb 7088	0.20 m x 0.80 m	484.67	3	11.24 B
Dekalb 8719	0.16m x 0.60 m	479.67	3	11.24 B
Dekalb 8719	0.20 m x 0.80 m	477.00	3	11.24 B
Adv 9559	0.16m x 0.60 m	398.67	3	11.24 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Peso de 100 granos

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso de 100 granos (g)	18	0.92	0.86	4.53

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	357.67	7	51.10	15.80	0.0001
Bloques	16.33	2	8.17	2.53	0.1294
Hibridos	289.33	2	144.67	44.74	<0.0001
Densidades	43.56	1	43.56	13.47	0.0043
Hibridos*Densidades	8.44	2	4.22	1.31	0.3134
Error	32.33	10	3.23		
Total	390.00	17			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.84591**

Error: 3.2333 gl: 10

Hibridos	Medias	n	E.E.
Dekalb 8719	42.67	6	0.73 A
Adv 9559	42.33	6	0.73 A
Dekalb 7088	34.00	6	0.73 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.88869**

Error: 3.2333 gl: 10

Densidades	Medias	n	E.E.
0.20 m x 0.80 m	41.22	9	0.60 A

0.16m x 0.60 m 38.11 9 0.60 B  
 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.09946**

Error: 3.2333 gl: 10

Hibridos	Densidades	Medias	n	E.E.
Adv 9559	0.20 m x 0.80 m	44.67	3	1.04 A
Dekalb 8719	0.20 m x 0.80 m	44.33	3	1.04 A
Dekalb 8719	0.16m x 0.60 m	41.00	3	1.04 A
Adv 9559	0.16m x 0.60 m	40.00	3	1.04 A
Dekalb 7088	0.20 m x 0.80 m	34.67	3	1.04 B
Dekalb 7088	0.16m x 0.60 m	33.33	3	1.04 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Rendimiento por hectárea**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento por hectarea (..	18	0.94	0.90	7.23

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	100861632.76	7	14408804.68	23.61	<0.0001
Bloques	7436732.41	2	3718366.20	6.09	0.0186
Hibridos	24603011.15	2	12301505.58	20.15	0.0003
Densidades	41534655.01	1	41534655.01	68.04	<0.0001
Hibridos*Densidades	27287234.20	2	13643617.10	22.35	0.0002
Error	6104056.84	10	610405.68		
Total	106965689.60	17			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1236.52941**

Error: 610405.6841 gl: 10

Hibridos	Medias	n	E.E.
Dekalb 8719	12318.33	6	318.96 A
Dekalb 7088	10603.35	6	318.96 B
Adv 9559	9474.66	6	318.96 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=820.62601**

Error: 610405.6841 gl: 10

Densidades	Medias	n	E.E.
0.16m x 0.60 m	12317.82	9	260.43 A
0.20 m x 0.80 m	9279.74	9	260.43 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2215.68699**

Error: 610405.6841 gl: 10

Hibridos	Densidades	Medias	n	E.E.
Dekalb 8719	0.16m x 0.60 m	15041.32	3	451.07 A
Dekalb 7088	0.16m x 0.60 m	12609.81	3	451.07 B
Adv 9559	0.20 m x 0.80 m	9647.01	3	451.07 C
Dekalb 8719	0.20 m x 0.80 m	9595.33	3	451.07 C
Adv 9559	0.16m x 0.60 m	9302.32	3	451.07 C
Dekalb 7088	0.20 m x 0.80 m	8596.88	3	451.07 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )