



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**  
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental  
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

**Efecto de la densidad de la siembra en el rendimiento de maíz amarillo duro  
(*Zea mays L*) en condiciones de Cañete**

**Tesis**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

**Autor**

**Nilton Cesar Ciprian Melendez**

**Asesora**

Dra. Maria del Rosario Utia Pinedo

Huacho – Perú

2025



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**  
**LICENCIADA**

*(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNED U/CD de fecha 27/01/2020)*

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental  
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

## **METADATOS**

<b>DATOS DEL AUTOR (ES):</b>		
<b>NOMBRES Y PELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>FECHA DE SUSTENTACIÓN</b>
Nilton Cesar Ciprian Melendez	41612385	20/06/24
<b>DATOS DEL ASESOR:</b>		
<b>NOMBRES Y PELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CÓDIGO ORCID</b>
María del Rosario Utia Pinedo	07922793	<a href="https://orcid.org/0000-0002-2396-3382">0000-0002-2396-3382</a>
<b>DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO:</b>		
<b>NOMBRES Y PELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CODIGO ORCID</b>
Edison Goethe Palomares Anselmo	15605363	0000-0002-6883-1332
Angel Pedro Campos Julca	15733670	0000-0002-1418-6104
Roberto Hugo Tirado Malaver	44565193	0000-0001-7064-3501

# Efecto de la Densidad de la Siembra en el Rendimiento del Maiz Amarillo Duro (*Zea mays* L.) en Condiciones de Cañete

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion	2%
	Trabajo del estudiante	
2	renati.sunedu.gob.pe	1%
	Fuente de Internet	
3	scielo.conicyt.cl	1%
	Fuente de Internet	
4	Submitted to Universidad Católica de Santa María	1%
	Trabajo del estudiante	
5	doi.org	1%
	Fuente de Internet	
6	www.coursehero.com	1%
	Fuente de Internet	
7	repositorio.ucv.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
8	Submitted to Pontificia Universidad Católica del Ecuador - PUCE	1%

## **DEDICATORIA**

*La presente tesis se la dedico a mis padres Emilio Ciprian V. y Victoria Melendez B., porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mi una mejor persona, a mis hermanos por su apoyo y confianza. Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante. A mi padre por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome y aconsejándome siempre. A mi madre por hacer de mi una mejor persona a través de su ejemplo de lucha, sus consejos y su gran amor, ¡gracias mamá! A mi amada esposa Marleny y mi hija Fiorella por su sacrificio y esfuerzo, porque han sido el impulso durante toda mi carrera y el pilar principal para la culminación de la misma, los amo.*

***Nilton***

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero agradecer infinitamente a mi esposa Marleny y mi hija Fiorella. Me brindaron su apoyo, tuvieron tolerancia e infinita paciencia y cedieron su tiempo para que “papá estudie”, estuvieron a mi lado en los momentos y situaciones más difíciles, siempre ayudándome. De verdad no fue sencillo culminar con éxito esta hermosa carrera, sin embargo, siempre fueron muy motivadoras y me decían que lo lograría y que todo iba salir bien.*

*Gracias, mis amores.*

***Nilton***

## **INTRODUCCION**

El presente trabajo está abocado al estudio del efecto de la densidad de la siembra en el rendimiento de maíz amarillo duro, bajo las condiciones del distrito de cañete

Es de suma importancia debido a que es uno de los principales cultivos mas producidos a nivel mundial, es utilizado como materia prima en la industria avícola entre otros usos que le da cada país según su necesidad.

Esta investigación es muy beneficiosa, dado en la siembra de híbridos de maíz amarillo duro para obtener un mayor rendimiento, ya que el rendimiento de grano se incrementa con la densidad de población.

Los efectos en el desarrollo de esta investigación son positivos, dado a que sé brindó mayor rendimiento a favor de los agricultores debido a que se obtuvo la densidad siembra apropiada para obtener alto rendimiento en el cultivo de maíz amarillo duro en condiciones de Cañete.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos.....	2
1.3 Objetivos de la Investigación.....	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 Justificación de la Investigación.....	2
1.5 Delimitación del estudio.....	3
1.6 Viabilidad del estudio.....	3
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Antecedentes de la investigación.....	4
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	4
2.1.2 Antecedentes a nivel Nacional.....	5
2.2 Bases teóricas.....	7
2.2.2 Aspectos botánicos.....	7
2.2.3 Requerimiento de clima.....	8
2.2.4 Requerimiento de suelo.....	8
2.2.5 Fenología del maíz amarillo duro.....	9
2.2.6 Descripción del híbrido Dekalb 7508.....	9
2.2.7 Densidad de siembra.....	10
2.2 Definición de términos básicos.....	11
2.3 Hipótesis de investigación.....	12

2.3.1	Hipótesis general.....	12
2.3.2	Hipótesis específicas .....	12
2.4	Operacionalización de las variables .....	13
CAPITULO III. METODOLOGIA.....		14
3.1	Diseño metodológico.....	14
3.1.1	Ubicación .....	14
3.1.2	Características del área experimental .....	14
3.1.3	Tratamientos.....	16
3.1.4	Diseño experimental.....	16
3.2	Técnicas de recolección de datos.....	19
3.3	Técnicas para el procedimiento de la información .....	19
CAPITULO IV. RESULTADOS .....		27
4.1	Germinación (%).....	27
4.2	Altura de planta .....	28
4.3	Longitud de mazorca .....	30
4.4	Diámetro de mazorca.....	31
4.5	Peso de mazorca .....	33
4.6	Rendimiento total de grano (t ha <sup>-1</sup> ).....	34
CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		40
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....		28
ANEXOS .....		30

## Índice de Tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables	13
Tabla 2. Matriz de los tratamientos	16
Tabla 3. Prueba de análisis de varianza	16
Tabla 4. Análisis de varianza para la germinación (%)	27
Tabla 5. Comparación de tratamientos para la germinación (%)	27
Tabla 6. Análisis de varianza para la altura de planta (cm)	28
Tabla 7. Prueba de Duncan al 5% para la altura de planta (cm)	29
Tabla 8. Análisis de varianza para la longitud de mazorca (cm)	30
Tabla 9. Prueba de Duncan al 5% para la longitud de mazorca (cm)	30
Tabla 10. Análisis de varianza para el diámetro de mazorca (cm)	31
Tabla 11. Comparación de tratamientos para el diámetro de mazorca (cm)	32
Tabla 12. Análisis de varianza para el peso de mazorca (g)	33
Tabla 13. Comparación de tratamientos para el peso de mazorca (g)	33
Tabla 14. Análisis de varianza para el rendimiento total de grano ( $t\ ha^{-1}$ )	35
Tabla 15. Comparación de tratamientos para el rendimiento total de grano ( $t\ ha^{-1}$ )	35
Tabla 16. Análisis de suelo	38
Tabla 17. Datos de campo	40

## Índice de Figuras

Figura 1. Distribución de los tratamientos en el campo experimental.	15
Figuro 2. Comparación de promedios de los tratamientos para la germinación (%)	28
Figuro 3. Comparación de promedios de los tratamientos para la altura de plantas (cm).	29
Figuro 4. Comparación de promedios de los tratamientos para longitud de mazorca (cm).	31
Figuro 5. Comparación de promedios de los tratamientos para el diámetro de mazorca (cm).	32
Figuro 6. Comparación de promedios de los tratamientos para el peso de mazorca (g)	34
Figuro 7. Comparación de promedios de los tratamientos para el rendimiento total de grano ( $t\ ha^{-1}$ ).	35

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento del maíz amarillo duro bajo condiciones de Cañete. **Metodología:** El experimento se realizó en la localidad de San Benito, distrito Imperial, provincia de Cañete durante los meses de abril a octubre de 2022. Se utilizó el diseño de bloques completo al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: Testigo ( $62\,500$  plantas  $\text{ha}^{-1}$ ), D2 ( $71\,429$  plantas  $\text{ha}^{-1}$ ), D3 ( $83\,333$  plantas  $\text{ha}^{-1}$ ), D4 ( $100\,000$  plantas  $\text{ha}^{-1}$ ). Se evaluaron variables relacionadas con la germinación, altura de planta, longitud y diámetro de mazorca, peso de mazorca y rendimiento. La comparación de promedios se utilizó con la prueba de Duncan al 5%. **Resultados:** La densidad de siembra no influyó en la germinación, en cambio para la altura de planta las densidades de plantas obtuvieron efecto significativo, siendo el tratamiento D4 con  $2,80$  m fue el mayor en comparación con el Testigo. En cambio para la longitud y diámetro de mazorca la D2 obtuvo mayor respuesta con  $19,08$  y  $5,16$  cm. Con respecto al peso de mazorca la D2 y el Testigo obtuvieron mayor peso ( $227,5$  y  $223,5$  g respectivamente). Con respecto al rendimiento total de grano el tratamiento con mayor densidad poblacional fue quien obtuvo mayor rendimiento de grano ( $13,3$  t  $\text{ha}^{-1}$ ) aunque similar estadísticamente a los tratamientos D3 y al D2 ( $12,6$  y  $11,9$  t  $\text{ha}^{-1}$ ). **Conclusión:** Las densidades de plantas presentaron un efecto significativo en el rendimiento del maíz amarillo duro bajo condiciones de Cañete.

**Palabras clave:** diámetro de mazorca longitud de mazorca, rendimiento, tratamiento.

## ABSTRACT

**Objective:** To determine the effect of planting density on the yield of hard yellow corn under Cañete conditions. **Methodology:** The experiment was conducted in San Benito, Imperial district, province of Cañete during the months of April to October 2022. A randomized complete block design with four treatments and four replications was used. The treatments were: Control (62 500 plants ha<sup>-1</sup>), D2 (71 429 plants ha<sup>-1</sup>), D3 (83 333 plants ha<sup>-1</sup>), D4 (100 000 plants ha<sup>-1</sup>). Related variables were evaluated for germination, plant height, ear length and diameter, ear weight and yield. Comparison of averages was made using Duncan's test at 5%. **Results:** Planting density did not influence germination, but for plant height the plant densities had a significant effect, and treatment D4 with 2.80 m was the highest in comparison with the control. On the other hand, for ear length and diameter, D2 obtained the greatest response with 19.08 and 5.16 cm. With respect to ear weight, the D2 and the control obtained higher weights (227.5 and 223.5 g, respectively). With respect to total grain yield, the treatment with the highest population density obtained the highest grain yield (13,3 t ha<sup>-1</sup>), although it was statistically similar to treatments D3 and D2 (12,6y 11,9 t ha<sup>-1</sup>). **Conclusion:** Plant densities had a significant effect on the yield of hard yellowcorn under Cañete conditions.

**Keywords:** ear diameter, ear length, yield, treatment.

## CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la realidad problemática

El maíz amarillo duro es uno de los principales cultivos más producidos a nivel mundial, ya que el grano es utilizado como materia prima en la industria avícola y entre otros usos que se le da en cada país (Alvarado, 2022). En el Perú este grano es uno de los principales cultivos que se producen y comercializan ya que es fuente de alimento para aves y su forraje es usado para la ganadería, es así que los agricultores buscan la mejor semilla híbrida y de buen manejo agrícola para obtener mayor rendimiento, pero la producción no abastece la demanda nacional, es por ello que se importa de otros países (Loyola, 2019).

Asimismo, en la provincia de Cañete, surge un problema en el rendimiento de grano debido a diferentes causas, entre ellas la baja formación de granos en el maíz, ya que este factor depende de la intercepción de la radiación solar y la actividad fotosintética de la planta esto relaciona con el número de mazorcas por unidad de superficie, por tanto, el distanciamiento de siembra inapropiadas en el maíz influyen en disminuir o aumentar el rendimiento, por que inciden con los factores de luz, nutrientes y agua, produciendo plantas pequeñas, malformaciones de mazorcas y granos que pueden hacer inviable (Fernández, 2019).

Cuenca (2019) menciona que:

Los híbridos de maíz modernos están mejorados para, contribuir a un desarrollo óptimo del grano, bajo condiciones de alta densidad de siembra. La alta densidad de siembra es uno de los factores manipulables y factibles para incrementar el rendimiento por área mientras se mantiene o mejora la rentabilidad. Dejando como resultado libre competencia por agua, nutriente y especialmente luz convirtiéndose en un principio básico para el espacio entre planta e hileras alcanzando mejores rendimientos de los híbridos a usarse (p.18)

Tal como menciona Chumpitaz (2018) que “en la búsqueda de nuevos híbridos y variedades de maíz amarillo duro debemos tener presente el desarrollo de nuevas tendencias tecnológicas para el manejo del cultivo” (p.1), debido a ello se requiere evaluar la densidad de siembra en híbridos de maíz amarillo duro pues el rendimiento de grano se incrementa con la densidad de población, hasta llegar a un punto máximo y disminuirá cuando la densidad se incrementa más allá de este punto.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuál es el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento del maíz amarillo duro bajo condiciones de Cañete?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- a) ¿Cuál es el efecto de la densidad de siembra en las características morfológicas del cultivo de maíz amarillo duro bajo condiciones de Cañete?
- b) ¿Cuál es el efecto de la densidad de siembra en las características productivas y de rendimiento del cultivo maíz amarillo duro bajo condiciones de Cañete?

## **1.3 Objetivos de la Investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento del maíz amarillo duro bajo condiciones de Cañete.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- a) Evaluar el efecto de la densidad de siembra en las características morfológicas del cultivo de maíz amarillo duro bajo condiciones de Cañete.
- b) Evaluar el efecto de la densidad de siembra en las características productivas y de rendimiento del cultivo maíz amarillo duro bajo condiciones de Cañete.

## **1.4 Justificación de la Investigación**

Esta investigación es muy beneficiosa, dado que la densidad de siembra es un factor importante en la siembra de híbridos de maíz amarillo duro para obtener un mayor rendimiento, ya que el rendimiento de grano se incrementa con la densidad de población, hasta llegar a un punto máximo y disminuirá cuando la densidad se incrementa más allá de este punto. Por lo que, los resultados de esta investigación, se convierten en una alternativa para los agricultores ya que así lograrán usar la densidad de siembra más apropiada, para obtener altos rendimientos. Por otro lado, el estudio es pertinente dado que los agricultores buscan alternativas para mejorar el rendimiento sin intervenir en el impacto ambiental.

### **1.5 Delimitación del estudio**

La presente investigación se desarrolló en la propiedad del agricultor Fredy Mendoza Villagaray, localizado en la localidad de San Benito, distrito Imperial, provincia de Cañete, región Lima, geográficamente ubicado a una latitud de -13.03035507 y longitud de -76.3841562 con UTM de 349905.276 E y 8559098.591N 18L a 85,02 msnm, durante los meses de abril a octubre de 2022.

### **1.6 Viabilidad del estudio**

Los efectos del desarrollo de esta de investigación son positivos, dado que se brindó mayor rendimiento a los agricultores debido a que se obtendrá la densidad siembra apropiada para obtener alto rendimiento en el cultivo de maíz amarillo duro en condiciones de Cañete.

## CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Blanco & Gonzáles (2021) evaluando el efecto de la densidad de población sobre el rendimiento del híbrido HST-3235 del maíz, conducido bajo un diseño experimental de bloques al azar con tres tratamientos siendo las densidades de población de 44 444, 74 074 y 88 888 plantas/ha. Los resultados muestran que la densidad de 88 888 plantas/ha obtuvo mayor rendimiento, por lo que el incremento en densidad de 44 444 a 88 888 plantas/ha aumentó el rendimiento de granos en un 50% y mejor comportamiento agronómico, indicando que el rendimiento de grano se incrementa con la densidad de población, hasta llegar a un punto máximo y disminuye cuando la densidad se incrementa más allá de este punto.

León (2018) evaluando el comportamiento productivo del maíz híbrido AGRI 104 con diferentes densidades y sistema de siembra bajo condiciones de riego localizado. La investigación se realizó en un diseño de bloques completos al azar, con seis tratamientos fueron el sistema de siembra (superficial y con surcado) y la densidad de siembra, (0,40, 0,70 y 0,90 m entre hileras). Los resultados demostraron que la densidad de siembra a 0,90 m entre hilera fue significativo en la altura de las plantas. El sistema y la densidad de siembra influyeron significativamente sobre el rendimiento del híbrido de maíz AGRI 104 en más de 30% y obtuvo mejores características agronómicas del híbrido.

Cuenca (2019) evaluando la alta densidad de siembra en el comportamiento agronómico de cuatro híbridos de maíz amarillo. El uso de distancias de siembra no apropiadas en el cultivo de maíz sería un factor para limitar su potencial de producción, se usaron un diseño estadístico de bloques completos al azar con arreglo factorial, como factor A (cuatro híbridos) (Trueno NB7443, Dow Híbrido, Das 3383, Agripac Copa SV 3243, Agripac Batalla SV 1035) y como factor B (tres densidades) (1,50x0,20 m, 1,20 x 0,20 m, 1,20x0,15m). Los resultados confirmaron que el distanciamiento de siembra de (1,50x0,50 m) presentó mayor rendimiento con el Dow híbrido Dass 3383 quien obtuvo rendimiento de 14,8 t/ha y de menor rendimiento fue el distanciamiento de (1,20 x 0,20 m).

Martínez et al. (2018) investigó sobre la densidad de plantas, componentes fenológicos de producción y rendimiento de granos en diferentes materiales genéticos de maíz, el objetivo del estudio fue verificar la influencia de la distancia de plantación y de la población de plantas, en los componentes fenológicos y en productividad. El experimento fue conducido con dos distancias de plantación: 0,45 m y 0,90 m, tres densidades poblacionales 50, 75 y 100 mil plantas/ha. Los resultados indican que la distancia entre líneas de plantío y el aumento de la población de plantas influenciaron significativamente en el rendimiento siendo la densidad de 75000 plantas/ha reportando mayor rendimiento de grano y características agronómicas de la mazorca.

Intriago & Torres (2018) investigando el efecto de la densidad y arreglo de siembra en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la densidad y el arreglo de siembra en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del híbrido de maíz HAZ 1. El ensayo se realizó utilizando un diseño de bloques completos al azar, sembrando hileras de 0,8 m e hileras gemelas a 1,5 m y a 2 m entre ellas, usando densidades de 62,000, 82,000 y 102,000 plantas/ha. Los resultados muestran a la interacción entre el arreglo 1,5 m con la densidad 62,000 plantas/ha con mayor peso con 369,48 g, en cambio la densidad de 102,000 plantas/ha disminuyó en un 7,5% el tamaño de la mazorca y el rendimiento más alto (15,38 t/ha) lo reportó la densidad de 102,000 plantas/ha superior en un 34% en comparación con la densidad 62,000 plantas/ha.

### **2.1.2 Antecedentes a nivel Nacional**

Rodríguez (2021) evaluando el efecto de número de plantas por golpe en diferentes distanciamientos en dos híbridos de maíz amarillo duro, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de híbridos de maíz, la metodología fue dos densidades de siembra (D1: 88867 plantas/ha y D2: 66665 plantas/ha) en el rendimiento de dos híbridos de maíz amarillo duro (H1: INIA 605 Y H2: DK 7508), encontró diferencias estadísticas entre las densidades de plantación, se logró un mayor rendimiento fue la combinación H2G3 (DK 7508 x 30 cm – 2 plantas/golpe, 88867 plantas/ha) con 14.56 t/ha, sin diferencias estadísticas con los tratamientos del mismo híbrido, pero superiores a las combinaciones del híbrido INIA 605.. El mayor rendimiento de maíz se encontró con la densidad de 60cm x 40cm, además, presentó mejores características de la mazorca.

Chura y Mendoza (2019) en su investigación sobre efecto de dos densidades de siembra del maíz amarillo duro y dosis y fraccionamiento de nitrógeno, el objetivo fue de evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra (62 500 y 69 444 plantas/ha), dosis de nitrógeno (180, 200 y 220 kg ha<sup>-1</sup> ) y su fraccionamiento (dos veces: estadios V3 (50%) y V7 (50%); y tres veces: estadios V3 (20%), V7 (40%) y V12 (40%)), en el desempeño agronómico del maíz amarillo duro. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar, en arreglo factorial 2x3x2. Los resultados mostraron que el mayor rendimiento en grano lo obtuvo con 200 kg/ha de N y utilizando densidad de 69 444 plantas/ha.

Fernández (2019) investigando sobre la evaluación del rendimiento de tres variedades de maíz amarillo duro bajo tres densidades de siembra en Amazonas, con el objetivo de evaluar la densidad de siembra en híbridos de maíz amarillo duro, se usó el diseño experimental de bloques completos al azar, con tres densidades. Los resultados demostraron que el T6 (DEKALB 7805 y densidad de siembra de 0,6 x 0,25m) fue el que obtuvo el mayor rendimiento (14,50 t/ha), además presentó características agronómicas superiores respecto a los otros tratamientos. El T9 (Marginal 28 T y densidad de siembra de 0.60 x 0.25m) obtuvo un rendimiento de (12,28 t/ha). En conclusión, la mejor opción si se quiere incrementar el rendimiento es la variedad DEKALB 7508 y una densidad de siembra de 0.60 x 0.25 m.

López (2019) investigando la evaluación de tres densidades de siembra con siete híbridos del cultivo de maíz amarillo duro, el objetivo fue de determinar la combinación híbrido – densidad de siembra, para de esa manera poder obtener un rendimiento óptimo en el cultivo de maíz. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial de 3 x 7, con 21 tratamientos empleándose densidades de 75000, 68750 y 62500 plantas/ha. El resultado muestra que el Tratamiento 15 (híbrido DOW 2B688, con 75000 plantas/ha) ha obtenido el mayor rendimiento y mejor comportamiento agronómico en cambio el híbrido IMPACTO 860, con 68750 plantas/ha obtuvo menor rendimiento.

Chumpitaz (2018) evaluando las densidades de siembra y dos variedades de maíz amarillo duro (PM-213 y EXP-05), las densidades de siembra de tres niveles: densidad baja con 62 500 plantas/ha, densidad media con 69444 p plantas/ha y la densidad alta con 83333 plantas/ha. Los resultados muestran que el híbrido EXP-05 y con densidad media con 69444 p plantas/ha fue la que obtuvo los mayores características de altura de planta, altura de mazorca, diámetro de tallo, peso de 100 granos, peso de tusa, peso de mazorca y número de hileras por mazorca.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Origen del maíz**

El centro de origen del maíz amarillo duro es México y Perú, ya que en estos países se encontraron evidencias arqueológicas de este cultivo, además, en México se encontró la planta de teosinte la cual los científicos determinaron que es el pariente más cercano del maíz (Huamanchumo, 2013).

### **2.2.2 Aspectos botánicos**

#### **2.2.2.1 Taxonomía**

La taxonomía del maíz según IICA (1989) es la siguiente:

Reino: Vegetal

División: Espermatofitas

Clase: monocotiledónea

Orden: Gluniflorales

Familia: Gramineae

Género: Zea

Especie: mays

Nombre Científico: *Zea mays* L.

#### **2.2.2.2 Descripción morfológica**

El maíz es una planta monoica, ya que produce flores las cuales son las espigas masculina y femenina que se forman en distintas partes de la planta, es así que la planta de maíz pertenece a las alógamas donde ocurre polinización cruzada, además esta planta presenta una mazorca cuyos granos que se forman de ella produce diferentes coloraciones las cual las describe en diferentes variedades y/o razas, siendo los de grano de color amarillo y con un tegumento duro vidrioso la cual es descrita como maíz amarillo duro que contiene alta cantidad de proteínas (Cieza y Vásquez, 2022).

Según Fernández (2019). describe morfológicamente al maíz de la siguiente manera:

**a. Raíz**

Las raíces del maíz es adventicio, además presenta un sistema radicular profundo que puede llegar a más de un metro de profundidad.

**b. Hojas**

Las hojas tienen forma alargada, y conformado por una vaina, en la hoja presenta nervaduras, y es la encargada de realizar la fotosíntesis.

**b. Tallo**

El tallo es erecto y en la parte basal se forman raíces adventicias.

**c. Mazorca**

La mazorca se forma a través de la espiga.

**d. Panoja**

La panoja se forma en el ápice del tallo, siendo el órgano masculino de la planta donde se produce el polen.

### **2.2.3 Requerimiento de clima**

El clima es un factor importante en el cultivo de maíz amarillo duro, de acuerdo a la temperatura la cual requiere un promedio de 18,8°C en el día y 12,8°C de noche, con humedad relativa de 85-90%, el clima de este maíz va desde 0 a 1 20 msnm a mayor de eso se detiene el crecimiento vegetativo (Alvarado, 2022).

### **2.2.4 Requerimiento de suelo**

El requerimiento del suelo en el cultivo de maíz amarillo duro, son franco arenoso lo que requiere de suelos sueltos y aireados, con alta materia orgánica y buen drenaje para evitar encharcamientos, además, requiere el cultivo de maíz un pH de 6 a 7 (Alvarado, 2022).

### **2.2.5 Fenología del maíz amarillo duro**

La fenología del maíz amarillo duro presenta las siguientes etapas fenológicas desde la germinación hasta la cosecha de acuerdo a Bueno y Tolentino (2022, p.13).

- **Emergencia:** Esta etapa corresponde desde el momento de la siembra hasta la aparición de coleóptilo, el cual dura un periodo de 6 a 8 días aproximadamente.
- **Germinación:** Etapa crítica del cultivo de maíz ya que esta etapa compromete el futuro del cultivo, siendo en esta etapa más susceptible al ataque de plagas u otros agentes patógenos.
- **Crecimiento:** En esta etapa el cultivo de maíz, inicia con una hoja, que posterior a ello cada tres días presentan nuevas hojas en condiciones óptimas. Cabe indicar que a los 15 a 20 días ya presenta entre 5 a 6 hojas.
- **Floración:** En condiciones óptimas el cultivo de maíz ya presenta panoja a los 25 a 30 días aproximadamente. Etapa en que ocurre la liberación del polen.
- **Fructificación:** Una vez que se dio la fecundación, los estilos de la mazorca tienen a cambiar de color a castaño. Posterior a ello a las tres semanas se forma el tamaño de la mazorca y llenado de los granos.
- **Maduración y secado:** Posterior a la polinización, los granos alcanzan el mayor porcentaje de materia seca, logrando alcanzar su madurez fisiológica y logrando alcanzar un 35% de humedad de grano.

### **2.2.6 Descripción del híbrido Dekalb 7508**

El maíz amarillo duro híbrido Dekalb 7508, es obtenido a partir del cruce simple de dos líneas homocigotas, los granos presenta una textura semidentado, de color amarillo, con rango de 70 a 89 días a la floración y de 120 a 150 días a cosecha, el número de hileras por mazorca va de 16 a 20 hileras y tiene alto potencial de rendimiento de grano, además presenta alta adaptación (Bayer, sf.).

### 2.2.7 Densidad de siembra

La densidad de siembra es el número de plantas por unidad de área agrícola, la cual es un factor importante al cultivar una especie vegetal ya que la producción del cultivo depende del distanciamiento que se utilice, debido a que se debe tener plantas sin problemas de competencia de luz solar y competencia entre raíces por el agua y los nutrientes, cuando existe un alto número de plantas por unidad de área la intercepción por luz tiende a limitarse haciendo que la distribución de los fotoasimilados se distribuya en formación de masa foliar esto indica que la planta crece más para que pueda interceptar suficiente luz solar y en consecuencia el peso del fruto o mazorca es menor (Rodríguez, 2021).

Asimismo, la formación de granos en el maíz, depende de la intercepción de la radiación solar y la actividad fotosintética de la planta esto relaciona con el número de mazorcas por unidad de superficie, por tanto, el distanciamiento de siembra inapropiadas en el maíz influye en disminuir o aumentar el rendimiento, por que inciden con los factores de luz, nutrientes y agua, produciendo plantas pequeñas, malformaciones de mazorcas y granos que pueden hacer inviable (Fernández, 2019).

Cuenca (2019) menciona que:

Los híbridos de maíz modernos están mejorados para, contribuir a un desarrollo óptimo del grano, bajo condiciones de alta densidad de siembra. La alta densidad de siembra es uno de los factores manipulables y factibles para incrementar el rendimiento por área mientras se mantiene o mejora la rentabilidad. Dejando como resultado libre competencia por agua, nutriente y especialmente luz convirtiéndose en un principio básico para el espacio entre planta e hileras alcanzando mejores rendimientos de los híbridos a usarse (p.18)

Según Pedraza et al. (2017) indican que la densidad de siembra en tres híbridos de maíz amarillo, sobresalió en mayor altura de planta con densidad alta, en cambio con densidad media y baja obtuvo mayor número de hileras por mazorca y además, mayor longitud de mazorca, en cuanto al mayor rendimiento de maíz se encontró con la densidad media que presentó mejores características de la mazorca. Asimismo Mamani (2017) investigando el efecto de la densidad de siembra en cinco híbridos de maíz amarillo duro, demostraron que el híbrido DK-500, obtuvo el mayor rendimiento con 11,03 t/ha, con densidad de 31250 plantas/ha, asimismo, esta densidad reportaron mejores características en los parámetros.

## **2.2 Definición de términos básicos**

### **2.2.1 Densidad de siembra**

La densidad se aplica al momento de sembrar el cultivo usando diferentes niveles de distanciamiento entre plantas, indicando que el rendimiento de grano se incrementa con la densidad de población, hasta llegar a un punto máximo y disminuye cuando la densidad se incrementa más allá de este punto (Blanco & Gonzáles, 2021).

### **2.2.2 Híbrido**

El híbrido se obtiene de dos cruces de líneas puras de maíz amarillo duro que presenta alto vigor lo que genera mayor rendimiento por unidad de superficie en comparación a cualquier variedad de maíz (Mamani, 2017).

### **2.2.3 Híbrido DK 7508**

El híbrido DK 7508 presenta características como un grano semidentado, cuenta entre 18 a 22 hileras por mazorca, con 70 a 89 días a floración y 120 a 150 días a cosecha con prolificidad de 1,2 mazorcas por planta, este híbrido tiene buena tolerancia a la enfermedad de mancha de asfalto, buena germinación y es ideal para la temporada primavera verano (Mamani, 2017).

### **2.2.4 Radiación solar**

La radiación solar viene hacer la luz solar que llega directamente a la planta lo que se produce actividad fotosintética en ella, si la planta capta mayor tiempo de la luz solar esta tiene mayor actividad fotosintética llegando a producir mayor fotoasimilados y mayor rendimiento (Fernández, 2019).

### **2.2.5 Rendimiento**

El rendimiento de un cultivo es la obtención del producto comercial el cual se obtiene (Mamani, 2017).

## **2.3 Hipótesis de investigación**

### **2.3.1 Hipótesis general**

Las diferentes densidades de siembra tienen efecto sobre el rendimiento del maíz amarillo duro bajo condiciones de Cañete.

### **2.3.2 Hipótesis específicas**

- a) Las diferentes densidades de siembra tienen efecto sobre las características morfológicas del cultivo de maíz amarillo duro bajo condiciones de Cañete.
- b) Las diferentes densidades de siembra tienen efecto sobre las características productivas y de rendimiento del cultivo maíz amarillo duro bajo condiciones de Cañete.

## 2.4 Operacionalización de las variables

La construcción de la operacionalización de las variables se muestra a continuación:

Tabla 1  
*Operacionalización de variables*

Concepto	Dimensión	Variables	Indicadores
Producción de maíz amarillo duro híbrido Dekalb 7508	Características morfológicas	Altura de planta	cm
		Altura de inserción de mazorca	cm
		Peso fresco de la planta	g
		Longitud de mazorca	cm
		Diámetro de mazorca	cm
	Características de la mazorca	Número de hileras por mazorca	unidades
	- Número de granos por hileras:	unidades	
	- Peso de mazorca (g):	kg	

## CAPITULO III. METODOLOGIA

### 3.1 Diseño metodológico

La investigación será experimental y de corte longitudinal, de esta manera se midió el efecto de las diferentes densidades de siembra en el rendimiento del híbrido Dekalb 7508.

#### 3.1.1 Ubicación

Esta investigación se desarrolló en la propiedad del agricultor Fredy Mendoza Villagaray, localizado en la localidad de San Benito, distrito Imperial, provincia de Cañete, región Lima, geográficamente ubicado a una latitud de -13.03035507 y longitud de -76.3841562 con UTM de 349905.276 E y 8559098.591N 18L a 85,02 msnm, durante los meses de abril a octubre de 2022.

#### 3.1.2 Características del área experimental

El experimento en campo tiene las siguientes características.

- Números de surcos/tratamiento:03
- Distancia entre surcos: 0,8 m
- Distancia entre plantas: 0,40m - 0,35m – 0,30 m – 0,25 m.
- Densidades de siembra (D) (D1= 62500 plantas/ha (testigo), D2= 71429 plantas/ha, D3= 83333 plantas/ha, D4= 10000 plantas/ha )
- Número de plantas por golpe: 02
- Largo de la unidad experimental: 3 m

#### **Características del bloque experimental**

- Número de tratamientos:4
- Número de bloques: 3
- Ancho del bloque experimental:15,30 m
- Largo del bloque experimental: 3,00 m
- Área del bloque experimental: 45,90 m<sup>2</sup>

#### **Características del área experimental**

- Ancho: 15,30 m
- Largo: 13.00 m
- Área total: 198.90 m<sup>2</sup>

### Croquis del experimento

Área total del experimento: 1890 m<sup>2</sup>

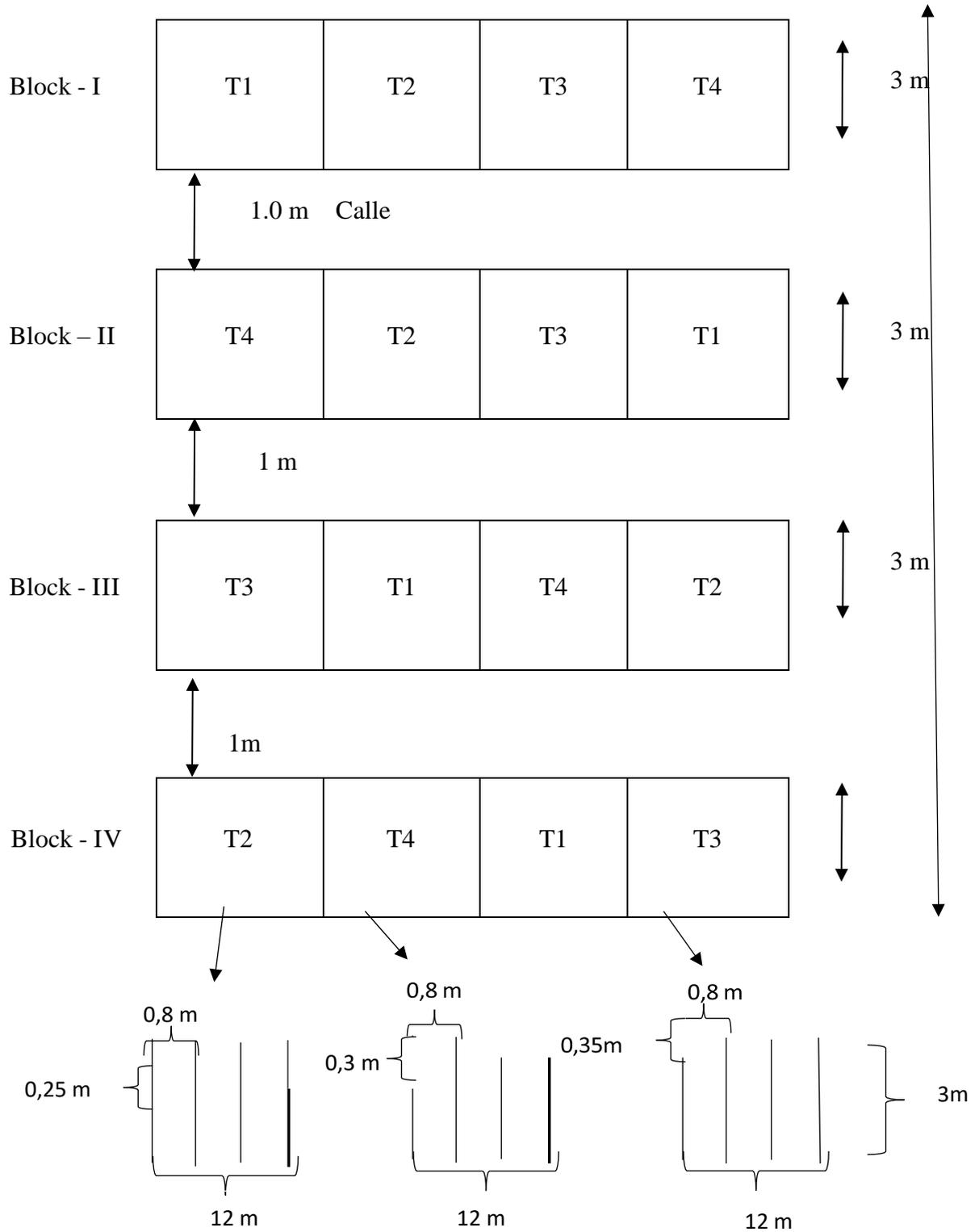


Figura 1. Distribución de los tratamientos en el campo experimental.

### 3.1.3 Tratamientos

Los tratamientos en estudio fueron establecidos de acuerdo a la distancia entre plantas para el tratamiento testigo se usó el distanciamiento del agricultor que es de 0,25 m, luego para los demás tratamientos se establecieron las distancias de: 0,25 m, 0,28 m y 0,30 m respectivamente contando con densidades de siembra de (D1= 62500 plantas ha<sup>-1</sup> (testigo), D2= 71429 plantas ha<sup>-1</sup>, D3= 83333 plantas ha<sup>-1</sup>, D4= 10000 plantas ha<sup>-1</sup>).

Tabla 2

*Matriz de los tratamientos*

Clave	Tratamientos
T1	D1= 62500 plantas ha <sup>-1</sup> (testigo)
T2	D2= 71429 plantas ha <sup>-1</sup>
T3	D3= 83333 plantas ha <sup>-1</sup>
T4	D4= 10000 plantas ha <sup>-1</sup>

### 3.1.4 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó es el Diseño de Bloques Completo al Azar, contando con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Asimismo, se usó la prueba de Duncan al 5 % para la comparación de medias de los tratamientos.

Tabla 3

*Prueba de análisis de varianza*

Fuente de variabilidad	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calc.	p-valor	Significación
Tratamientos	3	SCT	CMT	FCALT		
Bloques	3	SCB	CMB	FCALB		
Error	9	SCE	CME			
Total	15	SCT				

C.V: % = Coeficiente de variación

### 3.1.5 Variables a evaluar

Las evaluaciones fueron las siguientes:

#### **Germinación (cm)**

Se midió el porcentaje de germinación de las parcelas experimentales y el resultado se expresó en %.

#### **Altura de planta (cm)**

Se midió 10 plantas de los surcos centrales desde la base del tallo hasta el ápice usando una regla graduada y el resultado se expresó en cm.

#### **Longitud de mazorca (cm)**

Se midió la longitud de 10 mazorcas tomadas al azar usando una regla graduada y el resultado se expresó en cm.

#### **Diámetro de mazorca (cm)**

Se midió el diámetro de las 10 mazorcas tomadas para longitud usando una regla graduada y el resultado se expresó en cm.

#### **Peso de mazorca**

Se pesaron a cada una de las 10 mazorcas muestreadas usando una balanza analítica y el resultado se expresó en g.

#### **Rendimiento total (t ha<sup>-1</sup>)**

Se pesaron las mazorcas de cada unidad experimental con el uso de una balanza y el peso resultante fue corregido con el factor de corrección por humedad y el resultado se expresó en t ha<sup>-1</sup>.

### **3.1.6 Conducción del experimento**

#### **Inicio del experimento**

El experimento se realizó la primera semana de abril del 2022.

### **Preparación del campo experimental**

La preparación del suelo se inició la primera semana de abril del 2022 usándose el gradeo y luego el rayado, luego de un riego de machaco, se realizará el arado en húmedo y el surcado a 0,9 m y por último se marcaron el campo experimental según el croquis experimental.

### **Siembra**

Se realizó la siembra cuando el terreno esté a punto, aprovechando la humedad del terreno por el riego demachaco usando 3 semillas por golpe, para luego dejar 2 plántulas por golpe al realizar el desahije.

### **Aplicación de los tratamientos**

Se realizó en el momento de la siembra de acuerdo al distanciamiento entre plantas.

### **Fertilización**

Se utilizó como fuente nitrogenada urea 46% N y fosfato diamónico (18% N - 46%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y sulfato de potasio (50% K<sub>2</sub>O - 18% S) usando la formulación de 150-70-80 de NPK respectivamente.

### **Riego**

El riego fue por gravedad y se realizó el primer riego el de machaco previo a la siembra y tres durante el cultivo.

### **Control de malezas**

Se realizó los deshierbos con aplicaciones de glifosato.

### **Aporque**

Se realizó cuando la planta alcance aproximadamente una altura de 45 cm (45 días después de la siembra).

### **Control de plagas**

Se realizaron controles fitosanitarios de acuerdo a las evaluaciones respectivas para luego aplicar los pesticidas, en primer instancia ante la aparición de “gusano cortador” y “cogollero” se usará “Lorsban” ( $1 \text{ l ha}^{-1}$ ) y “Tracer 120 SC” ( $0,1 \text{ l ha}^{-1}$ ).

### **Cosecha**

La cosecha del maíz amarillo duro se cosechando las mazorcas a una humedad de 14% en sacos y sus respectivos códigos para las evaluaciones.

### **3.2 Técnicas de recolección de datos**

La recolección de datos se realizó usando plantillas que permitieran el fácil recojo de información. Ver anexos

### **3.3 Técnicas para el procedimiento de la información**

Para el procesamiento de los datos serán ordenados en Microsoft Excel y se utilizó el software estadístico Infostat versión estudiantil para el procesamiento del análisis de variancia y la comparación de medias.

## CAPITULO IV. RESULTADOS

### 4.1 Germinación (%)

Los resultados del análisis de varianza para la germinación (Tabla 4), no muestran diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < 0,01$ ), y también no hubo diferencias significativas entre bloques. En cuanto al coeficiente de variabilidad fue de 2,93% valor considerado como “bajo”, el cual indica que los promedios de los tratamientos fue homogénea según Calzada (1982).

Tabla 4

*Análisis de varianza para la germinación (%)*

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	p-valor
Bloques	3	15,85	5,28	0,69	0,5804NS
Tratamientos	3	19,18	6,39	0,84	0,5072NS
Error	9	68,83	7,65		
Total	15	103,86			
CV % =	2,93				

ns. = no significativo, \*\* = altamente significativo

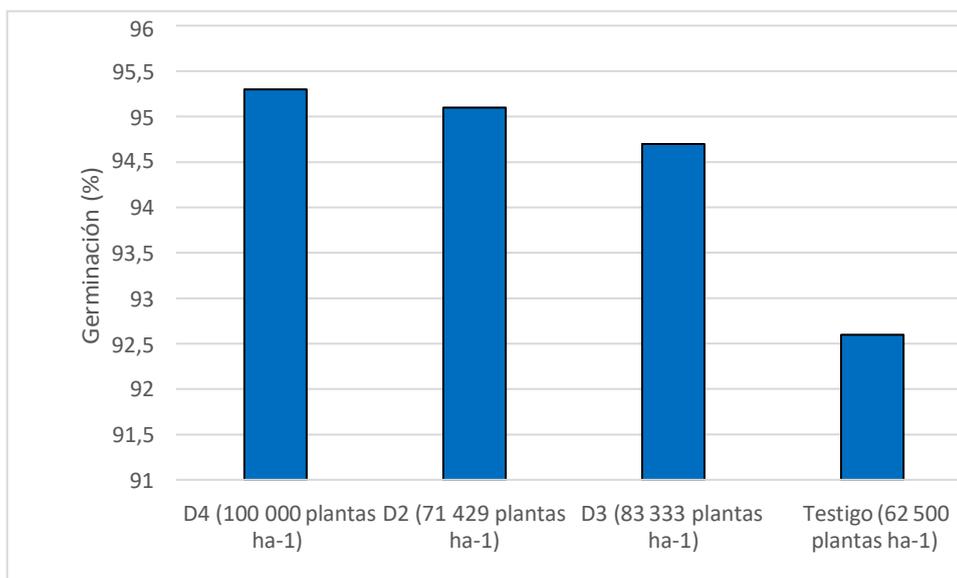
Según la prueba de Duncan al 5% para la variable la germinación en la Tabla 5 y Figura 2, muestra que los tratamientos fueron similares estadísticamente.

Tabla 5

*Comparación de tratamientos para la germinación (%)*

Tratamientos	Germinación (%)
D4 (100 000 plantas ha <sup>-1</sup> )	95,3 a
D2 (71 429 plantas ha <sup>-1</sup> )	95,1 a
D3 (83 333 plantas ha <sup>-1</sup> )	94,7 a
Testigo (62 500 plantas ha <sup>-1</sup> )	92,6 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).



Figuro 2. Comparación de promedios de los tratamientos para la germinación (%)

#### 4.2 Altura de planta

En la Tabla 6 se muestran los resultados del análisis de varianza para altura de planta en donde hubo diferencias significativas entre los tratamientos. En cambio no hubo diferencias significativas entre bloques. El coeficiente de variabilidad de 2,10% es considerado como “bajo”, el cual indica que los promedios dentro de los tratamientos fueron homogéneos según Calzada (1982).

Tabla 6

*Análisis de varianza para la altura de planta (cm)*

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	p-valor
Bloques	3	0,02	0,01	2,46	0,1289 ns
Tratamientos	3	0,05	0,02	5,02	0,0257 *
Error	9	0,03	0,0003		
Total	15	0,10			
CV % =	2,10				

ns. = no significativo, \*\* = altamente significativo

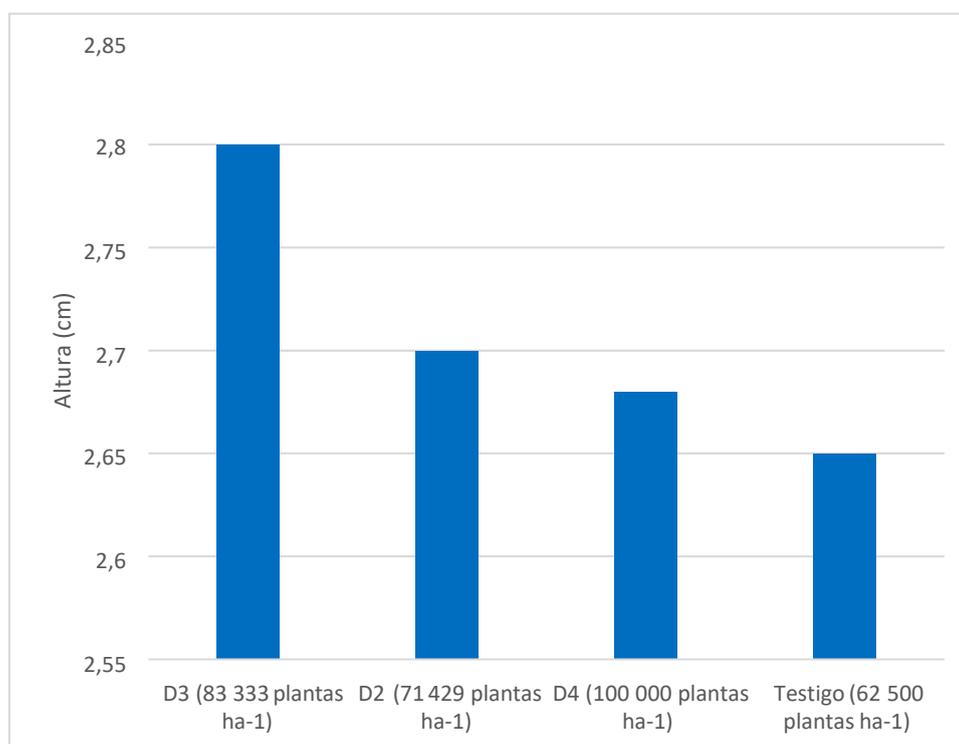
La prueba de Duncan al 5% para la altura de planta (Tabla 7 y Figura 7), muestran que el tratamiento D4 (100 000 plantas ha<sup>-1</sup>) obtuvo mayor altura con 2,80 cm similar estadísticamente a los tratamientos D3 (83 333 plantas ha<sup>-1</sup>) y D2 (71 429 plantas ha<sup>-1</sup>) los cuales muestran promedios con significación estadística entre sí con 2,70 y 2,68 cm respectivamente, sin embargo, el D3 y D2 fueron significativamente similar al Testigo (62 500 plantas ha<sup>-1</sup>) quien obtuvo menor altura de planta.

Tabla 7

*Prueba de Duncan al 5% para la altura de planta (cm)*

<b>Tratamientos</b>	<b>Altura (cm)</b>
D4 (100 000 plantas ha <sup>-1</sup> )	2,80 a
D3 (83 333 plantas ha <sup>-1</sup> )	2,70 a b
D2 (71 429 plantas ha <sup>-1</sup> )	2,68 a b
Testigo (62 500 plantas ha <sup>-1</sup> )	2,65 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).



*Figuro 3. Comparación de promedios de los tratamientos para la altura de plantas (cm).*

### 4.3 Longitud de mazorca

En la Tabla 8 se muestran los resultados del análisis de varianza para la longitud de mazorca en donde hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $p < 0,01$ ). En cambio no hubo diferencias significativas entre bloques. El coeficiente de variabilidad de 2,69% es considerado como “bajo”, el cual indica que los promedios dentro de los tratamientos fueron homogéneos según Calzada (1982).

Tabla 8

*Análisis de varianza para la longitud de mazorca (cm)*

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	p-valor
Bloques	3	0,78	0,26	1,10	0,3996ns
Tratamientos	3	15,32	5,11	21,62	0,0002 **
Error	9	2,13	0,24		
Total	15	18,22			
CV % =	2,69				

ns. = no significativo, \*\* = altamente significativo

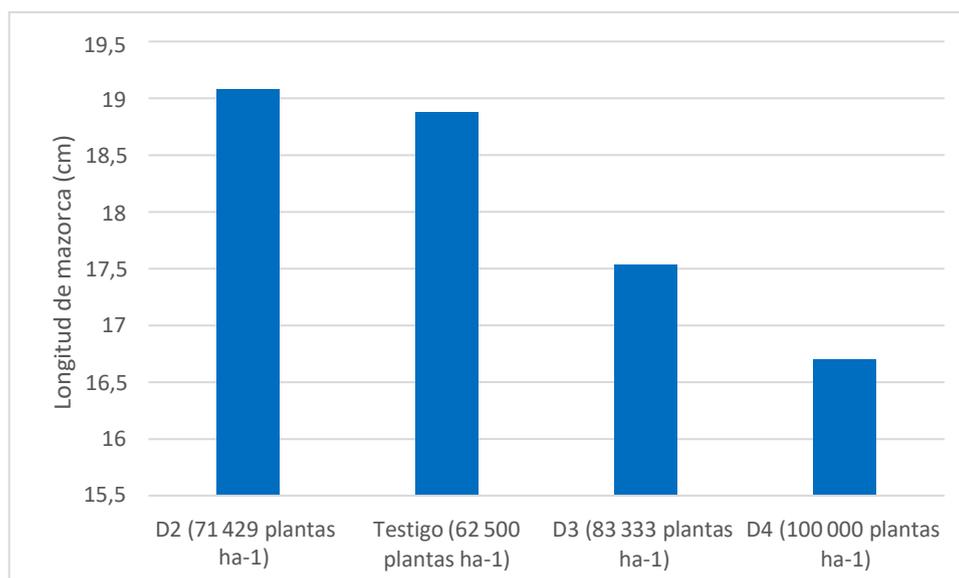
De acuerdo a la prueba de Duncan al 5% para la longitud de mazorca (Tabla 9 y Figura 4), muestra que los dos primeros tratamientos D2 (71 429 plantas  $ha^{-1}$ ) y el Testigo (62 500 plantas  $ha^{-1}$ ) presentaron mayor longitud con 19,08 y 18,88 cm respectivamente, significativamente mayor que los demás tratamientos. Asimismo, el D3 (83 333 plantas  $ha^{-1}$ ) y D4 (100 000 plantas  $ha^{-1}$ ) obtuvieron menor longitud de mazorca obteniendo promedios de 17,53 y 16,70 cm respectivamente, además, ambos tratamientos no muestran promedios con significación estadística entre sí.

Tabla 9

*Prueba de Duncan al 5% para la longitud de mazorca (cm)*

Tratamientos	Longitud de mazorca (cm)
D2 (71 429 plantas $ha^{-1}$ )	19,08 a
Testigo (62 500 plantas $ha^{-1}$ )	18,88 a
D3 (83 333 plantas $ha^{-1}$ )	17,53 b
D4 (100 000 plantas $ha^{-1}$ )	16,70 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).



Figuro 4. Comparación de promedios de los tratamientos para longitud de mazorca (cm).

#### 4.4 Diámetro de mazorca

Los resultados del análisis de varianza para el diámetro de mazorca (Tabla 10) hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $p < 0,01$ ). Asimismo, hubo significancia estadística entre bloques. En cuanto al coeficiente de variabilidad fue de 3,99% valor considerado como “bajo”, el cual indica que los promedios dentro de los tratamientos para esta variable fueron homogéneas según Calzada (1982).

Tabla 10

*Análisis de varianza para el diámetro de mazorca (cm)*

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	p-valor
Bloques	3	0,15	0,05	20,60	0,0002 **
Tratamientos	3	1,14	0,38	159,80	<0,0001 **
Error	9	0,02	0,0038		
Total	15	1,29			
CV % =	3,99				

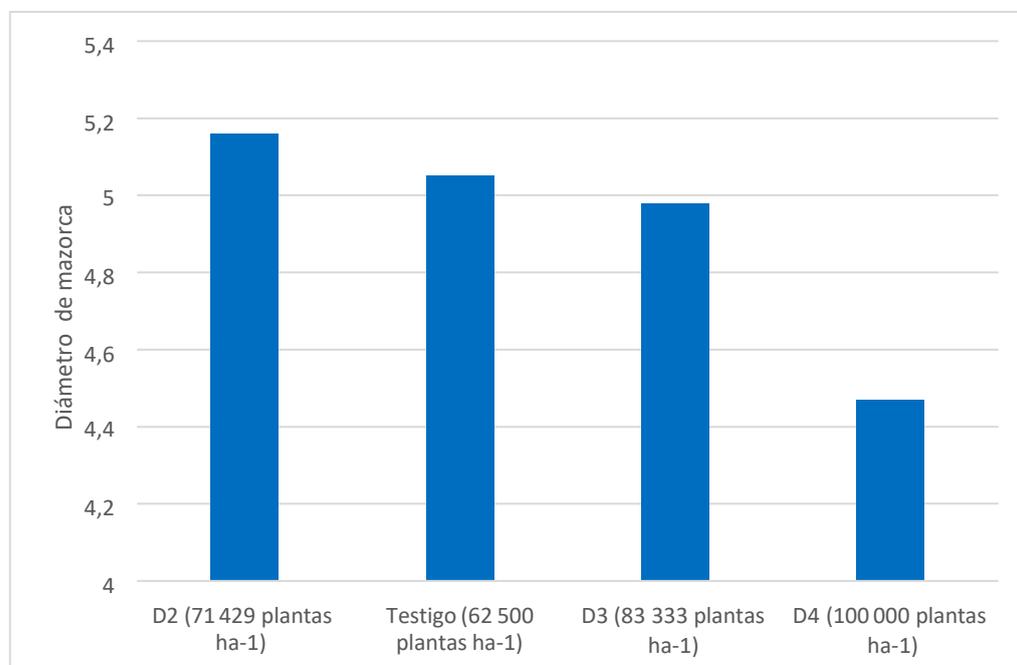
ns. = no significativo, \*\* = altamente significativo

Según la prueba de Duncan al 5% mostrada en la Tabla 11 y Figura 5, reporta que el tratamiento D2 (71 429 plantas ha<sup>-1</sup>) obtuvo mayor diámetro de mazorca (5,16 cm) significativamente superior a los demás tratamientos. El Testigo (62 500 plantas ha<sup>-1</sup>) y el D3 (83 333 plantas ha<sup>-1</sup>) obtuvieron valores similares entre sí n 5,05 y 4,98 c, respectivamente y el tratamiento D4 (100 000 plantas ha<sup>-1</sup>) obtuvo menor diámetro de mazorca con 4,47 cm.

Tabla 11

*Comparación de tratamientos para el diámetro de mazorca (cm)*

Tratamientos	Diámetro de mazorca (cm)
D2 (71 429 plantas ha <sup>-1</sup> )	5,16 a
Testigo (62 500 plantas ha <sup>-1</sup> )	5,05 b
D3 (83 333 plantas ha <sup>-1</sup> )	4,98 b
D4 (100 000 plantas ha <sup>-1</sup> )	4,47 c



*Figuro 5. Comparación de promedios de los tratamientos para el diámetro de mazorca (cm).*

#### 4.5 Peso de mazorca

Los resultados del análisis de varianza para el peso de mazorca (Tabla 12) donde hubo diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < 0,01$ ). En cambio no hubo diferencias significativas entre bloques. En cuanto al coeficiente de variabilidad fue de 3,95% valor considerado como “bajo”, el cual indica que los promedios dentro de los tratamientos fueron homogéneas según Calzada (1982).

Tabla 12

*Análisis de varianza para el peso de mazorca (g)*

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	p-valor
Bloques	3	92,19	30,73	0,41	0,7465 ns
Tratamientos	3	918,19	306,06	4,13	0,0425 *
Error	9	666,56	74,06		
Total	15	1676,94			
CV % =	3,95				

ns. = no significativo, \*\* = altamente significativo

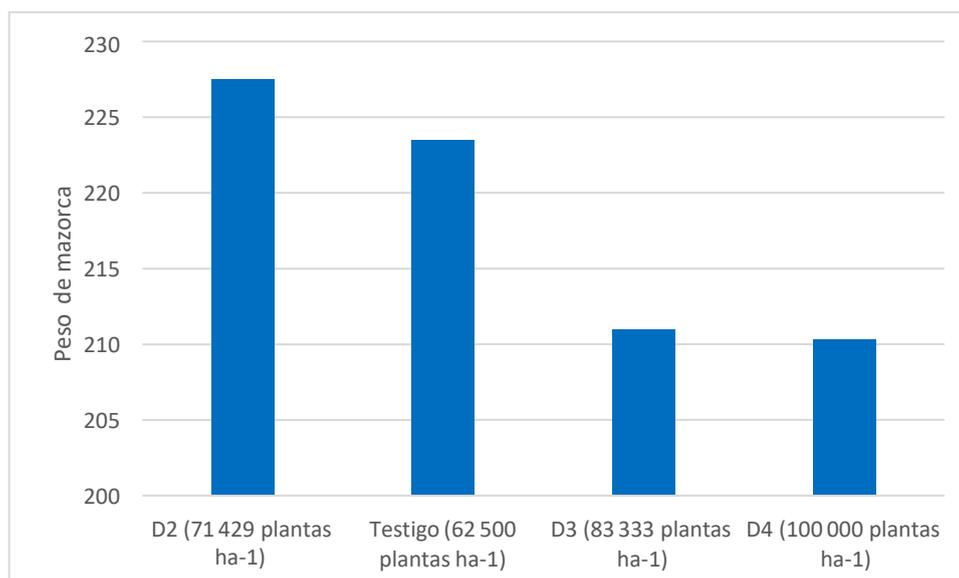
Al realizar la prueba de Duncan al 5% mostrada en la Tabla 13 y Figura 6, reporta que los dos primeros tratamientos D2 (71 429 plantas ha<sup>-1</sup>) y el Testigo (62 500 plantas ha<sup>-1</sup>) presentaron mayor peso de mazorca con 227,5 y 223,5 g respectivamente, significativamente mayor que los demás tratamientos. Asimismo, el Testigo fue similar al tratamiento D3 (83 333 plantas ha<sup>-1</sup>) y este al tratamiento D4 (100 000 plantas ha<sup>-1</sup>) con promedios de 211 y 210,3 g respectivamente.

Tabla 13

*Comparación de tratamientos para el peso de mazorca (g)*

Tratamientos	Peso de mazorca (g)
D2 (71 429 plantas ha <sup>-1</sup> )	227,5 a
Testigo (62 500 plantas ha <sup>-1</sup> )	223,5 a
D3 (83 333 plantas ha <sup>-1</sup> )	211,0 ab
D4 (100 000 plantas ha <sup>-1</sup> )	210,3 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).



Figuro 6. Comparación de promedios de los tratamientos para el peso de mazorca (g)

#### 4.6 Rendimiento total de grano (t ha<sup>-1</sup>)

En la Tabla 14 se muestran los resultados del análisis de varianza para el rendimiento total de grano donde hubo diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < 0,01$ ). En cambio no hubo diferencias significativas entre bloques. El coeficiente de variabilidad de 4,52% es considerado como “bajo”, el cual indica que los promedios dentro de los tratamientos fueron homogéneos según Calzada (1982).

Tabla 14

*Análisis de varianza para el rendimiento total de grano (t ha<sup>-1</sup>)*

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	p-valor
Bloques	3	1,05	0,35	1,07	0,4101ns
Tratamientos	3	4,49	1,50	4,58	0,0328*
Error	9	2,94	0,33		
Total	15	8,48			
CV % =		4,52			

ns. = no significativo, \*\* = altamente significativo

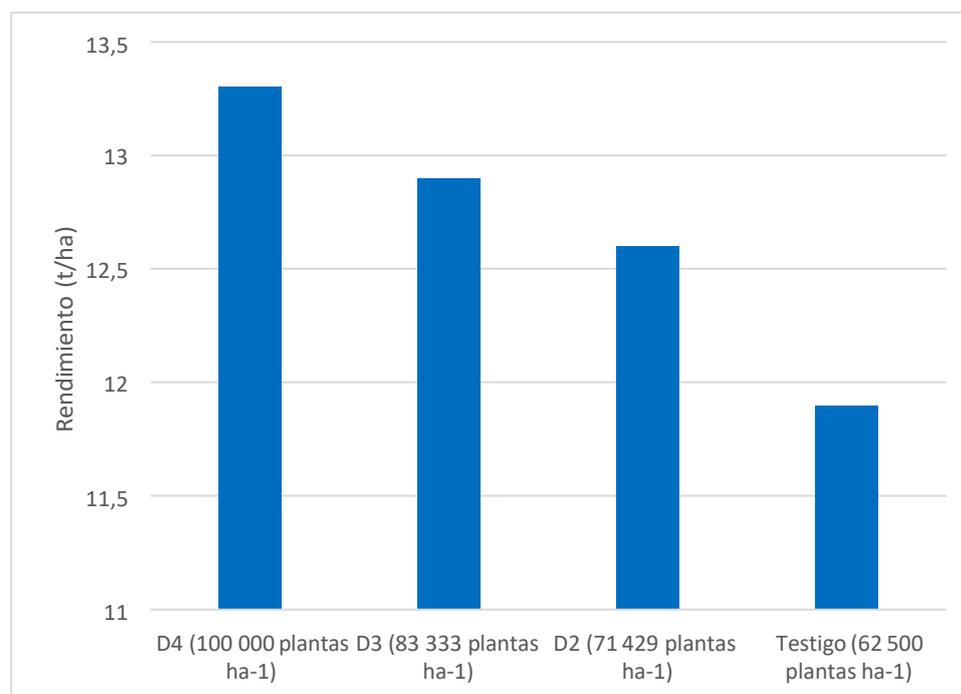
La prueba de Duncan al 5% para el rendimiento total de grano (Tabla 15 y Figura 7), muestran que el tratamiento D4 (100 000 plantas ha<sup>-1</sup>) obtuvo mayor rendimiento de grano con 13,3 t ha<sup>-1</sup> similar estadísticamente a los tratamientos D3 (83 333 plantas ha<sup>-1</sup>) y D2 (71 429 plantas ha<sup>-1</sup>) los cuales muestran promedios con significación estadística entre sí con 12,9 y 12,6 t ha<sup>-1</sup> respectivamente, sin embargo, el D3 y D2 fueron significativamente similar al Testigo (62 500 plantas ha<sup>-1</sup>) quien obtuvo menor rendimiento total de grano.

Tabla 15

*Comparación de tratamientos para el rendimiento total de grano (t ha<sup>-1</sup>)*

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento total (t ha<sup>-1</sup>)</b>
D4 (100 000 plantas ha <sup>-1</sup> )	13,3 a
D3 (83 333 plantas ha <sup>-1</sup> )	12,9 ab
D2 (71 429 plantas ha <sup>-1</sup> )	12,6 ab
Testigo (62 500 plantas ha <sup>-1</sup> )	11,9 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).



*Figuro 7.* Comparación de promedios de los tratamientos para el rendimiento total de grano (t ha<sup>-1</sup>).

## CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

Los resultados para la germinación del maíz amarillo duro indican que los tratamientos presentaron valores sin diferencias significativas entre ellas, indicando que la densidad de plantas no influye en la germinación. En cuanto a la altura de planta, los resultados muestran que las densidades de plantas influyen en el crecimiento de la planta al encontrarse significancia estadística entre las densidades, indicando que los tratamientos con mayor densidad de plantas presentaron mayor tamaño debido a que las parcelas experimentales con mayor densidad de plantas presentaron mayor competencia de luz y espacio. Este resulta se asemeja a lo reportado por Rodríguez (2021) quien investigando sobre el efecto de número de plantas por golpe en diferentes distanciamientos en dos híbridos de maíz amarillo duro encontró diferencias estadísticas entre las densidades de plantación demostrando que el aumento del número de plantas aumenta la altura de la planta ya que ocurre mayor competencia por espacio entre ellas por una mejor captación de radiación solar. Asimismo, se asemeja al Chumpitaz (2018) quien encontró que al aumentar la densidad de siembra aumenta la altura de planta ya que las plantas están compitiendo por luz y nutrientes, produciendo alargamiento de los entrenudos.

Los resultados encontrados para la longitud y diámetro de mazorca mostraron significancia entre las diferentes densidades de plantas, lo que indica que la densidad influye en la mazorca del maíz, ya que al aumentar la densidad de población de planta la longitud y el diámetro de la mazorca es menor. Estos resultados se asemejan a lo encontrado por Chura y Mendoza (2019) quien investigando la dosis y fraccionamiento de nitrógeno en dos densidades de siembra del maíz amarillo, demostraron que las plantas que crecieron en una baja densidad de plantas obtuvo longitud y diámetro de mazorca promedio de 17,414 y 5,103 cm, siendo estas variables los componentes de mayor importancia en el rendimiento total de grano y tiene alta relación directa entre otras variables, es decir a mayor longitud de mazorca mayor número de granos por hilera y por ende mayor rendimiento de grano.

En cuanto al peso de mazorca se encontraron significancia estadística entre los tratamientos, indicando que la densidad de plantas influye en el peso, es decir al aumentar la densidad de plantas el peso de mazorca es menor, en cambio a menos densidad de plantación existe mayor peso de mazorca.

Este resulta se asemeja a lo reportado por Rodríguez (2021) quien encontró que el peso de mazorca disminuye al aumentar la densidad de plantas ya que estas compiten por espacio y luz, lo que dificulta que la planta tenga los nutrientes suficientes para su desarrollo de la planta esto le provoca una mayor altura de planta por competencia de luz solar lo que los fotoasimilados se dirigen a la producción de mayor masa foliar y hay menor dirección de fotoasimilados a la mazorca lo que provoca menor peso de esta. Es así que la densidad de 71 429 plantas  $\text{ha}^{-1}$  fue la presentó mayor peso de mazorca en comparación con densidades más altas y que la del testigo.

Los resultados para el rendimiento total de grano, muestra diferencias significativas entre las diferentes densidades de planta, indicando que pesar que la densidad menor población quien obtuvo mayor longitud y diámetro de mazorca e incluso mayor peso de mazorca presentaron menor rendimiento en comparación con el de mayor densidad (100 000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ ) quien fue el que obtuvo mayor rendimiento, teniendo en cuenta que las parcelas experimentales con alta densidad de plantas presentó problemas fitosanitarios mayores a comparación de la D1 y D2, lo que aumento los costos de producción. Este resultado fue similar a Fernández (2019) quien encontró que a mayor densidad de plantas hay mayor rendimiento de granos llegando a más de 13 t  $\text{ha}^{-1}$ .

Resultados fueron similares a lo reportado por Blanco & Gonzáles (2021) quienes evaluando el efecto de la densidad de población sobre el rendimiento del híbrido de maíz amarillo duro, indicando que el incremento en densidad de plantas aumentó el rendimiento de granos en un 50% indicando que el rendimiento de grano se incrementa con la densidad de población, hasta llegar a un punto máximo y disminuye cuando la densidad se incrementa más allá de este punto, esto se debe a que a mayor número de plantas mayor número de mazorcas habrá, sin embargo, existe mayor problemas sanitarios y la fertilización debe ser mayor para lograr rendimiento alto, debido a que alta población ocasiona mayor competencia por nutrientes y produce menor número de granos. Chumpitaz (2019) indica que el aumento de más 20 mil plantas del aumento poblacional lo que está relacionada con el mayor porcentaje de prolificidad logrando un mayor rendimiento pero con problemas sanitarios.

## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

Con los resultados y discusiones se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. Las densidades de plantas presentaron un efecto significativo en el rendimiento del maíz amarillo duro bajo condiciones de Cañete.
2. La densidad de siembra no influyó en la germinación, en cambio para altura de planta las densidades de plantas obtuvieron efecto significativo, siendo el tratamiento D4 (100 000 plantas ha<sup>-1</sup>) con 2,80 m fue el mayor en comparación con el Testigo (62 500 plantas ha<sup>-1</sup>).
3. En cambio para la longitud y diámetro de mazorca la D2 (71 429 plantas ha<sup>-1</sup>) obtuvo mayor respuesta con 19,08 y 5,16 cm. Con respecto al peso de mazorca la D2 (71 429 plantas ha<sup>-1</sup>) y el Testigo (62 500 plantas ha<sup>-1</sup>) obtuvieron mayor peso (227,5 y 223,5 g respectivamente) en el cultivo de maíz amarillo duro bajo condiciones de Cañete.
4. Con respecto al rendimiento total de grano el tratamiento con mayor densidad poblacional (100 000 plantas ha<sup>-1</sup>) fue quien obtuvo mayor rendimiento de grano aunque similar estadísticamente a los tratamientos D3 (83 333 plantas ha<sup>-1</sup>) y al D2 (71 429 plantas ha<sup>-1</sup>) de maíz amarillo duro bajo condiciones de Cañete.

## **6.2 Recomendaciones**

1. Se recomienda repetir el experimento bajo condiciones de Cañete para validar los resultados.
2. Se recomienda usar el distanciamiento de 71 429 plantas ha<sup>-1</sup> porque esta densidad presentó un efecto significativo en las características de la mazorca y el rendimiento total de grano.
3. Se recomienda realizar el experimento en Barranca u otras zonas de producción de maíz amarillo duro.

## CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, E. (2022). Rendimiento de híbridos de maíz (Zea mays L.) amarillo duro bajo riego tecnificado en Pillcomarca-Huánuco. *Revista Investigación Agraria*, 4(2), 35–45. <https://doi.org/10.47840/ReInA.4.2.1501>
- BAYER. (sf.). *Ficha técnica de DEKALN 7508*. Disponible en: [https://www.dekalb.com.co/es-co/portafolio\\_dekalb/hibridos\\_peru/dekalb-7508\\_pe.html](https://www.dekalb.com.co/es-co/portafolio_dekalb/hibridos_peru/dekalb-7508_pe.html)
- Blanco, Y. & González, D. (2021). Influencia de la densidad de población en el cultivo de maíz (Zea mays L.). *Cultivos Tropicales*, 42 (3), e08. <https://www.redalyc.org/journal/1932/193268883008/html/#B10>
- Bueno, E. y Tolentino, L. (2022). *Adaptabilidad de cinco híbridos de maíz amarillo duro (Zea mays L.) bajo condiciones edafoclimáticas de los Anitos – Valle De Barranca* (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Barranca. Lima, Perú. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3561/>
- Chumpitaz, D. (2018). *Densidades de siembra y dos variedades de maíz amarillo duro (Zea mays L.) con abono foliar en la localidad de la Molina* (Tesis pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3561/>
- Chura, J., Mendoza, J.W. & de la Cruz, J.C. (2019). Dosis y fraccionamiento de nitrógeno en dos densidades de siembra del maíz amarillo duro. *Scientia Agropecuaria*, 10(2), 241 – 248. DOI: 10.17268/sci.agropecu.2019.02.09
- Cieza, I. y Vásquez, T. (2022). Productividad de tres híbridos experimentales de maíz amarillo duro (Zea mays L.) bajo condiciones climáticas de la costa norte del Perú. *Revista de Invest. Agropecuaria Science and Biotechnology*, 2(1), 21-28 <http://dx.doi.org/10.25127/riagrop.20221.781>

- Cuenca, S. (2019). *Alta densidad de siembra en el comportamiento agronómico de cuatro híbridos de maíz (Zea mays L), Santa Elena* (Tesis pregrado). Universidad Agraria Del Ecuador. Guayaquil, Ecuador. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/>
- Fernández, A. (2019). *Evaluación del rendimiento de tres variedades de maíz amarillo duro (Zea mays L.) bajo tres densidades de siembra en el Centro Poblado Ñunya Jalca, Distrito Bagua Grande–Amazonas, 2018* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Amazonas, Perú. <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1770>
- Intriago, D. & Torres, J. (2018). *Efecto de la densidad y arreglo de siembra en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (Zea mays L.)* (Tesis pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/25090362>
- Mamani, T. (2017). *Efecto de la densidad de siembra en cinco híbridos de maíz amarillo duro (Zea mays L.) en condiciones de Sahuayaco - Echarati - La Convención – Cusco* (Tesis pregrado). Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco. Cusco, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/1894>
- Martínez A., Oriol, K., Glauber, J. & Castro G. (2017). Evaluación de la densidad de plantas, componentes fenológicos de producción y rendimiento de granos en diferentes materiales genéticos de maíz. *IDESIA*, 35(3), 23-30.
- León, R., Torres, A., Ardisana, E., Fosado, O., Véliz, F. & Pin, W. (2018). Comportamiento productivo del maíz híbrido Agri-104 en diferentes sistemas, densidades de siembra y riego localizado. *Revista Espamciencia*, 9(2),124-30. [http://revistasepam.espam.edu.ec/index.php/Revista\\_ESPAMCIENCIA/article/view/163](http://revistasepam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/163)

- López, I. (2017). *Evaluación de tres densidades de siembra con siete híbridos del cultivo de maíz amarillo duro (Zea mays L.), en un sistema de siembra bajo riego, en la zona del Huallaga Central, San Martín – Perú. Universidad Nacional De San Martín* (Tesis pregrado). Tarapoto, Perú.  
<http://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3899/>
- Loyola, K. (2019). *Comparativo de rendimiento de grano de seis híbridos de maíz amarillo duro Zea mays L. (Poaceae) para las condiciones de la región La Libertad* (Tesis pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Libertad, Perú.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12759/4511>
- Pedraza, M., Idrogo, G. & Pedraza, S. (2017). Densidad de siembra y comportamiento agronómico de tres variedades de maíz morado (Zea mayz L.). *Revista ECIPerú*, 14(1), 20-40. <https://doi.org/10.33017/RevECIPeru2017.0003/>
- Rodríguez, L. (2021). Efecto del número de plantas por golpe, en diferentes distanciamientos, en el rendimiento de dos híbridos demaíz amarillo duro (Zea mays L. (Poaceae). *Ciencia y Desarrollo. Universidad Alas Peruanas*, 24(3), 1-50.  
<http://dx.doi.org/10.21503/cyd.v24i3.2279>
- Saldaña, D. & Tarrillo, R. (2020). *Efecto de tres densidades de siembra en el rendimiento de 04 genotipos de maíz morado (Zea mays L) y el contenido de pigmentos antociánicos, comunidad de Chipuluc, distrito de Cutervo, Cajamarca* (Tesis pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Peru  
<https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/9071/>.

## **ANEXOS**

Tabla 15  
Análisis de suelo



**PROTOCOLO CERPER**

Solicitante	<b>Farmex S.A.</b>	Producto:	<b>Suelo</b>
Domicilio Legal		Identificación:	<b>Suelo</b>
Fecha de recepción	<b>2022-07-26</b>	Fecha de muestreo	<b>2022-07-25</b>
Fecha de inicio del ensayo	<b>2022-07-27</b>	Fecha de término del ensayo	<b>2022-08-08</b>
Identificado con HIS	<b>22006661 (EXAG-10709-2022)</b>	Ensayo realizado en:	<b>Laboratorio Ambiental</b>

**SUELO**

MUESTRA	pH	CE (dSM/m)	P Disponible mg/kg	K Disponible mg/kg	ANÁLISIS TEXTURAL				CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO meq/100g						M.O. %	CO <sub>2</sub> C %	ELEMENTOS DISPONIBLES mg/kg								
					SARINA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE TEXTURAL	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup> H <sup>+</sup>	SUMA DE CATIONES			C.C. TMB	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>++</sup>	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Suelo	6.24	1.88	11.18	170.5	60	26	14	FINCO ARENOSO	7.63	1.09	0.64	0.27	<0.10	9.63	9.63	0.57	1.80	1663.82	127.30	116.50	0.66	2.37	9.73	5.26	0.87

(\*) Pesa Retenido

Tabla 16

*Datos de campo*

Bloques	Tratamientos	Germinación	Altura de planta	Longitud de mazorca	Diámetro mazorca	Peso de mazorca	Rendimiento
I	T1	93,4	2,68	19,3	5,09	225.00	11,6
	T2	96,7	2,78	18,9	5,13	231.00	12,6
	T3	91,4	2,76	17,2	5,03	209.00	13,4
	T4	97,6	2,87	17,4	4,55	213.00	13,1
II	T1	90,8	2,71	18,7	4,89	217.00	12,5
	T2	93,5	2,62	19,5	5,08	224.00	13,2
	T3	95,7	2,67	17,9	4,8	215.00	12,7
	T4	94,6	2,73	16,8	4,32	208.00	13,8
III	T1	91,4	2,63	18,4	5,14	237.00	12,1
	T2	91,8	2,58	19,2	5,27	217.00	11,6
	T3	98,3	2,71	16,8	5,11	207.00	12,3
	T4	91,8	2,81	16,3	4,62	201.00	13,7
IV	T1	94,6	2,59	19,1	5,07	215.00	11,2
	T2	98,3	2,73	18,7	5,16	238.00	12,8
	T3	93,2	2,64	18,2	4,97	213.00	13,1
	T4	97,3	2,78	16,3	4,38	219.00	12,6