

**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE POTASIO Y DENSIDADES DE SIEMBRA EN  
LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y BIOMÉTRICAS DEL MAÍZ  
AMARILLO AMILÁCEO “INIA 623-CUMBEMAINO” (*Zea mays* L.) EN MARCARA –  
CARHUAZ - ANCASH-2020”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:**

**Bach:** CIRIACO AGUILAR, Fredy Robert

**ASESOR:**

Dr. VÁSQUEZ CRUZ, Juan Walter

**HUARAZ - PERÚ**

**2023**





UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CIUDAD UNIVERSITARIA DE SHANCAYÁN TELEFAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ



### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del Jurado de Tesis que suscriben, reunidos para escuchar y evaluar la sustentación de la Tesis presentado por el Bachiller en Ciencias Agronomía **CIRIACO AGUILAR FREDY ROBERT**, denominada: "EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE POTASIO Y DENSIDADES DE SIEMBRA EN LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y BIOMÉTRICAS DEL MAÍZ AMARILLO AMILÁCEO "INIA 623-CUMBEMAINO" (*Zea mays* L.) EN MARCARA – CARHUAZ - ANCASH-2020", Escuchada la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

**APROBADA**

CON EL CALIFICATIVO (\*)

**DIECISEIS (16)**

En consecuencia, queda en condición de ser calificado APTO por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de **INGENIERO AGRONOMO**, de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

Huaraz, 06 de octubre de 2022.

**PhD. JUAN FRANCISCO BARRETO RODRIGUEZ**  
**PRESIDENTE**

**Dr. GUILLERMO CASTILLO ROMERO**  
**SECRETARIO**

**Ing. CLAY EUSTERIO PAJUELO ROLDAN**  
**VOCAL**

**Dr. WALTER JUAN VÁSQUEZ CRUZ**  
**ASESOR**

(\*) De acuerdo con el Reglamento de Tesis, éstas deben ser calificadas con términos de: APROBADO CON EXCELENCIA (19 - 20), APROBADO CON DISTINCIÓN (17 - 18), APROBADO (14 - 16), DESAPROBADO (00 - 13).





UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CIUDAD UNIVERSITARIA DE SHANCAYÁN TELEFAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ



## ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar el trabajo final de investigación de la Tesis denominada: **EFFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE POTASIO Y DENSIDADES DE SIEMBRA EN LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y BIOMÉTRICAS DEL MAÍZ AMARILLO AMILÁCEO "INIA 623-CUMBEMAINO" (Zea mays L) EN MARCARA – CARHUAZ - ANCASH-2020**, presentado por el Bachiller en Ciencias Agronomía **CIRIACO AGUILAR FREDY ROBERT**, sustentada en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias el día 06 de octubre de 2022, respaldada mediante **Resolución Decanatural N.º 398-2022-UNASAM-FCA**, la declaramos **CONFORME**.

Huaraz, 06 de octubre de 2022.

PhD. JUAN FRANCISCO BARRETO RODRIGUEZ

PRESIDENTE

Dr. GUILLERMO CASTILLO ROMERO

SECRETARIO

Ing. CLAY EUSTERIO PAJUELO ROLDAN

VOCAL

Dr. WALTER JUAN VÁSQUEZ CRUZ

ASESOR



NOMBRE DEL TRABAJO

**CIRIACO AGUILAR TESIS FINAL.docx**

RECUENTO DE PALABRAS

**22362 Words**

RECUENTO DE PÁGINAS

**116 Pages**

FECHA DE ENTREGA

**Feb 20, 2023 4:12 PM GMT-5**

RECUENTO DE CARACTERES

**110119 Characters**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**7.1MB**

FECHA DEL INFORME

**Feb 20, 2023 4:14 PM GMT-5****● 21% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 20% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

## DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por darme la vida e iluminarme en cada paso que doy a lo largo de mi vida.

A mis padres Crescencio Ciriaco. R y santa Ana Aguilar S. por el apoyo incondicional que me brindaron en mi formación profesional.

A mi esposa Luzmila De la Cruz Pascual y a mis hijos Leo Ciriaco D. y Annyluz Ciriaco D. Quienes son la razón de mi existir, a ellos con mucho amor.



## AGRADECIMIENTO

A Dios por concederme la oportunidad de compartir experiencias y ser mi guía en el camino del bien y superación profesional.

A mi alma mater la “Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo” por ser parte fundamental en mi formación profesional.

Al Decano de la Facultad Ciencias Agrarias, por brindar su apoyo a los alumnos durante su formación académica.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias y de manera en especial a los docentes de la carrera profesional de Agronomía por los conocimientos adquiridos y por sus orientaciones acertadas durante mi formación profesional.



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE GENERAL .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS.....	4
1.1.1. Objetivo general .....	4
1.1.2. Objetivos específicos.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
2.1. Antecedentes .....	5
2.2. Bases teóricas .....	9
2.2.1. Origen y distribución de maíz .....	9
2.2.2. Importancia del maíz amiláceo.....	10
2.2.3. Clasificación botánica – taxonomía.....	11
2.2.4. Tipos, razas y variedades de maíces amiláceos.....	12



2.2.5. Botánica de maíz amiláceo .....	15
2.2.6. Propiedades y usos de maíz amiláceo.....	17
2.2.7. Nutrición vegetal .....	17
2.2.8. Densidad .....	21
2.3. Definición de términos .....	23
2.4. Hipótesis.....	24
2.5. Variables.....	24
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
3.1. Materiales .....	25
3.1.1. Ubicación del campo experimental .....	25
3.1.2. Materiales, equipos e insumos.....	27
3.2. Método.....	28
3.2.1. Tipo de investigación. ....	28
3.2.2. Diseño de investigación.....	28
3.2.3. Procesamiento de datos .....	31
3.2.4. Población o universo .....	33
3.2.5. Unidad de análisis y muestra.....	33
3.2.6. Parámetros evaluados .....	33
3.2.7. Rendimiento promedio de grano seco .....	35
3.2.8. Análisis económico .....	35

3.3. Procedimientos .....	35
3.3.1. Muestreo de suelos .....	35
3.3.2. Prueba de germinación estándar .....	35
3.3.3. Preparación del terreno .....	36
3.3.4. Fertilización .....	37
3.3.5. Siembra.....	37
3.3.6. Control de malezas .....	37
3.3.7. Desahije .....	37
3.3.8. Riegos .....	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	39
4.1. Resultados .....	39
4.2. Discusión.....	78
V. CONCLUSIONES.....	81
VI. RECOMENDACIONES.....	82
VII. BIBLIOGRAFÍA .....	83
ANEXOS .....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Clasificación botánica – taxonomía.....	11
<b>Tabla 2</b> Razas de maíz que existen en el Perú y que definen a cinco ecosistemas. ....	13
Tabla 3 Factores en estudio.....	28
<b>Tabla 4.</b> Tratamientos en estudio. ....	29
<b>Tabla 5</b> Cuadro de análisis de varianza.....	32
<b>Tabla 6</b> Análisis de varianza para el carácter altura de plantas del maíz amarillo amiláceo “INIA 623-CUMBEMAINO” (Zea mays L.) en Marcara – Carhuaz - Ancash- 2020.....	39
<b>Tabla 7 Análisis de varianza para los efectos simples de la interacción.</b> .....	40
<b>Tabla 8 Valores promedio del carácter altura de plantas de los tratamientos.</b> .....	40
<b>Tabla 9</b> Comparación de promedios en A(b2) para altura de plantas (m). ....	42
<b>Tabla 10</b> Comparación de promedios en A(b3) para altura de plantas (m). ....	42
<b>Tabla 11</b> Comparación de promedios en B(a3) para altura de plantas (m).....	43
<b>Tabla 12 Análisis de varianza del carácter días a la maduración de planta del maíz amarillo amiláceo “INIA 623-CUMBEMAINO” (Zea mays L.) en Marcar – Carhuaz - Ancash-2020.</b> .....	44
<b>Tabla 13 Análisis de varianza para el carácter número de mazorcas/ tratamiento del maíz amarillo amiláceo “INIA 623-CUMBEMAINO” (Zea mays L.) en Marcara – Carhuaz - Ancash-2020.</b> .....	45
<b>Tabla 14 Análisis de varianza para los efectos simples de la interacción.</b> .....	46
<b>Tabla 15 Valores promedio del carácter número de mazorcas de los tratamientos.</b>	46
<b>Tabla 16</b> Comparación de promedios en A(b2) para número de mazorcas. ....	48

<b>Tabla 17</b> Comparación de promedios en A(b3) para número de mazorcas. ....	48
<b>Tabla 18</b> Comparación de promedios en B(a1) para número de mazorcas. ....	49
<b>Tabla 19</b> Comparación de promedios en B(a3) para número de mazorcas. ....	50
<b>Tabla 20</b> <b>Análisis de varianza para el carácter longitud de mazorcas del maíz amarillo amiláceo “INIA 623-CUMBEMAINO” (Zea mays L.) en Marcara – Carhuaz - Ancash-2020.</b> ....	51
<b>Tabla 21</b> Valores promedio del carácter longitud de mazorcas de los tratamientos. ....	52
Tabla 22 Comparación de promedios en A para longitud de mazorcas (cm). ....	53
Tabla 23 Comparación de promedios en B para longitud de mazorcas (cm). ....	54
Tabla 24 Análisis de varianza para el carácter diámetro de mazorcas del maíz amarillo amiláceo “INIA 623-CUMBEMAINO” (Zea mays L.) en Marcara – Carhuaz - Ancash- 2020. ....	54
Tabla 25 Valores promedio del carácter diámetro de mazorcas de los tratamientos. ....	55
Tabla 26 Comparación de promedios en B para diámetro de mazorcas (cm). ....	56
Tabla 27 Análisis de varianza para el carácter número de hileras/mazorca del maíz amarillo amiláceo “INIA 623-CUMBEMAINO” (Zea mays L.) en Marcara – Carhuaz - Ancash-2020. ....	57
Tabla 28 Valores promedio del carácter número de hileras/mazorca de los tratamientos. .....	58
Tabla 29 Comparación de promedios en B para número de hileras/mazorca. ....	59
Tabla 30 Análisis de varianza para el carácter número de granos/hileras del maíz amarillo amiláceo “INIA 623-CUMBEMAINO” (Zea mays L.) en Marcara – Carhuaz - Ancash-2020. ....	60



Tabla 31	Valores promedio del carácter número de granos/hileras de los tratamientos.	61
Tabla 32	Comparación de promedios en A para número de granos/hileras .....	62
Tabla 33	Comparación de promedios en B para número de granos/hileras. ....	63
Tabla 34	Análisis de varianza para el carácter peso de mazorcas del maíz amarillo amiláceo “INIA 623-CUMBEMAINO” (Zea mays L.) en Marcara – Carhuaz - Ancash- 2020.....	64
Tabla 35	Análisis de varianza para los efectos simples de la interacción. ....	65
Tabla 36	Valores promedio del carácter peso de mazorcas de los tratamientos.....	65
Tabla 37	Comparación de promedios en A(b1) para peso de mazorcas (Kg). ....	67
Tabla 38	Comparación de promedios en A(b2) para peso de mazorcas (Kg). ....	67
Tabla 39	Comparación de promedios en A(b3) para peso de mazorcas (Kg). ....	68
Tabla 40	Comparación de promedios en B(a1) para peso de mazorcas (Kg).....	69
Tabla 41	Comparación de promedios en B(a2) para peso de mazorcas (Kg).....	69
Tabla 42	Comparación de promedios en B(a3) para peso de mazorcas (Kg).....	70
<b>Tabla 43</b>	Análisis de varianza para el rendimiento del cultivo de maíz amarillo amiláceo del maíz amarillo amiláceo “INIA 623-CUMBEMAINO” (Zea mays L.) en Marcara – Carhuaz - Ancash-2020.....	71
Tabla 44	Análisis de varianza para los efectos simples de la interacción. ....	72
<b>Tabla 45</b>	Valores promedio del rendimiento de los tratamientos. ....	72
<b>Tabla 46</b>	Comparación de promedios en A(b1) para rendimiento (Kg/ha). ....	74
<b>Tabla 47</b>	Comparación de promedios en A(b2) para rendimiento (Kg/ha). ....	74
<b>Tabla 48</b>	Comparación de promedios en A(b3) para rendimiento (Kg/ha). ....	75
<b>Tabla 49</b>	Comparación de promedios en B(a1) para rendimiento (Kg/ha).....	76

<b>Tabla 50</b>	Comparación de promedios en B(a2) para rendimiento (Kg/ha).....	76
<b>Tabla 51</b>	Comparación de promedios en B(a3) para rendimiento (Kg/ha). ....	77
<b>Tabla 52</b>	Análisis de rentabilidad.....	78



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Absorción de macronutrientes – Planta completa a maduración.....	21
Figura 2	Referencia cartográfica del área experimental .....	26
Figura 3	Valores promedio del carácter altura de plantas de los tratamientos. ....	41
Figura 4	Valores promedio del carácter número de mazorcas de los tratamientos. ....	47
Figura 5	Valores promedio del carácter longitud de mazorcas de los tratamientos. ....	52
Figura 6	Valores promedio del carácter diámetro de mazorcas de los tratamientos. ....	55
Figura 7	Valores promedio del carácter número de hileras/mazorca de los tratamientos. .....	58
Figura 8	Valores promedio del carácter número de granos/hileras de los tratamientos. .	61
Figura 9	Valores promedio del carácter peso de mazorcas de los tratamientos. ....	66
Figura 10	Valores promedio del rendimiento de los tratamientos.....	73
Figura 11	Prueba de germinación estándar de semilla de maíz amarillo amiláceo INIA 623- cumbemaino.....	93
Figura 12	Preparación del terreno.....	93
Figura 13	Siembra del cultivo de maíz amiláceo en el campo. ....	94
Figura 14	Germinación del cultivo de maíz en el campo. ....	94
Figura 15	Control de plagas de maíz amiláceo.....	95
Figura 16	Medida de la altura de planta.....	95
Figura 17	Evaluación de floración del cultivo.....	96
Figura 18	Evaluación diámetro de maíz amarillo amiláceo.....	96
Figura 19	Cálculo de pesos de maíz amarillo amiláceo.....	97

## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el Centro de Investigación y Producción “Allpa Rumi”, localizado en el distrito de Marcará, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash entre los meses de noviembre 2020– abril 2021, con la finalidad de determinar el efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra en las características biométricas y morfológicas del maíz amarillo amiláceo INIA 623- cumbemaino, utilizando el diseño experimental estadístico de bloques completos al azar, con arreglo factorial 3 x 3, con tres repeticiones. Los resultados obtenidos demostraron que con el tratamiento T<sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) se obtuvo la mejor altura de planta (2.101 m), mejor longitud de mazorcas (14.11 cm), mejor diámetro de mazorcas (6.38 cm), mayor número de granos por hileras (21.58 unidades), mejor peso de mazorcas (0.19 Kg) y mejor rendimiento del cultivo de maíz amarillo amiláceo (3458.26 Kg/ha); así como con el T<sub>4</sub> (0.80 m x 0.30 m, 120 kg/ha de K<sub>2</sub>O) se obtuvo mayor número de mazorcas (76 unidades) y con el T<sub>8</sub> (0.80 m x 0.35 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) se obtuvo mayor número de hileras por mazorca (15.30 unidades); finalmente, se determinó que la explotación del maíz amiláceo de esta especie es rentable con una utilidad de S/ 10171.409 y una rentabilidad de 1.41 soles.

**Palabras clave:** Maíz amarillo amiláceo, densidad, dosis.

## ABSTRACT

The research work was carried out at the “Allpa Rumi” Research and Production Center, located in the district of Marcará, province of Carhuaz, department of Ancash between the months of November 2020-April 2021, in order to determine the effect of the different doses of potassium and planting densities in the biometric and morphological characteristics of INIA 623-cumbemaino starchy yellow maize, using the randomized complete block statistical experimental design, with a 3 x 3 factorial arrangement, with three replications. The results obtained showed that with the T<sub>9</sub> treatment (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha of K<sub>2</sub>O) the best plant height (2.101 m), best cob length (14.11 cm), best cob diameter (6.38 cm), greater number of grains per row (21.58 units), better ear weight (0.19 Kg) and better yield of the yellow starchy corn crop (3458.26 Kg/ha); as well as with T<sub>4</sub> (0.80 m x 0.30 m, 120 kg/ha of K<sub>2</sub>O) a greater number of ears (76 units) was obtained and with T<sub>8</sub> (0.80 m x 0.35 m, 180 kg/ha of K<sub>2</sub>O) a greater number of ears was obtained. rows per cob (15.30 units); Finally, it was determined that the exploitation of starchy corn of this species is profitable with a profit of S / 10171.409 and a profitability of 1.41 soles.

**Keywords:** Yellow starchy corn, density, dose.

## I. INTRODUCCIÓN

En la región andina se origina, varía, dispersa y cría muchas especies, variedades, morfotipos y/o razas de plantas alimenticias y medicinales. Esta gran variabilidad se ve reflejada en las 1,600 entradas de maíz agrupadas en 55 razas. Actualmente una característica de la agricultura es obtener altos rendimientos a través del uso de insumos sintéticos, los cuales son usados de manera indiscriminada, deteriorando el medio ambiente. No obstante, existen familias de la zona andina del Perú que practican la agricultura utilizando bajos insumos agrícolas, logrando rendimientos sostenibles que superan al promedio nacional y garantizan la seguridad alimentaria de su familia. Las zonas que son aptas para la producción las diferentes variedades de maíz amiláceo usando adecuadamente la tecnología y buenas prácticas agrícolas tienen una altitud entre 2 500 y 3 000 m.s.n.m., respecto a la densidad de siembra y la fertilización no se ha llegado a establecer márgenes exactos, por este motivo tanto la producción como el rendimiento no se han optimizado, en consecuencia, se ha desaprovechado el potencial que presenta esta especie de maíz en Marcar, Carhuaz.

El maíz (*Zea mays* L.) es un cereal que es importante tanto económica como socialmente en todo el mundo porque es usado para la alimentación humana, elaboración de alimentos para animales, así como como materia prima para elaborar un gran número de productos industriales. En el Perú, el sembrado de maíz amiláceo (*Zea mays* L.) es importante para la seguridad alimentaria del país y ocupa un lugar importante en la lista de preferencias de granos a nivel nacional e internacional, el maíz amiláceo es sembrado en casi 200 000 hectáreas, entre 2 500 y 3 500 m s. n. m., de las cuales alrededor de 150 mil familias con bajos recursos económicos dependen de este cultivo. (INIA, 2021)

En el año 2017, la producción del maíz amiláceo en el Perú fue 273 604 toneladas, predominando la región Cusco produciendo 63 054 toneladas lo que representa un 22.7%; seguida por Apurímac con una participación de 15.2% (41 683 toneladas), Huancavelica con 9.8% (27 003 toneladas), La Libertad con 8.2% (22 444 toneladas) y Ayacucho con 7.5% (20 528 toneladas), dichas regiones llegan a concentrar el 63.5% de la producción nacional. Cabe señalar que cinco regiones con mayor rendimiento promedio en el periodo en mención, predomina Arequipa con 2 913 Kg/ha, le sigue Cusco con 2 536 kg/ha, Lambayeque con 1 931 kg/ha, Junín con 1 891 kg/ha, Apurímac con 1 841 Kg/ha, y Huancavelica con 1 759 Kg/ha. Promedio nacional es de 1 511 kg/ha. (MINAGRI, 2019) Según el reporte de la Dirección Regional de Agricultura de Ancash – DRAA (2020), en el mismo año el rendimiento promedio de maíz amiláceo en la región Ancash alcanzó de 1 a 2 Tn/ha.

En el 2020, la producción de maíz amiláceo registró un crecimiento de 5% respecto del año anterior, en el país se cosecha el maíz amiláceo en 19 departamentos, de los cuales Cusco, Apurímac, Huancavelica, Cajamarca, La Libertad, Ayacucho, Piura, Huánuco, Junín, Arequipa, Áncash, Lambayeque, Amazonas y Puno concentran el 98% de la oferta nacional; es importante mencionar que la región Ancash tiene una participación del 2% en la producción nacional de maíz amiláceo (MIDAGRI, 2021).

El rendimiento promedio nacional de maíz amiláceo es de solo 1.54 t ha<sup>-1</sup> (MINAGRI, 2019) el cual debe ser superado para garantizar la seguridad alimentaria de las familias que lo siembran. Cabe señalar que en el lapso de los últimos nueve años el promedio nacional de maíz amiláceo se incrementó en 54.5 % (MINAGRI, 2020), es decir, 670 kg ha<sup>-1</sup> a más. Esta tendencia genera mayores posibilidades al agricultor de la sierra peruana debido a que le permite incrementar sus ingresos por los altos precios que estos alcanzan en los mercados de la costa. Por ello, se

planteó el presente ensayo para evaluar el efecto de diferentes dosis de potasio y densidades de siembra en las características morfológicas y biométricas del maíz amarillo amiláceo “INIA 623-CUMBEMAINO” (*Zea mays L.*).

La presente investigación se justifica porque el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), a través de la Resolución Jefatural N° 0083-2020-INIA, dispuso a los agricultores una nueva variedad de maíz amiláceo que tiene alta calidad genética, para lograr aumentar la productividad por hectárea e incrementar la rentabilidad económica de más de 220 000 pequeños agricultores, aproximadamente. La nueva variedad es el maíz INIA 623 cumbemaino, cuyo atributo fundamental es la capacidad de aumentar la cosecha por hectárea, alcanzando una producción de 3 toneladas en promedio, que supera los 800 kilos que alcanzan las otras variedades. Asimismo, tiene la condición de producir de 2 a 3 mazorcas por planta. Dicha variedad la desarrolló MINAGRI mediante el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), resiste a la descomposición de mazorca que la genera el insecto *Helicoverpa zea* y el hongo *Fusarium*, genera granos de buena textura, con porcentaje de desgrane de 89% y un peso de 550 gramos, así como adaptabilidad a un rango de altitud comprendido entre 2 500 a 3 000 m.s.n.m. “INIA 623 cumbemaino”, llegará a beneficiar económicamente a más de 120 000 agricultores de la región de Cajamarca que se distribuyen en las provincias de Contumaza, San Marcos, San Miguel, Cutervo, Cajabamba y Cajamarca. En la región de Ancash (Carhuaz) a 60 000, mientras que en la zona andina de la región Amazonas (Chachapoyas, Luya y Bongará) ayudará a 40 000 pequeños agricultores.

Cabe señalar que a lo largo del tiempo los agricultores del maíz amiláceo en la región de Ancash, especialmente en callejón de Huaylas, han sido perjudicados en su economía debido al aumento del costo de producción del maíz amiláceo, dicho aumento es por causa del precio de los

fertilizantes sintéticos y pesticidas. Por otra parte, la venta es el ingreso económico predominante de las familias, por ello motiva a difundir la nueva variedad de maíz amarillo amiláceo (*INIA 623-cumbemaino*) por su rendimiento potencial y resistente a la pudrición de mazorca por el hongo (*fusarium sp*), también al ataque del insecto *helicoverpa zea*. Por ello, se plantea el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es el efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra en las características morfológicas y biométricas del maíz amarillo amiláceo “*INIA 623-CUMBEMAINO*” (*Zea mays* L.) en Marcará– Carhuaz - Ancash-2020?

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. *Objetivo general*

Determinar el efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra en las características morfológicas y biométricas del maíz amarillo amiláceo “*INIA 623-cumbemaino*” (*Zea mays* L.).

### 1.1.2. *Objetivos específicos*

- Determinar las características morfológicas de cultivo de maíz amarillo amiláceo para cada tratamiento.
- Determinar las características biométricas del cultivo de maíz amarillo amiláceo para cada tratamiento.
- Determinar el rendimiento del cultivo de maíz amarillo amiláceo para cada tratamiento.
- Realizar el análisis económico del cultivo para cada tratamiento de maíz amarillo amiláceo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes

En Ecuador, Rodríguez (2018), investigó que para la altura de planta, los tratamientos no fueron significativos y el tratamiento 2 (3 L/ha de fosfito potásico aplicado a los 15 días) alcanzó la mayor altura de planta con un promedio de 234 cm; para la longitud de mazorca, el análisis de varianza indica que los tratamientos no fueron significativos y los periodos de fosfito potásico reportaron la mayor longitud de mazorca con un promedio de 20 cm; los tratamientos no fueron significativos en el número de hileras por mazorca y el mayor número de hileras por mazorca se presentaron en el tratamiento 2 (3L/ha de fosfito potásico aplicado a los 15 días) ,el tratamiento 4 (1 L/ha de fosfito potásico aplicado a los 15-20-30 días) y el tratamiento 5 (0.75 L/ha de fosfito potásico aplicado a los 15-20-30-40 días) con un promedio de 16 hileras; para el número de granos por mazorca, los tratamientos no fueron significativos. El promedio general de esta variable fue de 533 granos y el tratamiento 2 (3 L/ha de Fosfito potásico aplicado a los 15 días) generó el mayor número de granos por mazorca con un promedio de 555 granos; los tratamientos no alcanzaron significancia estadística y el tratamiento 3 (1.5 L/ha de fosfito potásico aplicado a los 15 días) presentó el mayor rendimiento con un promedio de 7603 kg/ha. Concluyó que el tratamiento número tres presentó el mayor rendimiento en el cultivo de maíz con la aplicación de 3.0 L/ha de fosfito potásico en frecuencia de dos periodos (15-20 días después de la siembra) con un promedio de 7603 kg/ha.

En Uruguay, Meneses, Mendoza y Cecilio (2017), evaluó diferentes dosis de potasio (K) (0, 50, 100, 150, 200 y 250 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), el aumento en las dosis de K no influyó sobre las productividades total, comercial y de granos, rendimiento de granos,

longitud y diámetro de la mazorca, o en la concentración foliar de K. Por tanto, en el suelo tipo Rhodic Hapludox con  $4,2 \text{ mmolc dm}^{-3}$  de K, se puede prescindir de la fertilización potásica en el maíz súper dulce ‘GSS 41243’. Concluyeron que la fertilización potásica en el suelo tipo Rhodic Hapludox, con alta concentración de  $K_{(\text{resina})}$  ( $4,2 \text{ mmolc dm}^{-3}$ ) no altera la concentración foliar del nutriente y no se muestra ventajosa sobre los componentes de producción del maíz dulce, evidenciando la oportunidad para reducir el uso de ese nutriente en las condiciones del experimento.

En Perú, Neira (2020), encontró para rendimiento de maíz grano existen diferencias altamente significativas para densidad de plantas y fórmulas de fertilización NPK, los mayores rendimientos de 7,456 y 7,247 kg/Ha, de maíz grano, se obtuvieron con la densidad de 75,000 plantas/Ha, y las fórmulas de fertilización 180-120-110 y 160- 120-110 kg. NPK/Ha, respectivamente; para longitud de mazorca existen diferencias significativas para densidad de plantas y fórmulas de fertilización NPK, los mayores tamaños de mazorca de 18.20 y 18.95 cm, se obtuvieron con la densidad de 62,500 plantas/Ha, con las fórmulas de fertilización 160-120-110 y 180-120- 110 kg NPK, respectivamente; para diámetro de mazorca existen diferencias altamente significativas para densidad de plantas y diferencias significativas para fórmulas de fertilización NPK, los mayores diámetro de mazorca de 5.89 y 5.79 cm, se obtuvieron con la densidad de 62,500 plantas/Ha, con la fórmula de fertilización de 180-120-110 kg NPK; para peso de mazorca existen diferencias altamente significativas para densidad de plantas y fórmulas de fertilización NPK, el mayor peso de mazorca de 224.29 gramos, se obtuvo con la densidad de 62,500 plantas/Ha, y la fórmula de fertilización de 180-120-110 kg. NPK/Ha; para altura de planta existen diferencias altamente significativas para densidad de plantas y fórmulas de fertilización NPK, las

mayores alturas de planta de 1.84 y 1.83 m, se obtuvieron con la densidad de 75,000 plantas/Ha, y las fórmulas de fertilización 180-120-110 y 180-100-90 kg NPK, respectivamente. Concluyó que la mejor densidad de siembra fue 75,000 plantas/Ha, con un rendimiento de maíz amarillo duro de 6,970 kg/ha y con la fórmula de fertilización 180-120-110 kg NPK/Ha, se alcanzó el mayor rendimiento de 6,798 kg/Ha.

En Lambayeque - Perú, Vásquez (2019), en su investigación encontró que los mejores rendimientos para localidad por dosis de fertilización se obtuvieron en el Valle Conday, con 110-50-40 y 105-48-34 de NPK y con rendimientos de 9.03, 7.90 Tn/Ha respectivamente, seguido por Lirio Bajo, con 7.85 Tn/Ha, que tuvieron rendimientos comparables, mientras que los rendimientos en la localidad Chaquil fueron inferiores, con solo 4.58, 3.93 y 3.31 Tn/Ha para las tres dosis de fertilización correspondientemente. Los mejores rendimientos para variedad por dosis de fertilización se obtuvieron con la variedad local, con niveles de 110-50-40 y 105- 48-34 de NPK, con rendimientos de 8.19 y 7.26 Tn/Ha respectivamente, seguido por la variedad INIA 603 con dosis 110-50-40 NPK con 7.01 Tn/Ha, que tuvieron rendimientos comparables, mientras que la variedad INIA-601 sin fertilización rindió solo 5.01 t/ha. La localidad óptima fue en la localidad Valle Conday, con la variedad local y con dosis de 110-50-40 NPK, con un máximo rendimiento de 10.21 Tn/Ha, pero teniendo valores comparables con los 11 tratamientos que incluyen al Valle Conday y Lirio Bajo, mientras que los valores más bajos se encuentran en la localidad de Chaquil, con sus tres dosis de fertilización. La característica más relacionada con rendimiento fue número de granos por mazorca, encontrándose que la variedad local en el Valle de Conday tuvo el máximo número con 424.33 granos en promedio por mazorca,

mientras que en Lirio Bajo con la variedad INIA 603 y sin fertilización produjo 115.65 granos por mazorca.

Asato (2015), al hacer un estudio de cinco fuentes de fertilizantes potásicas (cloruro de potasio, sulfato de potasio y sulpomag, así como la combinación de cloruro de potasio más sulpomag y sulfato de potasio más sulpomag) en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, concluyó que las fuentes potásicas evaluadas en el experimento dieron un efecto positivo en el rendimiento el peso seco en el cultivo indicador (maíz). El tratamiento de sulfato de potasio con sulpomag (80 y 20 por ciento, respectivamente) a la dosis más alta de 200 ppm fue la que mejor respuesta tuvo en cuanto a la producción de materia seca. Finalmente, el menor rendimiento fue encontrado con el cloruro de potasio.

Ccente (2012), en su estudio que en las características de mazorca y grano: la densidad de siembra no influyó en ninguna de las características de la mazorca y grano, la fórmula de fertilización influyó en granos por mazorca y longitud de grano, siendo la fórmula de fertilización 60-120 la que alcanzó 227 granos por mazorca y la fórmula de fertilización 120-120 N y  $P_2O_5$  logró mayor longitud de grano con 1.7 cm. En rendimiento de grano: Las fórmulas de fertilización, influyó diferencialmente en rendimiento de granos, 120-120 de N y  $P_2O_5$  alcanzó mayor rendimiento de granos con 7 907.79 kg/ha, y en la interacción densidad por fertilización, la combinación (35 cm entre golpe y 120-120 N y  $P_2O_5$ ) logró el mayor rendimiento con 8 792.63 kg/ha. En características de choclo: a 35 cm entre golpe y 60-60 se logró mayor longitud, alcanzando en promedio de 16.8 cm.

Según **Pacheco (1992)**, al estudiar el efecto de cinco niveles de potasio aplicados en dos momentos sobre el rendimiento del maíz variedad San Jerónimo Mejorado para semilla en el Valle del Mantaro (Junín) llegó a las siguientes conclusiones: La aplicación de dosis altas de potasio aplicado a la siembra o en forma fraccionada dieron mayores rendimientos equivalente a 3 432,5 kg/ha de grano para semilla. Los tratamientos con niveles bajos de potasio dieron bajos rendimientos de semilla y mayor rendimiento de granos para consumo. La altura de plantas al final del periodo vegetativo y el peso seco de las mazorcas tuvieron alta significación estadística debido a que los niveles altos de potasio interaccionado con el nitrógeno aplicado a la siembra y en forma fraccionada. Los niveles de potasio estudiados dieron una ligera significación con respecto a la longitud de las hojas y el peso en húmedo de las mazorcas.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Origen y distribución de maíz**

En México se originó el maíz; no obstante, el Perú cuenta con la ventaja de tener más variedades silvestres de este alimento. En los años 2007 y 2011 se realizaron excavaciones en los sitios arqueológicos de Paredones y Huaca Prieta (Departamento de la Libertad, en la costa norte peruana), donde fueron encontrados 293 muestras microfósiles (entre mazorcas, tusas o corontas, trozos de tallo, pancas u hojas y granos); de estos restos al ser analizados, 15 muestras tuvieron una antigüedad de 6504 y 7775 años antes del presente, resultado ser más antiguo que el maíz que se encontró en la zona de Naquitz (Estado mexicano de Oaxaca) con 6300 años. En México se encontró único tipo de maíz silvestre, sin embargo, en el Perú fueron hallados tres tipos (Proto Confite Morocho, Confite Chavinense y Proto

Kculli), siendo los pioneros de los más de 50 tipos que existen actualmente a nivel nacional. Las variedades en mención son genéticamente puras, sin embargo, el maíz mexicano que procede de un cultivo precursor llamado Teosint. (Grobman, Salhuana y Sevilla, 1961)

Los europeos no conocían el maíz hasta 1492. En las crónicas se menciona que fue descubierto por los hombres de Colón el 6 de noviembre de 1492, cuando exploraron la isla de Cuba, y encontraron un grano que llamaban Ma-Hiz (vocablo Taino). Este era cultivado desde Canadá hasta la Patagonia, que constituía el alimento básico de las civilizaciones Aztecas, Mayas, e Inca. Según los autores, dichas civilizaciones no hubiesen llegado a tener el nivel cultural sin el maíz, porque desempeñó un rol fundamental en las creencias y ceremonias religiosas como elemento decorativo de cerámicas, tumbas, templos y esculturas, siendo además motivo de leyendas, y tradiciones que resaltan la importancia económica, agrícola y social de su cultivo. El maíz fue valorado casi como un Dios, rindiéndole culto y siendo objeto del folklore y ritos religiosos. La primera introducción en Europa fue realizada por Colón en 1494, a la vuelta de su segundo viaje, con maíces provenientes de Cuba y Haití. Posteriormente las introducciones vendrían de México y Perú. (López, 1991).

### **2.2.2. Importancia del maíz amiláceo**

Según el Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (2020), “este tipo de maíz es considerado como uno de los más antiguos y es cultivado en las partes altas de México, así como en las zonas altoandinas de Sudamérica, principalmente en Perú, Ecuador y Bolivia. El grano de estos tipos de maíces está formado casi en

su totalidad por almidón de textura natural suave y ligera, pero al mismo tiempo muy susceptible al ataque de insectos.”

El maíz amiláceo es uno de los granos preferidos a nivel nacional e internacional después de la quinua (*Chenopodium quinoa*) y las legumbres secas (frijoles castilla, ñuñas, pallares, tarwi o chocho, haba, garbanzo, arveja, frijol de palo y zarandaja). (INIA, 2021)

### 2.2.3. Clasificación botánica – taxonomía

Según Sáenz (1999), clasifica al maíz de la siguiente manera:

**Tabla 1**

*Clasificación botánica – taxonomía*

Reino	: Vegetal
División	: Espermatofitas.
Sub-división	: Angyospermas
Clase	: Monocotiledónea
Orden	: Gluniflorales.
Familia	: Gramineae.
Sub- familia	: panicoideas
Tribu	: Maydeae
Género	: Zea
Especie	: Zea mays L.

#### 2.2.4. *Tipos, razas y variedades de maíces amiláceos*

Existen muchas variedades de maíz y se diferencian en tamaño, forma, color y textura del grano, además en la forma de la mazorca, porque son más alargadas y finas hasta cónicas, redondas y globosas. Respecto a la textura del grano hay duro (cristalino) y blando (harinoso). Referente a los colores hay blanco, crema, amarillo claro, anaranjado, hasta morado, rojo y azul.

##### a) **Tipos**

Hallauer y Miranda (1988), mencionan que “en 1933 Kuleshov clasificó al maíz por el patrón de endospermo en ocho tipos: indurata (duro), amylacea (harinoso), indentata (dentado), everta (reventón), saccharata (dulce), amylea saccharata (almidón azucarado), ceratyna (ceroso) y tunicata (tunicado). Esta clasificación fue satisfactoria para el arquetipo de grano, pero no fue un buen indicativo para las diferencias morfológicas y genéticas del germoplasma en otras características”.

##### b) **Razas**

Anderson y Cluter (1942), abarcaron las diferencias fenotípicas y genéticas para clasificar el germoplasma de maíz definiendo el término “raza” como “un número de variedades con suficientes caracteres en común que permiten su reconocimiento como grupo, siendo que, en términos genéticos, una raza o sub-raza es un grupo con un número significativo de genes en común”.

**Tabla 2**

*Razas de maíz que existen en el Perú y que definen a cinco ecosistemas.*

ECOSISTEMA	RAZAS
Costa	Alazán, Chancayano, Huachano, Iqueño, Jora, Mochero, Pardo, Perla, Rienda
Selva baja	Alemán, Chimlos, Chuncho, Cubano Amarillo, Enano, Piricinco
Sierra alta	Ancashino, Chullpi, Confite Morocho, Confite Puntigudo, Cusco Cristalino Amarillo, Huancavelicano, Huarmaca, Huayleño, Kulli, Marañón, Morocho, Paro, Piscorunto, San Gerónimo, San Gerónimo Huancavelicano, Shajatu, Ukchuquilla
Sierra muy alta	Confite Puneño, Granada
Selva media	Amarillo Huancabamba, Arequipeño, Arizona, Blanco, Ayabaca, Coruca, Morocho, Cajabambino, Cusco Gigante, Sabanero

*Fuente:* MINAM (2018).

### c) Variedades

- **INIA 607 Ch'écche Andenes**, según el INIA (2021), “el 11 de octubre de 2005 se lanzó la variedad de polinización libre INIA 607 Ch'écche Andenes, la genealogía de esta variedad está basada en las variedades locales Chécche, Pisqorunto y Oqé. Esta variedad se adapta adecuadamente a las condiciones de la sierra sur del país, entre 2 900 y 3 500 m s. n. m., es de ciclo intermedio, pudiendo cosecharse en siete meses en altitudes menores de 3 300 m s. n. m. y en ocho meses a mayor altitud, su potencial de rendimiento es de 7.6 t ha<sup>-1</sup> con un promedio de 4.4 t ha<sup>-1</sup> en campo de agricultores” ( p.56).
- **INIA 614 Paccho**, Según el INIA (2021), “la variedad INIA 614 Paccho fue lanzada al mercado el 11 de enero de 2008 y al igual que los granos de la variedad local Chullpi, presentan una apariencia arrugada que les confiere un

aspecto distintivo muy peculiar con respecto a otros maíces, se caracteriza por presentar plantas bajas (178 cm) con mejor tipo de planta, de ciclo precoz (menos de seis meses, 54 días menos que las variedades locales), mejor sanidad y aspecto de mazorca, mayor rendimiento de grano (hasta 3.5 t ha<sup>-1</sup>) y sus granos tostados son crocantes, de agradable sabor y muy suaves al paladar” (p. 57).

- **INIA 621 Pillpe**, Según el INIA (2021), “el 20 de mayo de 2013 se puso a disposición de los productores de la sierra central y sur la variedad INIA 621 Pillpe, esta variedad se adapta muy bien entre 2 800 y 3 400 m s. n. m, su rendimiento potencial es de 6.3 t ha<sup>-1</sup> y comercialmente se puede obtener 3.7 t ha<sup>-1</sup>, tiene un ciclo intermedio, en altitudes menores a 3 000 m s. n. m.; la madurez de cosecha se presenta a los cinco meses, y por encima de los 3 300 m s. n. m. hasta los seis meses” (p. 57).
- **INIA 622 Chullpi Quispicanchi o Chullpi Sara**, Según el INIA (2014), “esta variedad se adapta adecuadamente en la provincia de Quispicanchi, desde 3 100 hasta 3 350 m s. n. m; en Calca y Urubamba desde 2 750 hasta 2 950 m s. n. m. y en zonas maiceras con altitudes similares, esta variedad también es conocida como Chullpi Sara y fue lanzada oficialmente como cultivar comercial el 2 de julio de 2019” (p. 58).
- **INIA 623 Cumbemaíno**, Según el INIA (2021), esta variedad fue inscrita en el Registro de Cultivares Comerciales el 10 de diciembre de 2019, tiene rendimientos de grano que varían entre 2.4 y 4.1 t ha<sup>-1</sup>, sus granos son de textura suave, de color amarillo intenso, aptos para consumo en cancha y con

buena adaptación a las condiciones de clima y suelo de las áreas productoras de maíz de Cajamarca, Ancash y Amazonas, en altitudes comprendidas entre 2 500 y 3 500 m s. n. m.

#### 2.2.5. *Botánica de maíz amiláceo*

**Robles (1983)**, menciona que “este grupo de maíces tienen una gran variabilidad en el color del grano, en la textura, en su composición, en su apariencia y en su grado de madurez al momento de ser cosechado, además se caracterizan por tener un grano harinoso, blando y suave”.

- **Raíz**, Según Manrique (1997), “las raíces del maíz son fasciculadas, formadas por tres tipos: (1) las raíces primarias o seminales que se desarrollan a partir de la radícula de la semilla a la profundidad que ha sido sembrada; (2) las raíces principales o secundarias que comienzan a formarse a partir de la corona, por encima de las raíces primarias y (3) las raíces aéreas o adventicias que nacen en los nudos de la base del tallo por encima de la corona, constituyen el principal sistema de fijación de la planta y además absorbe agua y nutrientes”.
- **Tallo**, Según Manrique (1997), el tallo está constituido por un eje vertical sólido, alargado y cilindro-cónico, terminando en un penacho que constituye la inflorescencia masculina o panoja; también presenta nudos y entrenudos, siendo más cortos en la base y más largos a medida que se alejan de ella. En la parte inferior de los nudos se encuentran localizados los primordios radicales, las que dan origen a las raíces adventicias, especialmente en los nudos que se encuentran más próximos al suelo. Según Ramirez (2016), “la parte superior de los nudos del tallo nacen las hojas, las cuales son envolventes, lanceoladas y

liguladas, formada por vainas que cubren completamente el entrenudo con nervaduras paralelas”.

- **Hoja**, Según Parsons (1988), la vaina de la hoja forma un cilindro alrededor del entrenudo, pero con los extremos desnudos, su color usual es verde, pero se puede encontrar hojas rayadas de blanco y verde o verde y púrpura, el número de hojas por planta varía en 8 y 25”. Para Rimache (2008), “las hojas generalmente son largas y angostas, envainadoras, formadas por la vaina y el limbo, con nervaduras lineales y paralelas a la nervadura central.
- **Flor**, Según Manrique (1997), el maíz es una planta monoica cuyas flores masculinas y femeninas están presentes en la misma planta. Las flores masculinas nacen antes que las femeninas en la punta de los tallos. Las flores femeninas se desarrollan en la axila de las hojas en el punto medio del tallo, y se agrupan en filas a lo largo de un raquis grueso, cilíndrico, esponjoso y alveolado. Las flores femeninas presentan un largo estilo (de 15 cm a más) que salen hasta el final de las brácteas y son primero verdes y luego rojizos al llegar a la madurez (esto depende de genes de color dominantes o recesivos de antocianina) y se conocen como sedas, barbas de maíz, pelos de choclo o cabellos de elote.

Para (Sevilla, 2006), Las flores masculinas están en una inflorescencia llamada panoja, y las femeninas se desarrollan en una estructura especial denominada mazorca. Las flores del maíz, tanto masculinas como femeninas, se encuentran unidas en espiguillas; el par de espiguillas es la unidad floral. En la panoja, un miembro del par de espiguillas es pedicelado; cada espiguilla contiene dos flores funcionales con tres anteras.

- **Semilla**, Para Rimache (2008), la semilla de maíz está contenida dentro de un fruto denominado cariósido; la capa externa que rodea este fruto corresponde al pericarpio, estructura que se sitúa por sobre la testa de la semilla. Esta última está conformada internamente por el endospermo y el embrión, el cual a su vez está constituido por la coleorriza, la radícula, la plúmula u hojas embrionarias, el coleoptilo y el escutelo o cotiledón.

#### **2.2.6. *Propiedades y usos de maíz amiláceo***

Para Sáenz (1999), El grano del maíz amiláceo tiene un alto contenido de almidón, en promedio (70%); un bajo contenido de proteína, alrededor de 4% de grasas, y además contiene fósforo, potasio, cobre, hierro, y zinc. Es uno de los principales alimentos de los habitantes de la sierra del Perú; la producción es principalmente destinada al autoconsumo en forma de choclo, cancha, mote, harina precocida, y bebidas, entre otros. Asimismo, la producción de maíz para consumo en forma de choclo y cancha, son las más importantes fuentes de ingreso para los productores de las zonas alto andina del país.

#### **2.2.7. *Nutrición vegetal***

La nutrición vegetal es la fase en la que la planta absorbe del medio que la rodea, las sustancias que necesita para realizar su metabolismo y de esta manera pueda desarrollarse y crecer. Las plantas verdes tienen como atributo que las sustancias que requiere para alimentarse son exclusivamente del tipo mineral o inorgánico. Esta característica distingue a las plantas de otros organismos como el hombre, animales y diferentes microorganismos, que adicionalmente necesitan alimentos orgánicos. Los elementos minerales son elementos químicos

absolutamente imprescindibles o esenciales para el desarrollo completo del ciclo vegetativo. (Azabache, 2003)

Las extracciones totales del maíz expresado en kg de elementos por cada TM de producción de grano son; 28 y 11 kg de N y P<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, respectivamente. (Domínguez, 1997)

Las plantas deficientes en N son de color verde claro (cloróticas), debido a la pérdida de moléculas de clorofila; asimismo presentan un crecimiento y desarrollo lento debido a que la producción y síntesis orgánica se frena. Este crecimiento lento va acompañado de un debilitamiento de la planta, necrosis de tejidos y caída de hojas. (Inpofos, 1993)

En el maíz es nitrógeno es deficiente desde los 40 días de la siembra, se visualiza plantas poco macizas y las hojas inferiores amarillas o cloróticas. Si en el ciclo vegetativo persiste dicha deficiencia, las mazorcas salen puntiagudas por falta de formación o llenado de granos, hasta la mitad de la mazorca. (Beingolea, Manrique y Chura, 1993)

El nitrógeno es indispensable para el desarrollo de las plantas. Desempeña un papel principal en el desarrollo y funciones del protoplasma por ser un constituyente esencial de todas las proteínas. El rol del nitrógeno en la planta es el de constituyente esencial de toda la materia viva (ácidos nucleicos, coenzimas), formar proteínas, integrar la molécula de clorofila, influir en el desarrollo vegetativo y en la utilización de carbohidratos. (Davelouis, 1971)

Los vegetales absorben el nitrógeno, en sus formas solubles: nitratos, amonios y otros compuestos nitrogenados solubles, siendo la forma de nitrato o

nítrica la más utilizada por las plantas. El N es un elemento muy móvil, el cual se encuentra en la planta cumpliendo importantes funciones fisiológicas. Una vez en el interior de las células, el N participa en la formación de los aminoácidos que interviene en la síntesis de la proteína. El N se halla, además, en la formación de las hormonas, de los ácidos nucleicos y de la clorofila, siendo esta última la determinante del proceso fotosintético. Del mismo modo cita que, la materia orgánica de los vegetales está compuesta principalmente por C, H, O y N. Las plantas, por el fenómeno de la fotosíntesis, utilizan la luz solar como fuente de energía, produciendo los compuestos orgánicos a partir del CO<sub>2</sub> de la atmósfera y el agua que extrae fundamentalmente por las raíces. Estos compuestos elaborados poseen en su composición C, H y O, constituyendo químicamente los hidratos de carbono. Para la síntesis de otras sustancias básicas como las proteínas, fosfolípidos, clorofila, etc., necesitan de otros elementos básicos como el N, P, K, etc., que las plantas extraen de su medio principalmente por las raíces y eventualmente por vía foliar en las pulverizaciones de fertilización, ya que las hojas también tienen capacidad de absorber algunos nutrientes. (Rodríguez, 1996)

Según Tisdale y Nelson (1977), El fósforo en el suelo puede clasificarse como orgánico o inorgánico, dependiendo de la naturaleza de los compuestos en que se halla. La fracción orgánica se halla en el humus y otros materiales orgánicos, que pueden estar o no asociados con él. La fracción inorgánica se halla en numerosas combinaciones con hierro, aluminio, calcio, flúor y otros elementos; compuestos que son usualmente ligeros solubles en el agua. El contenido de fósforo inorgánico en los suelos es casi siempre mayor que el del fósforo orgánico. Una excepción a esta regla

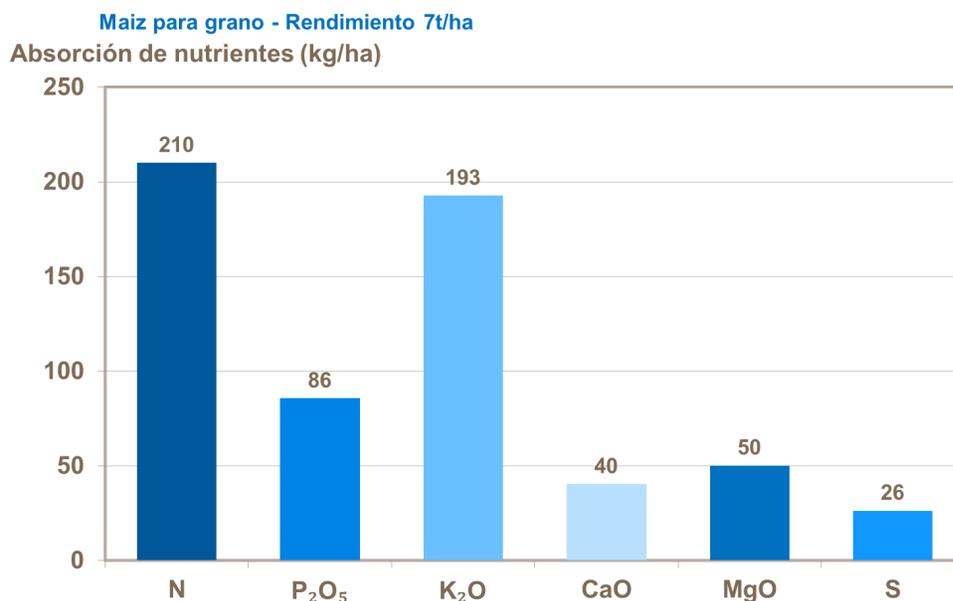
son los suelos predominantemente orgánicos; además, el contenido de fósforo orgánico en los suelos minerales es usualmente mayor en las capas superficiales que en el subsuelo, a causa de la acumulación de materia orgánica en las capas superiores del perfil del suelo.

Para Quevedo (2013), “El requerimiento nutricional del maíz es alto, en comparación a otros cultivos. Por cada tonelada de grano cosechado se requiere aproximadamente 30 a 35 kg de nitrógeno (N), 10 a 13 kg de fósforo ( $P_2O_5$ ), y 40 a 45 kg de potasio ( $K_2O$ )”. Adicionalmente, hay un consumo significativo de calcio, magnesio, azufre y micronutrientes (zinc, boro, manganeso, hierro, cobre, cloro, y molibdeno), en cantidades mucho menores, pero no por eso son de menor importancia (INIA, 2020), ya que todos estos nutrientes cumplen un rol importante en el crecimiento y desarrollo de la planta.

La etapa más importante para absorción de nutrientes en el maíz es durante el estiramiento del tallo (V6 a floración).

Figura 1

*Absorción de macronutrientes – Planta completa a maduración.*



Fuente: YARA Alemania – 2012.

### 2.2.8. Densidad

El rendimiento se relaciona con la densidad de plantas, por lo cual existe un óptimo que si es superado el rendimiento llega a disminuirse, no obstante, al incrementarse la densidad de plantas interfieren procesos de autorregulación. Resultados experimentales suministran numerosos ejemplos que muestran, dosis bajas de semillas producen igual rendimiento al obtenido con dosis más altas. (Doto, 1989)

Cabe señalar que, si se emplea una baja cantidad de semilla, la cantidad de plantas será menor por unidad de superficie, en consecuencia, se producirá menos y el terreno se desaprovechará, si se emplea mayor cantidad de semillas, la cantidad de plantas será mayor por unidad de superficie, pero la producción no incrementará ya que existirá más competencia entre plantas, en consecuencia, habrá menos granos

con menor peso. Por ello, la finalidad es que los agricultores empleen una cantidad de semillas adecuada y conseguir una producción óptima. (Bustamante, Allés, Espadas y Muñoz, 1997)

Para lograr el máximo rendimiento podría incrementarse la densidad u optimizar el rendimiento individual por planta con una densidad relativamente baja. Hay que tomar en cuenta los procesos de formación del rendimiento en su conjunto para seleccionar la opción adecuada, entre ellos la formación y reducción de los elementos formadores de rendimiento, así como sus mutuas relaciones y compensaciones; de igual forma los efectos de especie, variedad, prácticas de cultivo y clima. En consecuencia, la dosis de siembra hay que decidirla en cada caso individual. (Doto, 1989)

Cada región agrícola, requiere de una población óptima, en un número de plantas por unidad de superficie, que produzca el máximo de rendimiento. (Robles, 1983)

Para Barnett (1980), “La densidad y sistema de siembra óptima es función de la variedad y de la condición del suelo. Suelos con baja capacidad de retención de agua y nutrientes requieren de densidades bajas. Una variedad alta y con mucho follaje requiere una densidad relativamente más alta. Por ejemplo, aumentar la densidad cuando hay deficiencia de nitrógeno del suelo, produce una demora en la aparición de la inflorescencia femenina, resultando menos tiempo para el llenado de granos y una densidad más alta que la óptima, aún en condiciones ambientales apropiadas ocasiona plantas sin mazorcas. Cuando se cambia la densidad y el sistema

de siembra sin cambiar los factores ambientales se afecta principalmente el tamaño de la planta”.

La densidad de siembra trata de disponer las semillas a una determinada distancia para que el número de plantas que lleguen al final del desarrollo proporcionen una cosecha óptima tanto en cantidad como en calidad, y por ende, establecida la densidad de siembra adecuada, es necesario calcular la cantidad de semilla que se debe sembrar, la cantidad de semilla suele expresarse en *kg/ha*, además la profundidad de siembra debe ser adecuada para que se produzcan una buena emergencia de las semillas germinadas y para que, a su vez, los sistemas radiculares dispongan de un volumen de suelo apropiado. (Urbano, 1992)

### 2.3. Definición de términos

- **Densidad de siembra:** Arcila (2007), la define como “el número de plantas por unidad de área de terreno; tiene un marcado efecto sobre la producción del cultivo y se considera como un insumo, de la misma forma que se considera, por ejemplo, un fertilizante”.
- **Variedad:** INIA (2021), la define como “población de plantas de una misma especie que tienen una constitución genética común y homogeneidad citológica, fisiológica, morfológica y otros caracteres comunes”.
- **Fórmulas de fertilización:** Noriega (2001), la define como “una mezcla química que contiene nitrógeno, fósforo y potasio en diferentes proporciones”.
- **Fertilización:** Noriega (2001), la define como “la aplicación de sustancias que contienen uno o más nutrientes con la finalidad de proporcionar al cultivo estos elementos”.

- **Potasio:** Coronel (2003), lo define como “un macro elemento esencial, por ser requerido en grandes cantidades por las plantas, siendo requerido por ellas; también se le considera primario por intervenir en las funciones primarias de la planta; este elemento es absorbido en forma de ion  $K^{+}$ ”.

#### 2.4. Hipótesis

Una de las dosis de potasio en combinación con una densidad de siembra tiene mayor efecto en las características morfológicas y biométricas del cultivo de maíz amarillo amiláceo “*INIA 623-CUMBEMAINO*”.

#### 2.5. Variables

- **Características morfológico** (altura de plantas, días de floración).
- **Características biométricas** (número de mazorcas; longitud de mazorcas; diámetro de mazorcas; número de hileras por mazorca; número de granos por hileras; peso promedio de mazorcas).
- **Rendimiento promedio de grano seco.**

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

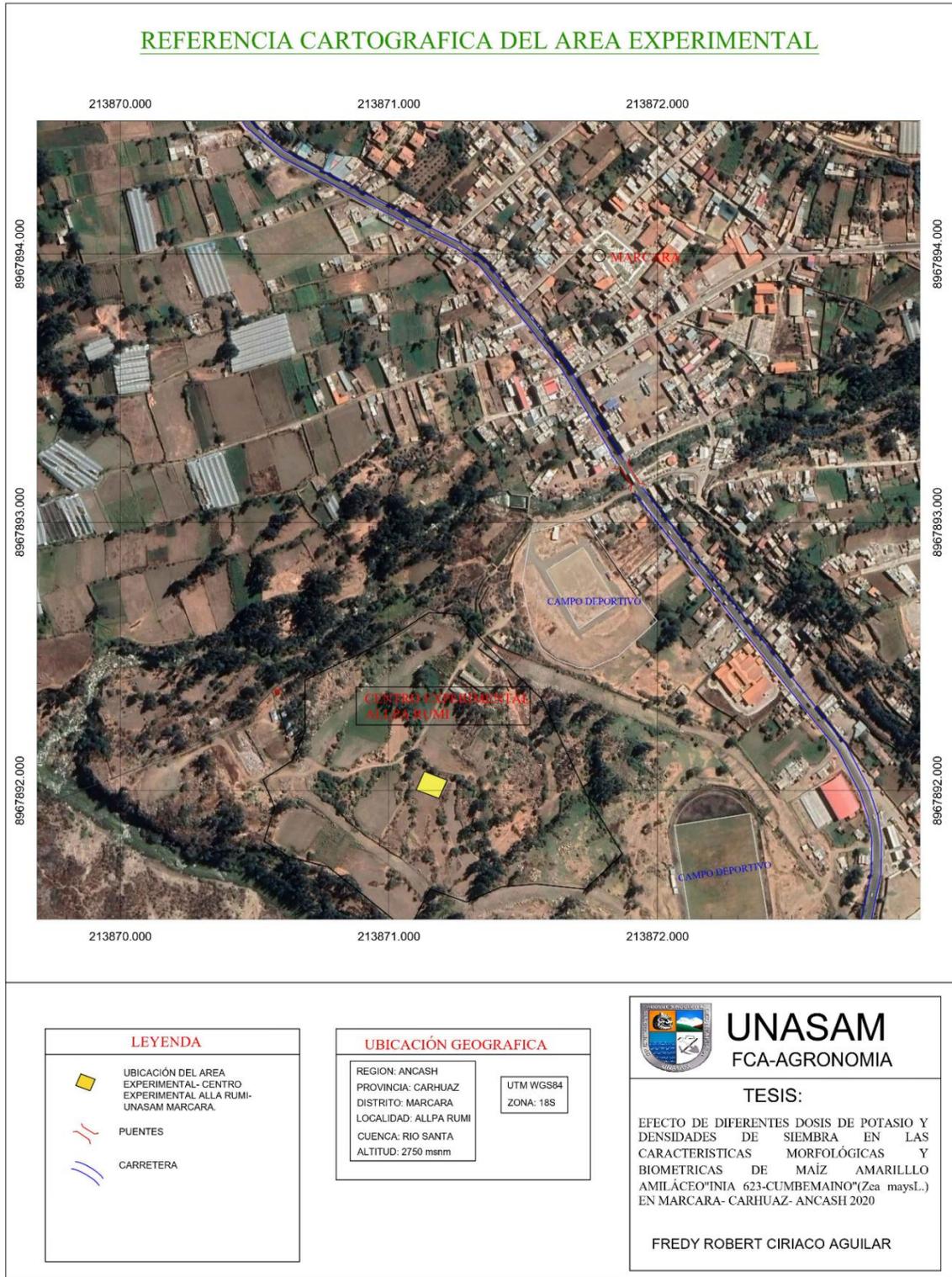
#### 3.1. Materiales

##### 3.1.1. *Ubicación del campo experimental*

Región:	Ancash
Provincia:	Carhuaz
Distrito-:	Marcará
Localidad:	Allpa Rumi
Cuenca:	Rio Santa
Altitud:	2750 m.s.n.m

Figura 2

Referencia cartográfica del área experimental



### 3.1.2. Materiales, equipos e insumos

#### a) Material genético

Semilla de maíz amarillo amiláceo- *INIA 623- cumbemaino*

#### b) Fertilizantes

- Los fertilizantes sintéticos que se emplearon para el presente experimento fueron los siguientes:
  - Urea: 46% N (granulado).
  - Fosfato di amónico (FDA): 18%N y 46% $P_2O_5$ .
  - Cloruro de potasio 60%  $K_2O$
- Pesticidas (insecticida y herbicida selectivo para maíz).
- Una bolsa de yeso.

#### c) Materiales y equipos

- Cordel de 50m.
- Estacas de madera.
- Wincha.
- Canastas.
- Costalillos.
- Bolsas de plástico.
- Bandeja de Tecnopor.
- Papel toalla (2 unidades).
- Balanza analítica.
- Vernier.
- Libreta de campo.

- Regla de escritorio.
- Bomba mochila de 20 litros.
- Calculadora.
- Letreros y/o carteles.
- Hojas bond.
- Plumones lapiceros y lápiz.

## 3.2. Método

### 3.2.1. Tipo de investigación.

Es una investigación aplicada porque se hizo variar intencionalmente las variables independientes y evaluar su efecto sobre su variable dependiente el trabajo se realizó a nivel descriptivo y correlacional.

### 3.2.2. Diseño de investigación

El diseño experimental utilizado fue el diseño de bloques completos al azar, con arreglo factorial 3 x 3, con tres repeticiones.

#### a) Factores en estudio

Los factores estudiados fueron dos, densidades de siembra (A) y dosis de potasio (B), los cuales se detallan a continuación:

Tabla 3

*Factores en estudio.*

Factores	Niveles	Claves
Densidad de siembra (A)	0.80 m x 0.30 m	a1
	0.80 m x 0.35 m	a2
	0.80 m x 0.40 m	a3
Dosis de potasio (B)	60 kg/ha de K <sub>2</sub> O	b1
	120 kg/ha de K <sub>2</sub> O	b2
	180 kg/ha de K <sub>2</sub> O	b3

## b) Tratamientos del estudio

Los tratamientos estudiados fueron nueve, que se refieren a las combinaciones de las densidades de siembra con las dosis de potasio, los cuales se detallan a continuación:

**Tabla 4.**

*Tratamientos en estudio.*

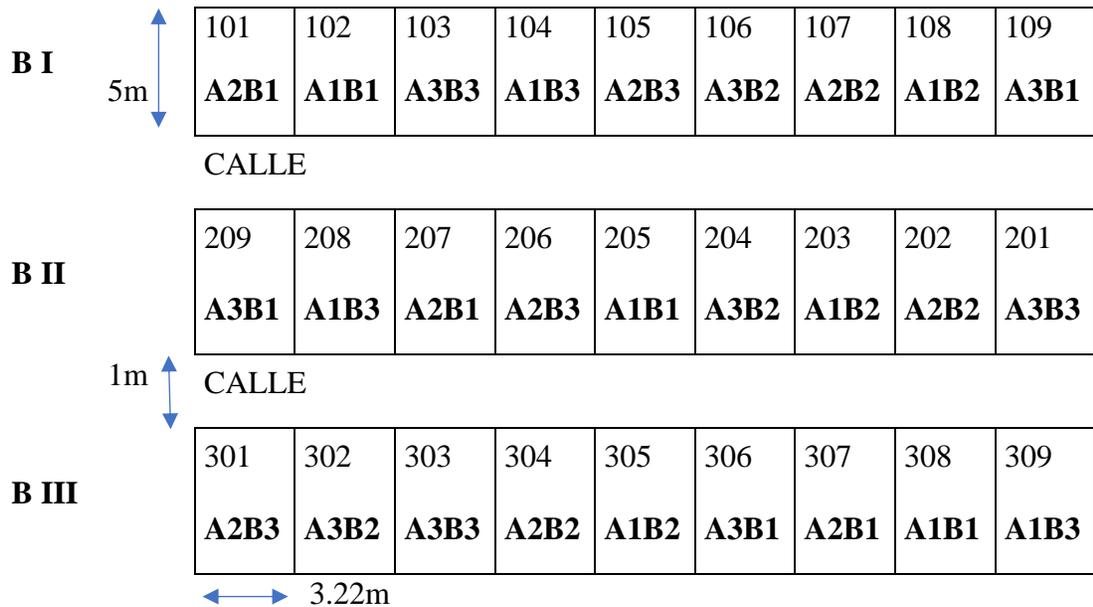
Tratamientos	Clave	FACTORES	
		A Densidad de siembra	B Dosis de potasio (Kg/ha)
T <sub>1</sub>	a1b1	0.80 m x 0.30 m	60
T <sub>2</sub>	a2b1	0.80 m x 0.35 m	60
T <sub>3</sub>	a3b1	0.80 m x 0.40 m	60
T <sub>4</sub>	a1b2	0.80 m x 0.30 m	120
T <sub>5</sub>	a2b2	0.80 m x 0.35 m	120
T <sub>6</sub>	a3b2	0.80 m x 0.40 m	120
T <sub>7</sub>	a1b3	0.80 m x 0.30 m	180
T <sub>8</sub>	a2b3	0.80 m x 0.35 m	180
T <sub>9</sub>	a3b3	0.80 m x 0.40 m	180

**Nota:** Los niveles de nitrógeno(N) y fosforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) serán constantes para todos los tratamientos: 160-100 kg/ha respectivas.

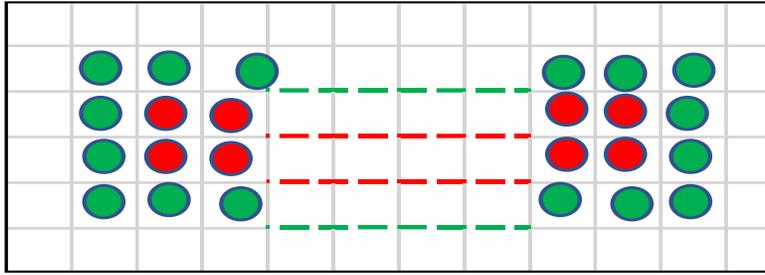
**c) Características del campo experimental**

- Distancia entre surcos : 0.80 m.
- Distancia entre plantas : 0.30 m, 0.35 m, 0.40 m.
- Nro de golpes por surco/parcela : 16, 14, 12.
- Nro de surcos por tratamiento : 04.
- Nro de plantas por golpe : 02.
- Longitud/parcela : 5 m.
- Ancho de parcela por tratamiento : 3.22 m.
- Área por cada tratamiento : 16.10 m<sup>2</sup>
- Área total : 570 m<sup>2</sup>

**d) Croquis experimental y randomización de tratamientos**



### e) Características de la unidad experimental



Donde:

-  : Efecto de borde (fueron descartados para la evaluación).
-  : Plantas evaluadas.

### 3.2.3. *Procesamiento de datos*

El análisis estadístico comprende el análisis de varianza (ANVA) para las observaciones experimentales con la valoración de la distribución de Fisher ( $\alpha=0.05$ ), al existir interacción se realizó los efectos simples, posteriormente la prueba de Tukey.

#### a) **Modelo aditivo lineal**

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + C_k + AB_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ij}$ : Es el valor observado de la variable respuesta en el i-ésimo nivel del factor A, el j-ésimo nivel del factor B y el k-ésimo bloque.

$\mu$ : Es el efecto de la media general.

$A_i$ : Es el efecto del i-ésimo nivel del factor A.

$B_j$ : Es el efecto del j-ésimo nivel del factor B.

$C_k$ : Es el efecto del k-ésimo bloque.

$AB_{jk}$ : Es el efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A y el j-ésimo nivel del factor B.

$\varepsilon_{ijk}$ : Es el efecto del error experimental en el i-ésimo nivel del factor A, j-ésimo nivel del factor B y k-ésimo bloque.

**b) Análisis de varianza (ANVA)**

**Tabla 5**

*Cuadro de análisis de varianza.*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal
Bloques	$r - 1$	$SC_{Bloq}$	$CM_{Bloq} = \frac{SC_{Bloq}}{G.L. \cdot Bloq}$	$F_{Bloq} = \frac{CM_{Bloq}}{CM_E}$
A	$a - 1$	$SC_A$	$CM_A = \frac{SC_A}{G.L. \cdot A}$	$F_A = \frac{CM_A}{CM_E}$
B	$b - 1$	$SC_B$	$CM_B = \frac{SC_B}{G.L. \cdot B}$	$F_B = \frac{CM_B}{CM_E}$
AB	$(a - 1)(b - 1)$	$SC_{AB}$	$CM_{AB} = \frac{SC_{AB}}{G.L. \cdot AB}$	$F_{AB} = \frac{CM_{AB}}{CM_E}$
Error	Por diferencia	$SC_E$	$CM_E = \frac{SC_E}{G.L. \cdot E}$	
Total	$abr - 1$	$SC_{Total}$		

**c) Coeficiente de variabilidad**

$$C.V. (\%) = \frac{\sqrt{CM_E}}{\bar{X}} * 100$$

Donde:

C.V. (%): Coeficiente de variabilidad.

$CM_E$ : Cuadrado medio del error.

$\bar{X}$ : Promedio.

### **3.2.4. Población o universo**

El marco poblacional o universo se refiere al espacio donde fueron válidos los resultados de la investigación, en este caso fue en el callejón de Huaylas entre los 2400 y 2800 msnm.

### **3.2.5. Unidad de análisis y muestra**

La unidad de análisis estuvo constituida por una planta de maíz y la muestra a su vez, por 10 plantas de cada tratamiento.

### **3.2.6. Parámetros evaluados**

#### **3.2.6.1. Características morfológicas**

##### **a) Altura de planta**

Se ha determinado la longitud promedio de 10 plantas competitivas, midiendo desde el nivel del suelo hasta la inserción de hojas bandera.

##### **b) Días de floración masculina**

Se ha tenido en cuenta los días transcurridos desde el momento de la siembra hasta cuando más del 50% de la población inicia la dehiscencia. La observación se ha realizado visualmente en los dos surcos centrales de cada parcela.

##### **c) Días de floración femenina**

Se ha contado los días transcurridos desde el momento de la siembra hasta cuando más del 50% de la población tenga pistilos. La observación se ha realizado visualmente en los dos surcos centrales de cada parcela.

### 3.2.6.2. Características biométricas

Las características de mazorca se han evaluado las mazorcas cosechadas de los dos surcos centrales en cada tratamiento.

#### a) Número de mazorcas por tratamiento

Se obtenido el conteo de mazorcas del surco central de cada tratamiento.

#### b) Longitud de mazorca

Se tomaron al azar 10 mazorcas de cada tratamiento y se colocó longitudinalmente sobre una cinta métrica, para luego medir entre 10 y obtener la longitud promedio de la mazorca.

#### c) Diámetro de mazorca

Se colocaron las 10 mazorcas y se midió con una cinta métrica para luego dividir entre 10.

#### d) Número de hileras por mazorca

Se contó el total de hileras de las 10 mazorcas y luego se dividió entre 10.

#### e) Número de granos por hileras

Se contó el número de granos de 2 hileras opuestas de cada mazorca para luego dividirlo entre 20.

#### f) Peso promedio de mazorcas

El rendimiento se obtendrá al acumular los pesos de los granos de las mazorcas cosechadas y desgranadas del surco central.

### **3.2.7. Rendimiento promedio de grano seco**

El rendimiento se obtuvo al acumular los pesos de los granos de las mazorcas cosechadas y desgranadas de los dos surcos centrales. Se ha expresado en kg/ha.

Para determinar el porcentaje de humedad del grano (% H), fue evaluado en base de peso húmedo y peso seco.

### **3.2.8. Análisis económico**

En el análisis económico se evaluó la rentabilidad en cuanto a la producción de maíz amarillo amiláceo INIA 623 “cumbemaino”, para ello se tomaron en cuenta los indicadores de utilidad neta y relación B/C.

## **3.3. Procedimientos**

### **3.3.1. Muestreo de suelos**

Luego de obtener las muestras de suelo, se llevó al Laboratorio de Suelos y Aguas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNASAM, Para determinar los análisis correspondientes del suelo; análisis de fertilidad.

### **3.3.2. Prueba de germinación estándar**

La semilla de maíz amarillo amiláceo INIA 623 “cumbemaino”, se adquirió ya tratada con una insecticida que la proteja de daños por insectos del suelo (Gusano de tierra) y de este nodo asegura la germinación y emergencia, a la cual se le hizo la prueba de poder germinativo para ver la calidad de la semilla.

- Se tomó 100 semillas al azar.
- Se humedeció el papel toalla y se colocó sobre la bandeja de Tecnopor.

- Sobre las láminas de papel toalla humedecida se colocó 5 grupos de 20 semillas asegurando espaciamiento adecuado entre semillas.
- Se cubrieron las semillas holgadamente con otro papel toalla humedecido. El ensayo de prueba de germinación se realizó en un ambiente con condiciones favorables de luz, humedad, temperatura, etc. para determinar el porcentaje de germinación de la semilla de Maíz amarillo duro.

$$\% \text{ Germinación} = \frac{\text{número de semillas germinadas}}{\text{número total de semillas sembradas}} \times 100$$

### 3.3.3. *Preparación del terreno*

La preparación del suelo es una de las labores previas a la siembra; labor importante para acondicionar al suelo de factores favorables que le permite a la semilla y a la planta que puedan desarrollarse eficientemente. Esta práctica se realizó con tractor agrícola.

- a) Limpieza: Se eliminó todo tipo de malezas, piedras y otros materiales existentes de las cosechas anteriores del terreno experimental.
- b) Aradura (Barbecho y cruza): Esta actividad consistió en voltear la capa arable de la tierra y la cruza con Tractor agrícola.
- c) Rastra (Desterronado y/o mullido) y nivelación: Se realizó pasando rastra con tractor agrícola.
- d) Finalizando con 0.80 m entre surcos.

### 3.3.4. *Fertilización*

La aplicación del fertilizante se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Primera aplicación: Se incorporó 50% de nitrógeno, 100% fósforo y 100% de potasio al momento de la siembra, colocando este entre plantas.
- Segunda aplicación: El nitrógeno restante se aplicó al momento de aporque.

### 3.3.5. *Siembra*

La siembra se realizó bajo el sistema de golpes, colocando 3 semillas por golpe a una distancia de 30, 35 y 40 cm entre golpes de plantas y esto de acuerdo con la ubicación de los tratamientos, cubriendo luego con una capa de tierra.

### 3.3.6. *Control de malezas*

Para el control de malezas fue utilizado el herbicida “maicero” 500sc Atrazina, 500 g/L, recomendada para el control pre y post-emergente temprano, a dosis de 2 L/ha más (0.5 L/ha) de adherente taxi wett.

La aplicación fue después del primer riego, cuando las malezas tuvieran en promedio cuatro hojas. A los 25 días se realizó una segunda aplicación con paraquat (2 L/ha) más atrazina (1 Kg/ha), antes que emerjan las raíces adventicias, posteriormente se efectuaron dos controles manuales ligeros de malezas.

### 3.3.7. *Desahije*

Esta labor se realizó cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 40 a 50 cm; el desahije consistió en descartar las plantas de maíz más débiles para evitar el efecto de competencia, procurando que queden las densidades indicadas en el estudio.

### **3.3.8. Riegos**

Se realizó para que el suelo se encuentre en capacidad de campo y que la planta no entre en estrés hídrico. Los riegos se realizaron forma moderada por periodos de lluvia.

### **3.3.9. Control fitosanitario**

La plaga que se presento fue el cogollero (*spodoptera frugiperda*), que fue controlado con cipermetrina más clorphyrifos a dosis 1L/Ha.

### **3.3.10. Cosecha**

Se llevó a cabo cuando los granos de a mazorca se encontraban maduros.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados

#### 4.1.1. Características morfológicas

##### 4.1.1.1. Altura promedio de plantas en metros

En la tabla 6, del análisis de varianza (ANVA) para el carácter altura de plantas, se observan diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) de las densidades de siembra (A), las dosis de potasio (B) y la interacción (AxB), sin embargo, no existen diferencias significativas de los bloques, con un coeficiente de variabilidad de 4.44% que indica precisión estadística de los resultados obtenidos en este ensayo experimental.

**Tabla 6**

*Análisis de varianza para el carácter altura de plantas del maíz amarillo amiláceo “INIA 623-CUMBEMAINO” (Zea mays L.) en Marcara – Carhuaz - Ancash-2020.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Significancia
Bloque	2	0.0007	0.0003	0.23	N.S
A	2	0.1213	0.0606	40.20	*
B	2	0.0382	0.0191	12.65	*
AxB	4	0.0364	0.0091	6.02	*
Error	16	0.0241	0.0015		
Total	26	0.2207			

\* $p < 0.05$ , significativo.

Fuente: Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

C.V. = 4.44%

Debido a que la interacción es significativa, se realizó un análisis de varianza de los efectos simples de la interacción.

En la tabla 7, se observa que existen diferencias significativas en las densidades de siembra cuando se aplican las dosis de potasio b2 (120 kg/ha) y b3 (180 kg/ha), además,

una de las dosis de potasio genera diferencias significativas en la altura de planta con la densidad de siembra a3 (0.80 m x 0.40 m).

**Tabla 7**

*Análisis de varianza para los efectos simples de la interacción.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Significancia
A en b1	2	0.00175	0.000874	0.58	N.S.
A en b2	2	0.01505	0.007525	4.99	*
A en b3	2	0.03575	0.01788	11.85	*
B en a1	2	0.00004	0.00002	0.01	N.S.
B en a2	2	0.00322	0.001611	1.07	N.S.
B en a3	2	0.02158	0.01079	7.15	*
Error	16	0.02414	0.001509		

\*p<0.05, significativo.

Fuente: Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 8 y figura 3, se evidencia que el T<sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) registró mayor altura de planta con 2.101 metros y el T<sub>7</sub> (0.80 m x 0.30 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) presentó menor altura de planta con 1.834 metros.

**Tabla 8**

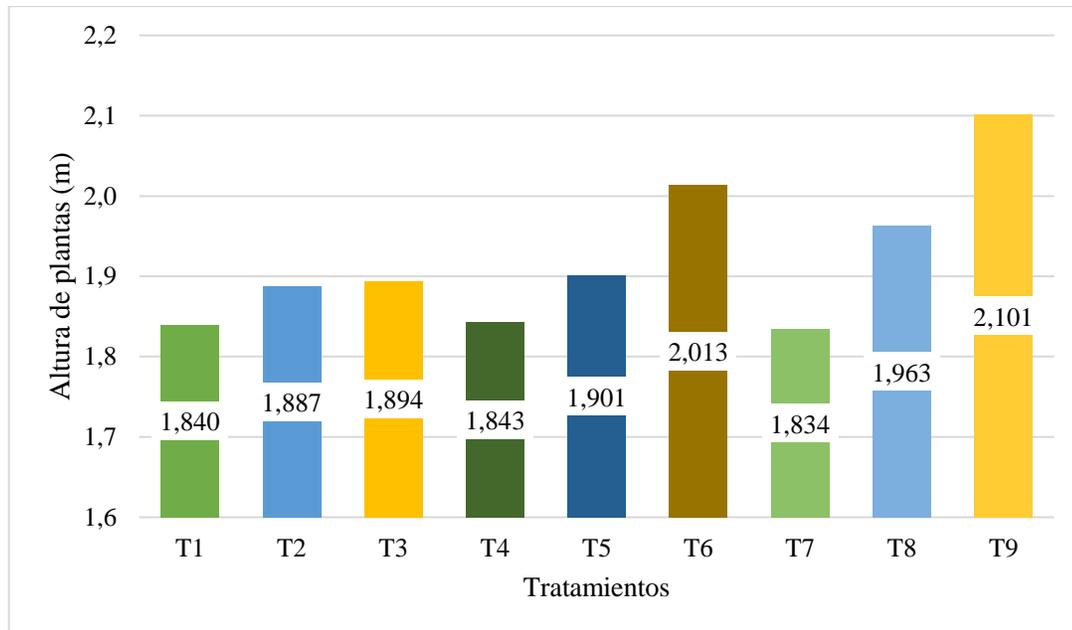
*Valores promedio del carácter altura de plantas de los tratamientos.*

Orden	Tratamiento	Promedio (m)
1	T <sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	2.101
2	T <sub>6</sub> (0.80 m x 0.40 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	2.013
3	T <sub>8</sub> (0.80 m x 0.35 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	1.963
4	T <sub>5</sub> (0.80 m x 0.35 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	1.901
5	T <sub>3</sub> (0.80 m x 0.40 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	1.894
6	T <sub>2</sub> (0.80 m x 0.35 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	1.887
7	T <sub>4</sub> (0.80 m x 0.30 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	1.843
8	T <sub>1</sub> (0.80 m x 0.30 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	1.840
9	T <sub>7</sub> (0.80 m x 0.30 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	1.834

Fuente: Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

**Figura 3**

*Valores promedio del carácter altura de plantas de los tratamientos.*



*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Microsoft Excel 2013.

En la tabla 9 se muestra la combinación de los niveles del factor densidad de siembra (A) con el nivel b2 (120 kg/ha) del factor dosis de potasio (B), la prueba Tukey indica que la combinación a3b2 (a3 - 0.80 m x 0.40 m. combinado con b2-120 kg/ha de K<sub>2</sub>O) fue el mejor con 2.01 m y estadísticamente superior a la combinación a2b2 (a2 - 0.80 m x 0.35 m. combinado con b2-120 kg/ha de K<sub>2</sub>O) y a1b2 (a1 - 0.80 m x 0.30 m. combinado con b2-120 kg/ha de K<sub>2</sub>O). Así mismo no existe significancia estadística entre las combinaciones con a2b2 y a1b2, con 1.90 m y 1.84 m de altura de planta.

**Tabla 9***Comparación de promedios en A(b2) para altura de plantas (m).*

Nivel b2 (120 kg/ha)	Promedio	Significancia
a3 (0.80 m x 0.40 m)	2.01	a
a2 (0.80 m x 0.35 m)	1.90	b
a1 (0.80 m x 0.30 m)	1.84	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 10, se muestra la combinación de los niveles del factor densidad de siembra (A) con el nivel b3 (180 kg/ha) del factor dosis de potasio (B), la prueba Tukey indica que la composición a3b3 (a3 - 0.80 m x 0.40 m. combinado con b3-180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) fue el mejor con 2.10 m y estadísticamente superior a la combinación a2b3 (a2 - 0.80 m x 0.35 m. combinado con b3-180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) y a1b3 (a1 - 0.80 m x 0.30 m. combinado con b3-180 kg/ha de K<sub>2</sub>O). Así mismo existe significancia estadística entre las combinaciones con a3b3, a2b3 y a1b3, con 2.10 m, 1.96 m y 1.83 m de altura de planta.

**Tabla 10***Comparación de promedios en A(b3) para altura de plantas (m).*

Nivel b3 (180 kg/ha)	Promedio	Significancia
a3 (0.80 m x 0.40 m)	2.10	a
a2 (0.80 m x 0.35 m)	1.96	b
a1 (0.80 m x 0.30 m)	1.83	c

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 11, se muestra la combinación de los niveles del factor dosis de potasio (B) con el nivel a3 (0.80 m x 0.40 m) del factor densidad de siembra (A), la prueba Tukey indica que la composición b3a3 ( b3-180 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a3 - 0.80 m x 0.40 m ) fue el mejor con 2.10 m y estadísticamente superior a la combinación b2a3 ( b2-120 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a3 - 0.80 m x 0.40 m ) y b1a3 (b1 -60 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a3 - 0.80 m x 0.40 m). Así mismo existe significancia estadística entre las combinaciones con b3a3, b2a3 y b1a3, con 2.10 m, 2.01 m y 1.89 m de altura de planta.

**Tabla 11**

*Comparación de promedios en B(a3) para altura de plantas (m).*

Nivel a3 (0.80 m x 0.40 m)	Promedio	Significancia
b3 (180 kg/ha)	2.10	a
b2 (120 kg/ha)	2.01	b
b1 (60 kg/ha)	1.89	c

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

Al comparar los efectos simples se encontró que la mejor altura de plantas se obtuvo con el tratamiento T<sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) alcanzando 2.10 metros.

#### 4.1.1.2. Promedio de días a la maduración de plantas

En la tabla 12 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para los días de maduración de plantas, donde indica que no existen diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) del bloque, así como no hubo significación estadística de las densidades de siembra (A), dosis de potasio (B) y la interacción (AxB), esto indica que los factores evaluados son estadísticamente iguales entre sí, con un coeficiente de variabilidad de 2.24% que indica precisión estadística de los resultados obtenidos en este ensayo experimental.

**Tabla 12**

*Análisis de varianza del carácter días a la maduración de planta del maíz amarillo amiláceo “INIA 623-CUMBEMAINO” (Zea mays L.) en Marcar – Carhuaz - Ancash-2020.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Significancia
Bloque	2	0.519	0.2593	0.04	N.S.
A	2	12.074	6.0370	0.98	N.S.
B	2	9.852	4.9259	0.80	N.S.
AxB	4	9.704	2.4259	0.39	N.S.
Error	16	98.815	6.1759		
Total	26	130.963			

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

C.V. = 2.24%.

#### **4.1.2. Características biométricas**

##### **4.1.2.1. Número promedio de mazorcas por tratamientos**

En la tabla 13, se muestra el resumen del análisis de varianza (ANVA), en el cual se observan diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) de las densidades de siembra (A), dosis de potasio (B) e interacción (AxB) en el número de mazorcas/tratamiento, además no hubo significación estadística del bloque, con un coeficiente de variabilidad de 3.83% que indica precisión estadística de los resultados obtenidos en este ensayo experimental.

**Tabla 13**

*Análisis de varianza para el carácter número de mazorcas/ tratamiento del maíz amarillo amiláceo “INIA 623-CUMBEMAINO” (Zea mays L.) en Marcará – Carhuaz - Ancash-2020.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Significancia
Bloque	2	5.85	2.926	0.51	N.S.
A	2	492.07	246.037	43.03	*
B	2	168.07	84.037	14.70	*
AxB	4	313.04	78.259	13.69	*
Error	16	91.48	5.718		
Total	26	1070.52			

\* $p < 0.05$ , significativo.

Fuente: Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

C.V. = 3.83%

En la tabla 14, se realizó un análisis de varianza de los efectos simples de la interacción debido a que la interacción es significativa, en ésta puede observar que existen diferencias significativas en las densidades de siembra cuando se aplican las dosis de potasio b2 (120 kg/ha) y b3 (180 kg/ha), asimismo, en las dosis de potasio existen diferencias significativas en el número de mazorcas con las densidades de siembra a1 (0.80 m x 0.30 m) y a3 (0.80 m x 0.40 m).

**Tabla 14***Análisis de varianza para los efectos simples de la interacción.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Significancia
A en b1	2	16.96	8.48	1.48	N.S.
A en b2	2	167.20	83.59	14.62	*
A en b3	2	84.22	42.11	7.36	*
B en a1	2	109.40	54.70	9.57	*
B en a2	2	8.30	4.15	0.73	N.S.
B en a3	2	42.67	21.33	3.73	*
Error	16	91.48	5.72		

\*p&lt;0.05, significativo.

Fuente: Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 15 y figura 4, se evidencia que el T<sub>4</sub> (0.80 m x 0.30 m, 120 kg/ha de K<sub>2</sub>O) registró mayor número de mazorcas por tratamiento con 76 unidades y el tratamiento T<sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) presentó menor número de mazorcas con 52 unidades.

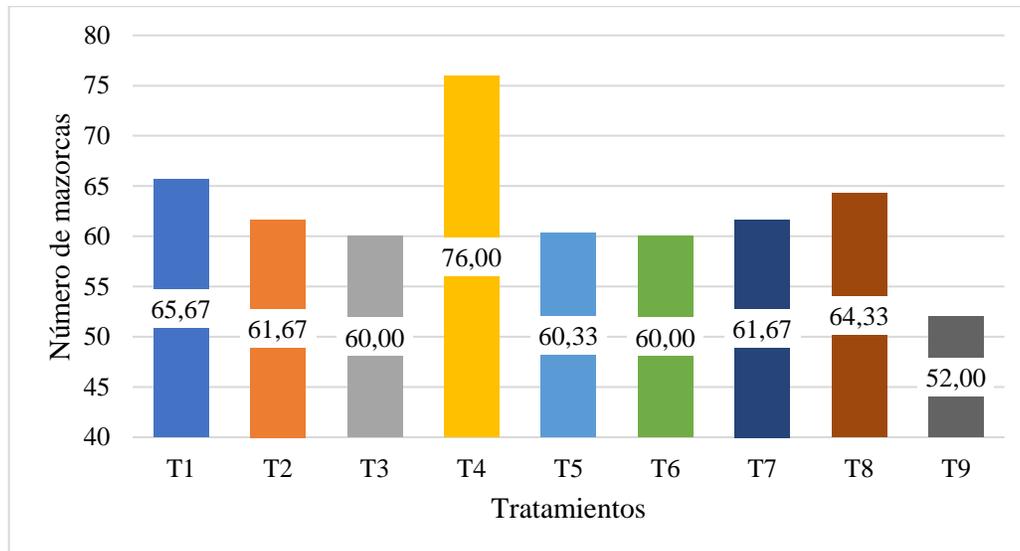
**Tabla 15***Valores promedio del carácter número de mazorcas de los tratamientos.*

Orden	Tratamiento	Promedio
1	T <sub>4</sub> (0.80 m x 0.30 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	76.00
2	T <sub>1</sub> (0.80 m x 0.30 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	65.67
3	T <sub>8</sub> (0.80 m x 0.35 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	64.33
4	T <sub>7</sub> (0.80 m x 0.30 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	61.67
5	T <sub>2</sub> (0.80 m x 0.35 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	61.67
6	T <sub>5</sub> (0.80 m x 0.35 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	60.33
7	T <sub>3</sub> (0.80 m x 0.40 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	60.00
8	T <sub>6</sub> (0.80 m x 0.40 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	60.00
9	T <sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	52.00

Fuente: Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

**Figura 4**

*Valores promedio del carácter número de mazorcas de los tratamientos.*



*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Microsoft Excel 2013.

En la tabla 16, se muestra las combinaciones de los niveles del factor densidad de siembra (A) con el nivel b2 (120 kg/ha) del factor dosis de potasio (B). la prueba Tukey indica que la composición a1b2 ( a1- 0.80 m x 0.30 m, combinado con b2- 120 kg/ha de K<sub>2</sub>O ). Fue el mejor con 76 unidades y estadísticamente superior a la combinación a2b2 ( a2- 0.80 m x 0.35 m, combinado con b2- 120 kg/ha de K<sub>2</sub>O ) y a3b2 (a3- 0.80 m x 0.40 m, combinado con b2- 120 kg/ha de K<sub>2</sub>O). así mismo no existe significancia entre las combinaciones con a2b2 y a3b2 con 60.33 unidades y 60 unidades de numero de mazorca.

**Tabla 16***Comparación de promedios en A(b2) para número de mazorcas.*

Nivel b2 (120 kg/ha)	Promedio	Significancia
a1 (0.80 m x 0.30 m)	76.00	a
a2 (0.80 m x 0.35 m)	60.33	b
a3 (0.80 m x 0.40 m)	60.00	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 17, se muestra la combinaciones de los niveles del factor densidad de siembra (A) con el nivel b3 (180 kg/ha) del factor dosis de potasio (B), la prueba Tukey indica que la combinación a2b3 (a2- 0.80 m x 0.35 m, combinado con b3- 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) y a1b3 ( a1- 0.80 m x 0.30 m, combinado con b3- 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) fueron los mejores con 64.33 y 61.67 unidades respectivamente; estadísticamente superior a la combinación a3b3 ( a3- 0.80 m x 0.40 m, combinado con b3- 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O). así mismo no existe significancia estadística con 52unidades representando el menor de número de mazorcas.

**Tabla 17***Comparación de promedios en A(b3) para número de mazorcas.*

Nivel b3 (180 kg/ha)	Promedio	Significancia
a2 (0.80 m x 0.35 m)	64.33	a
a1 (0.80 m x 0.30 m)	61.67	a
a3 (0.80 m x 0.40 m)	52.00	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 18, se muestra la combinación de los niveles del factor dosis de potasio (B) con el nivel a3 (0.80 m x 0.40 m) del factor densidad de siembra (A), la prueba Tukey indica que la composición b2a1 ( b2-120 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a1 - 0.80 m x 0.30 m ) fue el mejor con 76 unidades y estadísticamente superior a la combinación b1a1( b1-60 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a1 - 0.80 m x 0.30 m ) y b3a1 (b3 -180 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a1 - 0.80 m x 0.30 m). Así mismo no existe significancia estadística entre las combinaciones con b1a1 y b3a1, con 65.67 unidades, 61.67 unidades números de mazorcas.

**Tabla 18**

*Comparación de promedios en B(a1) para número de mazorcas.*

Nivel a1 (0.80 m x 0.30 m)	Promedio	Significancia
b2 (120 kg/ha)	76.00	a
b1 (60 kg/ha)	65.67	b
b3 (180 kg/ha)	61.67	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 19, se muestra la combinación de los niveles del factor dosis de potasio (B) con el nivel a3 (0.80 m x 0.40 m) del factor densidad de siembra (A), la prueba Tukey indica que la composición b1a3 ( b1-60 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a3 - 0.80 m x 0.40 m ) y b2a3 ( b2-120 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a3 - 0.80 m x 0.40 m ) fueron mejores con 60 unidades y estadísticamente superior a la combinación b3a3 ( b3-180 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a3 - 0.80 m x 0.40 m ) Así mismo no existe significancia estadística entre la combinación con b3a3, con 52 unidades de numero de mazorcas.

**Tabla 19**

*Comparación de promedios en B(a3) para número de mazorcas.*

Nivel a3 (0.80 m x 0.40 m)	Promedio	Significancia
b1 (60 kg/ha)	60.00	a
b2 (120 kg/ha)	60.00	a
b3 (180 kg/ha)	52.00	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

Al analizar los efectos simples, se logró determinar que el mayor número de mazorcas se obtuvo con el T<sub>4</sub> (0.80 m x 0.30 m, 120 kg/ha de K<sub>2</sub>O) alcanzando 76 unidades.

#### **4.1.2.2. Longitud promedio de mazorcas en (cm)**

En la tabla 20, en el análisis de varianza (ANVA) para la longitud de mazorcas, se reporta diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) de las diferentes densidades de siembra (A) y dosis de potasio (B), lo que indica que por lo menos uno de los niveles de cada factor evaluado fue diferente a los demás, sin embargo, para el bloque y la interacción (AxB) no existieron diferencias significativas, con un coeficiente de variabilidad de 11.20% que indica precisión estadística de los resultados obtenidos en este ensayo experimental.

**Tabla 20**

*Análisis de varianza para el carácter longitud de mazorcas del maíz amarillo amiláceo “INIA 623-CUMBEMAINO” (Zea mays L.) en Marcara – Carhuaz - Ancash-2020.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Significancia
Bloque	2	0.1077	0.0539	0.23	N.S
A	2	4.5888	2.2944	9.71	*
B	2	12.5405	6.2703	26.54	*
AxB	4	1.4838	0.3710	1.57	N.S.
Error	16	3.7804	0.2363		
Total	26	22.5012			

\*p<0.05, significativo.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

CV= 11.20%

La tabla 21 y figura 5 evidencian que el T<sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) registró mayor longitud de mazorcas con 14.11 centímetros y el T<sub>1</sub> (0.80 m x 0.30 m, 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O) registró mayor longitud de mazorcas con 11.14 centímetros.

**Tabla 21**

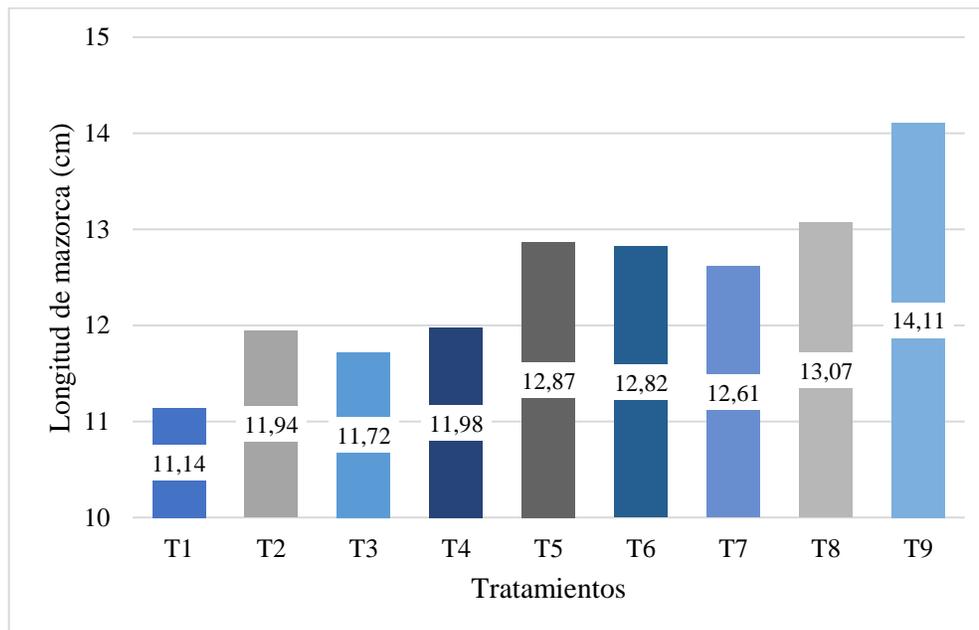
*Valores promedio del carácter longitud de mazorcas de los tratamientos.*

Orden	Tratamiento	Promedio (cm)
1	T <sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	14.11
2	T <sub>8</sub> (0.80 m x 0.35 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	13.07
3	T <sub>5</sub> (0.80 m x 0.35 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	12.87
4	T <sub>6</sub> (0.80 m x 0.40 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	12.82
5	T <sub>7</sub> (0.80 m x 0.30 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	12.61
6	T <sub>4</sub> (0.80 m x 0.30 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	11.98
7	T <sub>2</sub> (0.80 m x 0.35 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	11.94
8	T <sub>3</sub> (0.80 m x 0.40 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	11.72
9	T <sub>1</sub> (0.80 m x 0.30 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	11.14

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

**Figura 5**

*Valores promedio del carácter longitud de mazorcas de los tratamientos.*



*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Microsoft Excel 2013.

En la tabla 22, En el análisis de varianza (tabla 20) el factor densidad de siembra (A) es significativo para el longitud de mazorca. la prueba Tukey indica diferencia significativa en la densidad de siembra a3(0.80 m x 0.40 m) y a1(0.80 m x 0.30 m). la mejor longitud de mazorca se obtuvo con la densidad de siembra a3(0.80 m x 0.40 m) alcanzando 12.69 cm. Recalcando que se analiza solamente con el efecto de factor A. por ello analizando la figura 5 se aprecia que no hay grandes diferencias al cambiar los niveles del factor B y A.

**Tabla 22**

*Comparación de promedios en A para longitud de mazorcas (cm).*

A	Promedio	Significancia	
a3 (0.80 m x 0.40 m)	12.69	a	
a2 (0.80 m x 0.35 m)	12.63	a	b
a1 (0.80 m x 0.30 m)	11.91		b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 23, En el análisis de varianza (tabla 20) solamente el factor dosis de potasio (B) es significativo para longitud de mazorca, mediante la prueba Tukey se encontraron diferencias significativas en las dosis de potasio b1 (60 kg/ha) y b3 (180 kg/ha). Esto indica la mejor longitud de mazorca se obtuvieron con las dosis de 180 kg/ha (b3) y 120 (b2) kg/ha de potasio alcanzando 13.26 y 12.56 cm, respectivamente. Cabe señalar que el mejor número de longitud de mazorca se obtiene con 180 kg/ha de potasio combinado con alguno de los niveles del factor densidades de siembra (A) ya que no hay diferencia significativa entre los niveles del factor A, sin embargo, no difiere con la dosis 120 kg/ha (b2) de potasio, recalando que se analiza solamente con el efecto del factor B.

**Tabla 23***Comparación de promedios en B para longitud de mazorcas (cm).*

B	Promedio	Significancia	
b3 (180 kg/ha)	13.26	a	
b2 (120 kg/ha)	12.56	a	b
b1 (60 kg/ha)	11.60		b

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.**Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.**4.1.2.3. Diámetro promedio de mazorcas en (cm)**

En la tabla 24, del análisis de varianza (ANVA) para el diámetro de mazorcas, se observan diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) de las dosis de potasio (B), sin embargo, no existen diferencias significativas de las densidades de siembra (A), bloque e interacción (AxB) con un coeficiente de variabilidad de 6.95% que indica precisión estadística de los resultados obtenidos en este ensayo experimental.

**Tabla 24**

*Análisis de varianza para el carácter diámetro de mazorcas del maíz amarillo amiláceo “INIA 623-CUMBEMAINO” (Zea mays L.) en Marcara – Carhuaz - Ancash- 2020*

FV	GL	SC	CM	Fc	Significancia
Bloque	2	0.0620	0.0310	0.87	N. S
A	2	0.1008	0.0504	1.42	N.S.
B	2	0.6716	0.3358	9.44	*
AxB	4	0.0469	0.0117	0.33	N.S.
Error	16	0.5689	0.0356		
Total	26	1.4502			

\* $p < 0.05$ , significativo.*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

C.V. = 6.95%

En la tabla 25 y figura 6, se evidencia que el T<sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) registró ligeramente mayor diámetro de mazorcas con 6.38 centímetros y el T<sub>1</sub> (0.80 m x 0.30 m, 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O) presentó menor diámetro de mazorcas con 5.78 centímetros.

**Tabla 25**

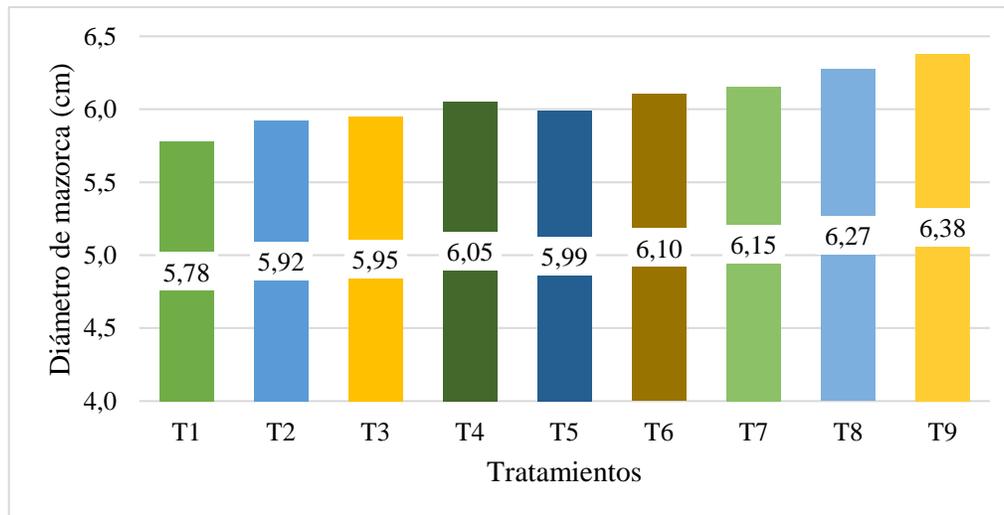
*Valores promedio del carácter diámetro de mazorcas de los tratamientos.*

Orden	Tratamiento	Promedio (cm)
1	T <sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	6.38
2	T <sub>8</sub> (0.80 m x 0.35 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	6.27
3	T <sub>7</sub> (0.80 m x 0.30 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	6.15
4	T <sub>6</sub> (0.80 m x 0.40 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	6.10
5	T <sub>4</sub> (0.80 m x 0.30 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	6.05
6	T <sub>5</sub> (0.80 m x 0.35 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	5.99
7	T <sub>3</sub> (0.80 m x 0.40 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	5.95
8	T <sub>2</sub> (0.80 m x 0.35 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	5.92
9	T <sub>1</sub> (0.80 m x 0.30 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	5.78

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

**Figura 6**

*Valores promedio del carácter diámetro de mazorcas de los tratamientos.*



*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Microsoft Excel 2013.

En la tabla 26, En el análisis de varianza (tabla 24) el factor dosis de potasio (B) es el único factor significativo para el diámetro de mazorcas, la prueba Tukey indica diferencias significativas en las dosis de potasio b1 (60 kg/ha), b2 (120 kg/ha) y b3 (180 kg/ha). El mejor diámetro de mazorcas se obtuvo con la dosis de 180 kg/ha (b3) de potasio alcanzando 6.27 cm. Cabe señalar que el mejor diámetro se obtiene con 180 kg/ha de potasio combinado con alguno de los niveles del factor densidades de siembra (A) ya que no hay diferencia significativa entre los niveles del factor A. Se determina de acuerdo a la figura 6, el mejor diámetro de mazorcas se obtuvo con el tratamiento T<sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O).

**Tabla 26**

*Comparación de promedios en B para diámetro de mazorcas (cm).*

B	Promedio	Significancia
b3 (180 kg/ha)	6.27	a
b2 (120 kg/ha)	6.05	b
b1 (60 kg/ha)	5.88	c

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

#### 4.1.2.4. Número promedio de hileras/mazorca

En la tabla 27, el análisis de varianza (ANVA) para el número de hileras/mazorca, se reporta que no existen diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) de las diferentes densidades de siembra (A), la interacción (AxB) y el bloque, lo que indica que la densidades de siembra evaluadas son similares respecto al número de hileras/mazorca, sin embargo, existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) de las diferentes dosis de potasio (B), con un

coeficiente de variabilidad de 13.80% que indica precisión estadística de los resultados obtenidos en este ensayo experimental.

**Tabla 27**

*Análisis de varianza para el carácter número de hileras/mazorca del maíz amarillo amiláceo “INIA 623-CUMBEMAINO” (Zea mays L.) en Marcara – Carhuaz - Ancash-2020*

FV	GL	SC	CM	Fc	Significancia
Bloque	2	1.6852	0.8426	2.07	N.S
A	2	0.5185	0.2593	0.64	N.S.
B	2	3.2096	1.6048	3.95	*
AxB	4	2.0081	0.5020	1.24	N.S.
Error	16	6.5015	0.4063		
Total	26	13.9230			

\*p<0.05, significativo.

Fuente: Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

C.V. = 13.80%

En la tabla 28 y figura 7, muestran que el T<sub>8</sub> (0.80 m x 0.35 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) registró ligeramente mayor número de hileras por mazorca con 15.30 unidades y el T<sub>2</sub> (0.80 m x 0.35 m, 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O) presentó menor número de hileras por mazorca con 13.83 unidades.

**Tabla 28**

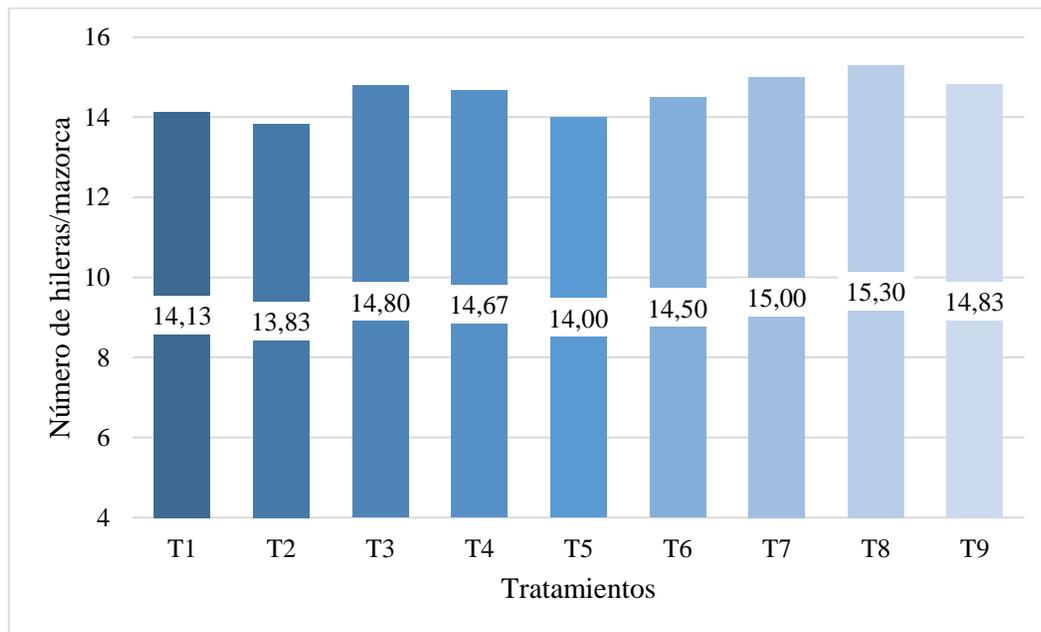
*Valores promedio del carácter número de hileras/mazorca de los tratamientos.*

Orden	Tratamiento	Promedio
1	T <sub>8</sub> (0.80 m x 0.35 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	15.30
2	T <sub>7</sub> (0.80 m x 0.30 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	15.00
3	T <sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	14.83
4	T <sub>3</sub> (0.80 m x 0.40 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	14.80
5	T <sub>4</sub> (0.80 m x 0.30 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	14.67
6	T <sub>6</sub> (0.80 m x 0.40 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	14.50
7	T <sub>1</sub> (0.80 m x 0.30 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	14.13
8	T <sub>5</sub> (0.80 m x 0.35 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	14.00
9	T <sub>2</sub> (0.80 m x 0.35 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	13.83

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

**Figura 7**

*Valores promedio del carácter número de hileras/mazorca de los tratamientos.*



*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Microsoft Excel 2013.

En la tabla 29, En el análisis de varianza (tabla 27) solamente el factor dosis de potasio (B) es significativo para el número de hileras por mazorca, mediante la prueba Tukey se encontraron diferencias significativas en las dosis de potasio b1 (60 kg/ha) y b3 (180 kg/ha). Esto indica que los mayores números de hileras por mazorca se obtuvieron con las dosis de 180 kg/ha (b3) y 120 (b2) kg/ha de potasio alcanzando 15.04 y 14.39 cm, respectivamente. Cabe señalar que el mejor número de hileras por mazorca se obtiene con 180 kg/ha de potasio combinado con alguno de los niveles del factor densidades de siembra (A) ya que no hay diferencia significativa entre los niveles del factor A, sin embargo, no difiere con la dosis 120 kg/ha (b2) de potasio, recalcando que se analiza solamente con el efecto del factor B. Por ello, analizando la figura 7 se aprecia que no hay grandes diferencias al combinar los niveles del factor A y B pero el número de hileras por mazorcas que ligeramente predomina se obtuvo con el tratamiento T<sub>8</sub> (0.80 m x 0.35 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O).

**Tabla 29**

*Comparación de promedios en B para número de hileras/mazorca.*

B	Promedio	Significancia	
b3 (180 kg/ha)	15.04	a	
b2 (120 kg/ha)	14.39	a	b
b1 (60 kg/ha)	14.26		b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

#### 4.1.2.5. Número promedio de granos/hilera

En la tabla 30, del análisis de varianza (ANVA) para el número de granos/hileras, se observan diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) de las densidades de siembra (A) y las dosis de potasio (B), sin embargo, no existen diferencias significativas del bloque e interacción (AxB), con un coeficiente de variabilidad de 14.31% que indica precisión estadística de los resultados obtenidos en este ensayo experimental.

**Tabla 30**

*Análisis de varianza para el carácter número de granos/hileras del maíz amarillo amiláceo "INIA 623-CUMBEMAINO" (Zea mays L.) en Marcara – Carhuaz - Ancash-2020.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Significancia
Bloque	2	2.2140	1.1069	2.15	N. S
A	2	16.8570	8.4285	16.35	*
B	2	11.7490	5.8747	11.39	*
AxB	4	4.6320	1.1580	2.25	N.S.
Error	16	8.2500	0.5157		
Total	26	43.7030			

\* $p < 0.05$ , significativo.

Fuente: Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

C.V. = 14.31%

En la tabla 31 y figura 8, se muestra que el T<sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) registró mayor número de granos por hileras con 21.58 unidades y el T<sub>1</sub> (0.80 m x 0.30 m, 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O) presentó menor número de granos por hileras con 17.68 unidades.

**Tabla 31**

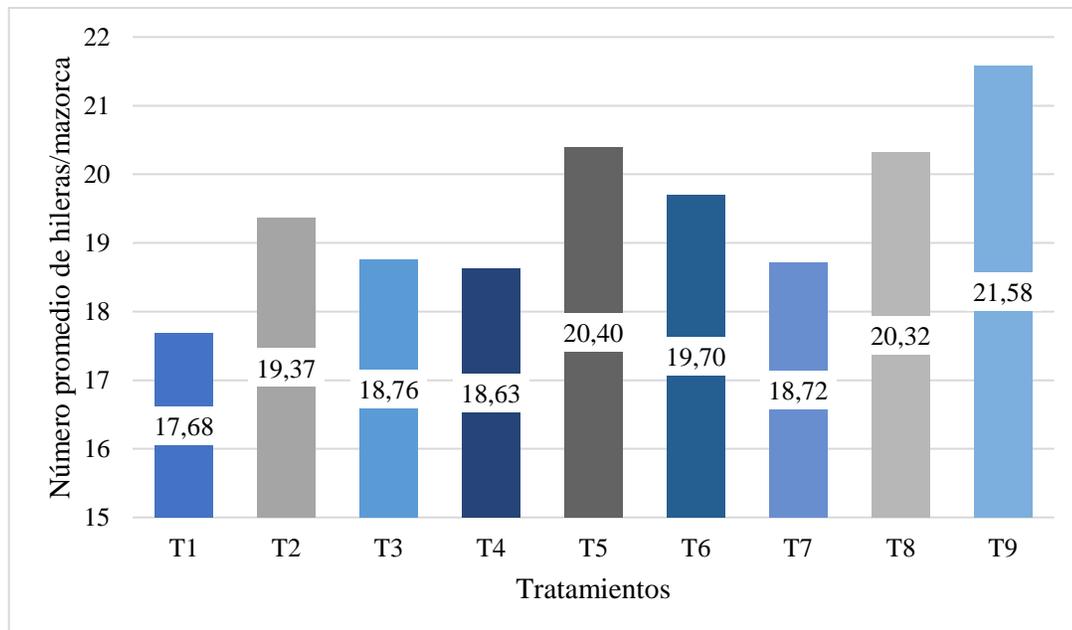
*Valores promedio del carácter número de granos/hileras de los tratamientos.*

Orden	Tratamiento	Promedio
1	T <sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	21.58
2	T <sub>5</sub> (0.80 m x 0.35 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	20.40
3	T <sub>8</sub> (0.80 m x 0.35 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	20.32
4	T <sub>6</sub> (0.80 m x 0.40 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	19.70
5	T <sub>2</sub> (0.80 m x 0.35 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	19.37
6	T <sub>3</sub> (0.80 m x 0.40 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	18.76
7	T <sub>7</sub> (0.80 m x 0.30 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	18.72
8	T <sub>4</sub> (0.80 m x 0.30 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	18.63
9	T <sub>1</sub> (0.80 m x 0.30 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	17.68

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

**Figura 8**

*Valores promedio del carácter número de granos/hileras de los tratamientos.*



*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Microsoft Excel 2013.

En la tabla 32, En el análisis de varianza (tabla 30) el factor densidad de siembra (A) es significativo para el número de granos por hilera. la prueba Tukey indica diferencia significativa en la densidad de siembra a3(0.80 m x 0.40 m) y a1(0.80 m x 0.30 m). el mejor número de granos por hilera se obtuvo con la densidad de siembra a3(0.80 m x 0.40 m) alcanzando 21.58 unidades. Recalcando que se analiza solamente con el efecto de factor A. por ello analizando la figura 8 se aprecia que no hay grandes diferencias al cambiar los niveles del factor B y A.

**Tabla 32**

*Comparación de promedios en A para número de granos/hileras*

A	Promedio	Significancia	
a3 (0.80 m x 0.40 m)	21.58	a	
a2 (0.80 m x 0.35 m)	20.32	a	b
a1 (0.80 m x 0.30 m)	18.72		b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 33, En el análisis de varianza (tabla 30) solamente el factor dosis de potasio (B) es significativo para número de granos por hilera, mediante la prueba Tukey se encontraron diferencias significativas en las dosis de potasio b1 (60 kg/ha) y b3 (180 kg/ha). Esto indica la mejor longitud de mazorca se obtuvieron con las dosis de 180 kg/ha (b3) y 120 (b2) kg/ha de potasio alcanzando 20.21 y 19.61 unidades, respectivamente. Cabe señalar que el mejor número de granos por hilera se obtiene con 180 kg/ha de potasio combinado con alguno de los niveles del factor densidades de siembra (A) ya que no hay diferencia significativa entre los niveles del factor A, sin embargo, no difiere con la dosis 120 kg/ha (b2) de potasio, recalcando que se analiza solamente con el efecto del factor B.

**Tabla 33**

*Comparación de promedios en B para número de granos/hileras.*

Nivel a3 (0.80 m x 0.40 m)	Promedio	Significancia
b3 (180 kg/ha)	20.21	a
b2 (120 kg/ha)	19.61	b
b1 (60 kg/ha)	18.60	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

Al analizar los efectos simples significativos de la interacción, se logró determinar que el mayor número de granos por hileras se obtuvo con el tratamiento T<sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) alcanzando 20.21 unidades en promedio.

#### **4.1.2.6. Peso promedio de mazorcas/campo experimental**

En la tabla 34, se muestra el resumen del análisis de varianza (ANVA), en el cual se observan diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) de las densidades de siembra (A), las dosis de potasio (B) y la interacción (AxB) en el peso de mazorcas, sin embargo, no existen diferencias significativas de los bloques, con un coeficiente de variabilidad de 12.37% que indica precisión estadística de los resultados obtenidos en este ensayo experimental.

**Tabla 34**

*Análisis de varianza para el carácter peso de mazorcas del maíz amarillo amiláceo*

*“INIA 623-CUMBEMAINO” (Zea mays L.) en Marcará – Carhuaz - Ancash-2020.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Significancia
Bloque	2	0.00001	0.000004	1.06	N. S
A	2	0.00249	0.001243	297.33	*
B	2	0.00600	0.002998	716.94	*
AxB	4	0.00301	0.000751	179.66	*
Error	16	0.00007	0.000004		
Total	26	0.01156			

\*p<0.05, significativo.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

C.V. = 12.37%

Se realizó un análisis de varianza de los efectos simples de la interacción ya que la interacción es significativa. En la tabla 35, se observa que existen diferencias significativas en las densidades de siembra cuando se aplican las dosis de potasio b1 (60 kg/ha), b2 (120 kg/ha) y b3 (180 kg/ha), además, una de las dosis de potasio genera diferencias significativas en el peso de mazorcas con las densidades de siembra a1 (0.80 m x 0.30 m), a2 (0.80 m x 0.35 m) y a3 (0.80 m x 0.40 m).

**Tabla 35***Análisis de varianza para los efectos simples de la interacción.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Significancia
A en b1	2	0.00031	0.000155	38.75	*
A en b2	2	0.00010	0.000047	11.75	*
A en b3	2	0.00143	0.000713	178.25	*
B en a1	2	0.00069	0.000343	85.75	*
B en a2	2	0.00003	0.000017	4.25	*
B en a3	2	0.00228	0.00114	285.00	*
Error	16	0.00007	0.000004		

\*p&lt;0.05, significativo.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 36 y figura 9, se muestra que el T<sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) registró mayor peso de mazorcas con 0.19 Kg y el T<sub>1</sub> (0.80 m x 0.30 m, 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O) presentó menor peso de mazorcas con 0.11 Kg.

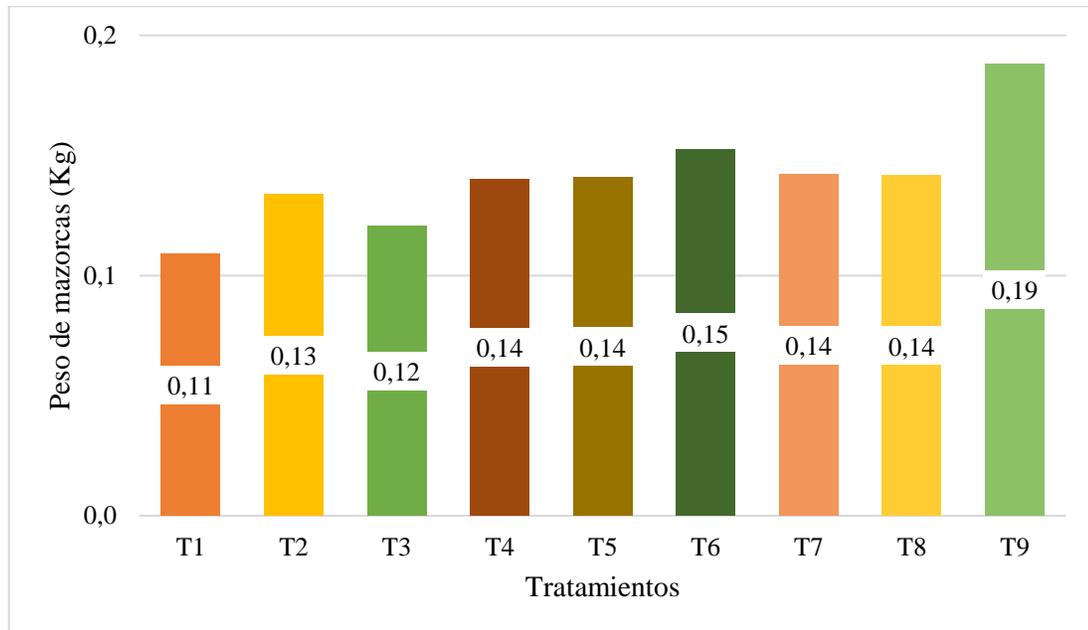
**Tabla 36***Valores promedio del carácter peso de mazorcas de los tratamientos*

Orden	Tratamiento	Promedio (Kg)
1	T <sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	0.19
2	T <sub>6</sub> (0.80 m x 0.40 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	0.15
3	T <sub>7</sub> (0.80 m x 0.30 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	0.14
4	T <sub>8</sub> (0.80 m x 0.35 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	0.14
5	T <sub>5</sub> (0.80 m x 0.35 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	0.14
6	T <sub>4</sub> (0.80 m x 0.30 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	0.14
7	T <sub>2</sub> (0.80 m x 0.35 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	0.13
8	T <sub>3</sub> (0.80 m x 0.40 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	0.12
9	T <sub>1</sub> (0.80 m x 0.30 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	0.11

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

**Figura 9**

*Valores promedio del carácter peso de mazorcas de los tratamientos.*



*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Microsoft Excel 2013.

En la tabla 37, Se muestra la combinación de los niveles del factor densidad de siembra (A) con el nivel b1 (60 kg/ha) del factor dosis de potasio (B), la prueba Tukey indica que la composición a2b1 (a2 - 0.80 m x 0.35 m) combinado con b1-60 kg/ha de K<sub>2</sub>O). fue el mejor con 0.13 kg y estadísticamente superior a la combinación a3b1 (a3 - 0.80 m x 0.40 m) combinado con b1-60 kg/ha de K<sub>2</sub>O) y a1b1 (a1 - 0.80 m x 0.30m) combinado con b1-60 kg/ha de K<sub>2</sub>O. Así mismo no existe significancia estadística entre la combinación con a3b1 y a1b1, con 0.12 y 0.11 kg de mazorcas.

**Tabla 37**

*Comparación de promedios en A(b1) para peso de mazorcas (Kg).*

Nivel b1 (60 kg/ha)	Promedio	Significancia
a2 (0.80 m x 0.35 m)	0.13	a
a3 (0.80 m x 0.40 m)	0.12	a      b
a1 (0.80 m x 0.30 m)	0.11	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 38, Se muestra la combinación de los niveles del factor densidad de siembra (A) con el nivel b2 (120 kg/ha) del factor dosis de potasio (B), la prueba Tukey indica que la composición a3b2 (a3 - 0.80 m x 0.40 m) combinado con b2-120 kg/ha de K<sub>2</sub>O) fue el mejor con 0.15 kg y estadísticamente superior a la combinación a2b2 (a2 - 0.80 m x 0.35 m) combinado con b2-120 kg/ha de K<sub>2</sub>O) y a1b2 (a1 - 0.80 m x 0.35m) combinado con b2-120 kg/ha de K<sub>2</sub>O. Así mismo no existe significancia estadística entre la combinación con a2b2 y a1b2, con 0.14 kg de mazorcas respectivamente.

**Tabla 38**

*Comparación de promedios en A(b2) para peso de mazorcas (Kg).*

Nivel b2 (120 kg/ha)	Promedio	Significancia
a3 (0.8 m x 0.40 m)	0.15	a
a2 (0.80 m x 0.35 m)	0.14	b
a1 (0.80 m x 0.30 m)	0.14	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 39, Se muestra la combinación de los niveles del factor densidad de siembra (A) con el nivel b3 (180 kg/ha) del factor dosis de potasio (B), la prueba Tukey indica que la composición a3b3 (a3 - 0.80 m x 0.40 m) combinado con b3-180 kg/ha de K<sub>2</sub>O). fue el mejor con 0.19 kg y estadísticamente superior a la combinación a1b3 (a1 - 0.80 m x 0.30 m) combinado con b3-180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) y a2b3 (a2 - 0.80 m x 0.35m) combinado con b3-180 kg/ha de K<sub>2</sub>O. Así mismo no existe significancia estadística entre la combinación con a1b3 y a2b3, con 0.14 kg de mazorcas respectivamente.

**Tabla 39**

*Comparación de promedios en A(b3) para peso de mazorcas (Kg).*

Nivel b3 (180 kg/ha)	Promedio	Significancia
a3 (0.80 m x 0.40 m)	0.19	a
a1 (0.80 m x 0.30 m)	0.14	b
a2 (0.80 m x 0.35 m)	0.14	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 40, Se muestra la combinación de los niveles del factor dosis de potasio (B) con el nivel a1 (0.80 m x 0.30 m) del factor densidad de siembra (A), la prueba Tukey indica que la composición b3a1 (b3-180 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a1 - 0.80 m x 0.30 m) fue el mejor con 0.14 kg y estadísticamente superior a la combinación b2a1 ( b2-120 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a1 - 0.80 m x 0.30 m ) y b1a1 ( b1-60 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a1 - 0.80 m x 0.30 m ). Así mismo existe significancia estadística entre las combinaciones de b2a1 y b1a1, con 0.14 y 0.11 kg de mazorcas.

**Tabla 40**

*Comparación de promedios en B(a1) para peso de mazorcas (Kg).*

Nivel a1 (0.80 m x 0.30 m)	Promedio	Significancia
b3 (180 kg/ha)	0.14	a
b2 (120 kg/ha)	0.14	a
b1 (60 kg/ha)	0.11	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 41, Se muestra la combinación de los niveles del factor dosis de potasio (B) con el nivel a2 (0.80 m x 0.35 m) del factor densidad de siembra (A), la prueba Tukey indica que la composición b3a2 (b3-180 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a2 - 0.80 m x 0.35 m) fue el mejor con 0.14 kg y estadísticamente superior a la combinación b2a2 ( b2-120 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a2 - 0.80 m x 0.30 m ) y b1a2 ( b1-60 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a2 - 0.80 m x 0.35 m ). Así mismo existe significancia estadística entre las combinaciones de b2a2 y b1a2, con 0.14 y 0.11 kg de mazorcas.

**Tabla 41**

*Comparación de promedios en B(a2) para peso de mazorcas (Kg).*

Nivel a2 (0.80 m x 0.35 m)	Promedio	Significancia
b3 (180 kg/ha)	0.14	a
b2 (120 kg/ha)	0.14	a
b1 (60 kg/ha)	0.11	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 42, Se muestra la combinación de los niveles del factor dosis de potasio (B) con el nivel a3 (0.80 m x 0.40 m) del factor densidad de siembra (A), la prueba Tukey indica que la composición b3a3 (b3-180 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a3 - 0.80 m x 0.40 m) fue el mejor con 0.19 kg y estadísticamente superior a la combinación b2a3 ( b2-120 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a3 - 0.80 m x 0.40 m ) y b1a3 ( b1-60 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a3 - 0.80 m x 0.40 m ). Así mismo existe significancia estadística entre las combinaciones de b3a3 y b1a3, con 0.15y 0.12 kg de mazorca.

**Tabla 42**

*Comparación de promedios en B(a3) para peso de mazorcas (Kg).*

Nivel a3 (0.80 m x 0.40 m)	Promedio	Significancia
b3 (180 kg/ha)	0.19	a
b2 (120 kg/ha)	0.15	b
b1 (60 kg/ha)	0.12	c

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

Al analizar los efectos simples significativos de la interacción, se logró determinar que el mejor peso de mazorcas se obtuvo con el tratamiento T<sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) alcanzando 0.19 Kg.

#### **4.1.3. Rendimiento del cultivo de maíz amarillo amiláceo**

La tabla 43 muestra el análisis de varianza (ANVA), se evidencia que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) de las diferentes densidades de siembra (A), las dosis de potasio (B) y la interacción (AxB), esto significa que por lo menos uno de los niveles de los factores evaluados fue diferente a los demás, sin embargo, para el bloque no existió diferencias

significativas ( $p > 0.05$ ), el coeficiente de variabilidad resultó 1.60% que indica precisión estadística de los resultados obtenidos en este ensayo experimental.

**Tabla 43**

*Análisis de varianza para el rendimiento del cultivo de maíz amarillo amiláceo del maíz amarillo amiláceo “INIA 623-CUMBEMAINO” (Zea mays L.) en Marcara – Carhuaz - Ancash-2020.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Significancia
Bloque	2	4694	2347	1.10	N. S
A	2	704415	352208	165.16	*
B	2	3298745	1649373	773.43	*
AxB	4	437455	109364	51.28	*
Error	16	34121	2133		
Total	26	4479431			

\* $p < 0.05$ , significativo.

Fuente: Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando el software IBM SPSS Statistic v. 22.

CV= 1.60%

Se realizó un análisis de varianza de los efectos simples de la interacción ya que la interacción es significativa. En la tabla 43, se observa que existen diferencias significativas en las densidades de siembra cuando se aplican las dosis de potasio b1 (60 kg/ha), b2 (120 kg/ha) y b3 (180 kg/ha), así como una de las dosis de potasio genera diferencias significativas en el rendimiento con las densidades de siembra a1 (0.80 m x 0.30 m), a2 (0.80 m x 0.35 m) y a3 (0.80 m x 0.40 m).

**Tabla 44***Análisis de varianza para los efectos simples de la interacción.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Significancia
A en b1	2	34776	17388	8.15	*
A en b2	2	298584	149292	69.99	*
A en b3	2	47264	23632	11.08	*
B en a1	2	381292	190646	89.38	*
B en a2	2	481228	240614	112.81	*
B en a3	2	382881	191440	89.75	*
Error	16	34121	2133		

\*p&lt;0.05, significativo.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 45 y figura 10, se muestra que el T<sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) registró mayor rendimiento del cultivo de maíz amarillo amiláceo con 3458.26 Kg/ha y el T<sub>1</sub> (0.80 m x 0.30 m, 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O) presentó menor rendimiento con 2364.16 Kg/ha.

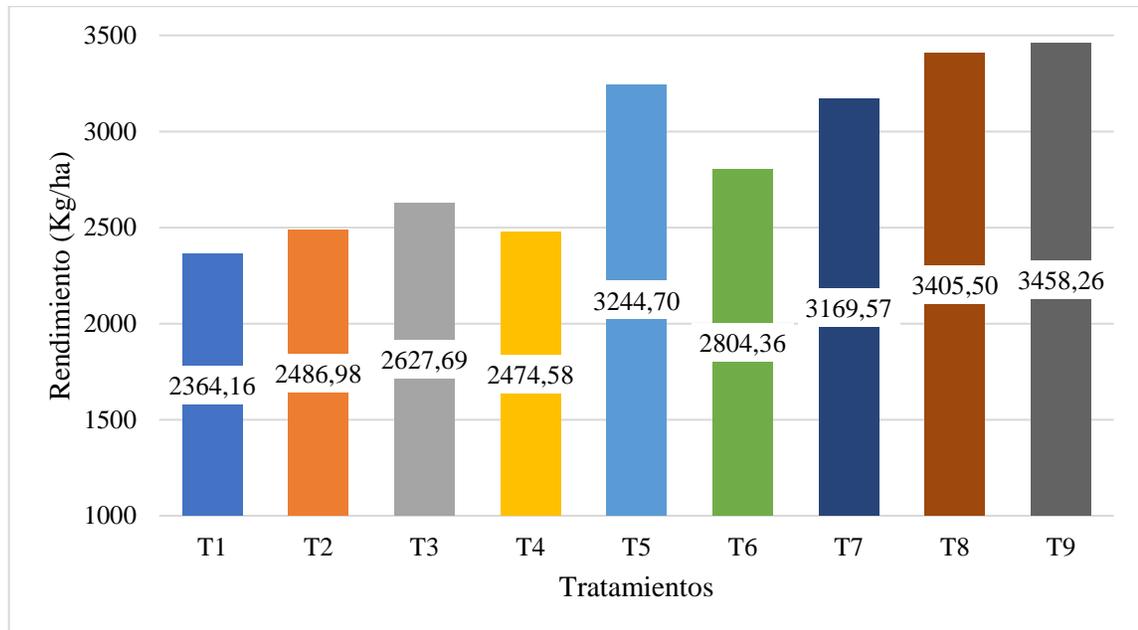
**Tabla 45***Valores promedio del rendimiento de los tratamientos.*

Orden	Tratamiento	Promedio (Kg/ha)
1	T <sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	3458.26
2	T <sub>8</sub> (0.80 m x 0.35 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	3405.50
3	T <sub>5</sub> (0.80 m x 0.35 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	3244.70
4	T <sub>7</sub> (0.80 m x 0.30 m, 180 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	3169.57
5	T <sub>6</sub> (0.80 m x 0.40 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	2804.36
6	T <sub>3</sub> (0.80 m x 0.40 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	2627.69
7	T <sub>2</sub> (0.80 m x 0.35 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	2486.98
8	T <sub>4</sub> (0.80 m x 0.30 m, 120 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	2474.58
9	T <sub>1</sub> (0.80 m x 0.30 m, 60 kg/ha de K <sub>2</sub> O)	2364.16

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

**Figura 10**

*Valores promedio del rendimiento de los tratamientos.*



*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Microsoft Excel 2013.

En la tabla 46, Se muestra la combinación de los niveles del factor densidad de siembra (A) con el nivel b1 (60 kg/ha) del factor dosis de potasio (B), la prueba Tukey indica que la composición a3b1 (a3 - 0.80 m x 0.40 m) combinado con b1-60 kg/ha de K<sub>2</sub>O). fue el mejor con 2627.69 kg/ha y estadísticamente superior a la combinación a2b1 (a2 - 0.80 m x 0.35m) combinado con b1- 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O) y a1b1 (a1 - 0.80 m x 0.30m ) combinado con b1-60 kg/ha de K<sub>2</sub>O. Así mismo no existe significancia estadística entre la combinación con a3b1 y a1b1, con 2486.98 y 2364.16 kg/ha de rendimiento.

**Tabla 46***Comparación de promedios en A(b1) para rendimiento (Kg/ha).*

Nivel b1 (60 kg/ha)	Promedio	Significancia
a3 (0.80 m x 0.40 m)	2627.69	a
a2 (0.80 m x 0.35 m)	2486.98	b
a1 (0.80 m x 0.30 m)	2364.16	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 47, Se muestra la combinación de los niveles del factor densidad de siembra (A) con el nivel b2 (120 kg/ha) del factor dosis de potasio (B), la prueba Tukey indica que la composición a2b2 (a2 - 0.80 m x 0.35 m) combinado con b2-120 kg/ha de K<sub>2</sub>O) fue el mejor con 3244.7 kg/ha y estadísticamente superior a la combinación a3b2 (a3 - 0.80 m x 0.40 m ) combinado con b2-120 kg/ha de K<sub>2</sub>O) y a1b2 (a2 - 0.80 m x 0.30m ) combinado con b2-120 kg/ha de K<sub>2</sub>O. Así mismo existe significancia estadística entre la combinación con a3b2 y a1b2, con 2804.36 y 2474.58 kg/ha de rendimiento.

**Tabla 47***Comparación de promedios en A(b2) para rendimiento (Kg/ha).*

Nivel b2 (120 kg/ha)	Promedio	Significancia
a2 (0.80 m x 0.35 m)	3244.70	a
a3 (0.80 m x 0.40 m)	2804.36	b
a1 (0.80 m x 0.30 m)	2474.58	c

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 48, Se muestra la combinación de los niveles del factor densidad de siembra (A) con el nivel b3 (180 kg/ha) del factor dosis de potasio (B), la prueba Tukey indica que la composición a3b3 (a3 - 0.80 m x 0.40 m) combinado con b3-180 kg/ha de K<sub>2</sub>O). fue el mejor con 3458.26 kg/ha y estadísticamente superior a la combinación a2b3 (a2 - 0.80 m x 0.35 m ) combinado con b3-180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) y a1b3 (a1 - 0.80 m x 0.30m ) combinado con b3-180 kg/ha de K<sub>2</sub>O. Así mismo existe significancia estadística entre la combinación con a3b3 y a1b3, con 3458.26 y 3169.57 kg/ha de rendimiento.

**Tabla 48**

*Comparación de promedios en A(b3) para rendimiento (Kg/ha).*

Nivel b3 (180 kg/ha)	Promedio	Significancia
a3 (0.80 m x 0.40 m)	3458.26	a
a2 (0.80 m x 0.35 m)	3405.50	a
a1 (0.80 m x 0.30 m)	3169.57	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 49, Se muestra la combinación de los niveles del factor dosis de potasio (B) con el nivel a1 (0.80 m x 0.30 m) del factor densidad de siembra (A), la prueba Tukey indica que la composición b3a1 (b3-180 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a1 - 0.80 m x 0.30 m) fue el mejor con 3169.57 kg/ha y estadísticamente superior a la combinación b2a1 ( b2-120 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a1 - 0.80 m x 0.30 m ) y b1a1 ( b1-60 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a1 - 0.80 m x 0.30 m ). Así mismo no existe significancia estadística entre las combinaciones de b2a1 y b1a1, con 2474.58 y 2364.16 kg/ha de rendimiento. mazorcas.

**Tabla 49***Comparación de promedios en B(a1) para rendimiento (Kg/ha).*

Nivel a1 (0.80 m x 0.30 m)	Promedio	Significancia
b3 (180 kg/ha)	3169.57	a
b2 (120 kg/ha)	2474.58	b
b1 (60 kg/ha)	2364.16	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 50, Se muestra la combinación de los niveles del factor dosis de potasio (B) con el nivel a2 (0.80 m x 0.35 m) del factor densidad de siembra (A), la prueba Tukey indica que la composición b3a2 (b3-180 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a2 - 0.80 m x 0.35 m) fue el mejor con 3405.50 kg/ha y estadísticamente superior a la combinación b2a2 ( b2-120 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a2 - 0.80 m x 0.35 m ) y b1a2 ( b1-60 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a2 - 0.80 m x 0.35 m ). Así mismo existe significancia estadística entre las combinaciones de b2a2 y b2a2, con 3244.70 y 2486.98 kg/ha de rendimiento.

**Tabla 50***Comparación de promedios en B(a2) para rendimiento (Kg/ha).*

Nivel a2 (0.80 m x 0.35 m)	Promedio	Significancia
b3 (180 kg/ha)	3405.50	a
b2 (120 kg/ha)	3244.70	b
b1 (60 kg/ha)	2486.98	c

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

En la tabla 51, Se muestra la combinación de los niveles del factor dosis de potasio (B) con el nivel a3 (0.80 m x 0.40 m) del factor densidad de siembra (A), la prueba Tukey indica que la composición b3a3 (b3-180 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a3 - 0.80 m x 0.40 m) fue el mejor con 3458.26 kg/ha y estadísticamente superior a la combinación b2a3 ( b2-120 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a3 - 0.80 m x 0.40 m ) y b1a3 ( b1-60 kg/ha de K<sub>2</sub>O. combinado con a3 - 0.80 m x 0.40 m ). Así mismo existe significancia estadística entre las combinaciones de b2a3 y b1a3, con 2804.36 y 2627.69 kg/ha de rendimiento.

**Tabla 51**

*Comparación de promedios en B(a3) para rendimiento (Kg/ha).*

Nivel a3 (0.80 m x 0.40 m)	Promedio	Significancia
b3 (180 kg/ha)	3458.26	a
b2 (120 kg/ha)	2804.36	b
b1 (60 kg/ha)	2627.69	c

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes con una confianza de 95%.

*Fuente:* Resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra, utilizando Minitab Statistical Software v. 19.

Al analizar los efectos simples significativos de la interacción, se logró determinar que el mejor rendimiento se obtuvo con el tratamiento T<sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) alcanzando 3458.26 Kg/ha.

#### 4.1.4. Análisis económico del cultivo para cada tratamiento de maíz amarillo amiláceo

**Tabla 52**

*Análisis de rentabilidad.*

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR
Costo de producción	S/	7185.7506
Rendimiento promedio por Ha	Kg/ha	2892.86
Precio esperado por TM	S/	6
Valor Bruto de cosecha	S/	17357.16
Utilidad Neta	S/	10171.4094
Relación B/C		1.415497137

Del análisis de rentabilidad en cuanto a la producción de maíz amarillo amiláceo INIA 623 “cumbemaino”, se observa que existe una utilidad de S/ 10171.4 y una relación B/C de 1.41, estos son indicadores positivos que señalan que la explotación del maíz amiláceo de esta especie es rentable.

#### 4.2. Discusión

En la presente investigación respecto a las características morfológicas del cultivo de maíz amarillo amiláceo, se obtuvo que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) de las dosis de potasio y densidades de siembra en la altura de plantas. Además, la mejor altura de planta se obtuvo con el T<sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) alcanzando 2.101 metros. Resultados similares obtuvo Neira (2020), quien manifiesta que en la altura de planta existen diferencias significativas de ambos factores, las mayores alturas de planta se obtuvieron con la densidad de 75,000 plantas/Ha, así como las fórmulas de fertilización 180-120-110 y 180-100-90 kg NPK. Aunque el estudio se realizó en el maíz amarillo duro, Neira corrobora la efectividad de la dosis de potasio empleada y la mejor densidad fue

mayor a la del presente estudio (0.80 m x 0.40 m equivale a 62500 plantas/ha). Por otro lado, difiere con los hallazgos de Rodríguez (2018), quien afirma que, para la altura de planta del maíz, los tratamientos no fueron significativos.

Referente a las características biométricas, se obtuvo que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) de las dosis de potasio y densidades de siembra en el número de mazorcas por tratamiento, en la longitud de mazorcas, en el número de granos por hilera y en el peso de mazorcas, sin embargo, en el diámetro de mazorcas y el número de hileras/mazorca se observan diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) solamente de las dosis de potasio más no de las densidades de siembra ( $p > 0.05$ ). Además, el mayor número de mazorcas se obtuvo con el T<sub>4</sub> (0.80 m x 0.30 m, 120 kg/Ha de K<sub>2</sub>O) que registró 76 unidades, la densidad equivale a 83300 plantas/ha; la mejor longitud de mazorcas, el mejor diámetro de mazorcas, el mayor número de granos por hileras y mejor peso de mazorcas se obtuvieron con el T<sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/Ha de K<sub>2</sub>O), alcanzando 14.11 centímetros, 6.38 centímetros, 21.58 unidades y 0.19 Kg, respectivamente; el mayor número de hileras por mazorca se logró con el T<sub>8</sub> (0.80 m x 0.35 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) que alcanzó 15.30 unidades. Coincide con Neira (2020), quien encontró que, para longitud de mazorca, diámetro de mazorca y peso de mazorca existen diferencias significativas de los dos factores, los mayores tamaños de mazorca se obtuvieron con la densidad de 62,500 plantas/ha y 160-120-110 y 180-120-110 kg NPK, respectivamente, los mayores diámetros de mazorca se obtuvieron con la densidad de 62,500 plantas/Ha y 180-120-110 kg NPK, el mayor peso de mazorca fue con la densidad de 62,500 plantas/Ha, y 180-120-110 kg. NPK/Ha. Esto reafirma la efectividad de la mejor densidad de plantas y dosis de potasio empleadas en el presente estudio (0.80 m x 0.40 m equivale a 62500 plantas/ha), a pesar de que Neira evaluó dicha efectividad en

el maíz amarillo duro. Resultados diferentes obtuvo Meneses, Mendoza y Cecílio (2017), quienes encontraron que el aumento de diferentes dosis de  $K_2O$  no influyó sobre la longitud y diámetro de la mazorca del maíz dulce. Difiere con Rodríguez (2018), quien afirma que los tratamientos no fueron significativos en las características morfológicas del maíz. Esto se debe a que las cantidades de potasio consideradas fueron mínimas.

Respecto al rendimiento del cultivo de maíz amarillo amiláceo INIA623 “cumbemaino”, se obtuvo que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) de las diferentes dosis de potasio y densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de maíz amarillo amiláceo. Asimismo, el mejor rendimiento se obtuvo con el  $T_9$  (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de  $K_2O$ ) alcanzando 3458.26 Kg/ha. Difiere con los hallazgos de Neira (2020), quien afirma que el mejor rendimiento de maíz amarillo duro fue con densidad de siembra de 75,000 plantas/Ha y la fórmula de fertilización 180-120-110 kg NPK/Ha. Dichas diferencias podrían deberse a que Neira realizó su experimento en maíz amarillo duro, por lo cual obtuvo mayor rendimiento con una densidad de siembra no muy lejana a la del presente estudio (0.80 m x 0.40 m equivale a 62500 plantas/ha), sin embargo la dosis de fertilización es similar. De igual manera, difiere con Vásquez (2019), quien señala que los mejores rendimientos de maíz amiláceo (*Zea mays* L.) se obtuvieron con la variedad local con niveles de 110-50-40 y 105- 48-34 de NPK.

Respecto al análisis económico del cultivo para cada tratamiento de maíz amarillo amiláceo, del análisis de rentabilidad de la producción de maíz amarillo amiláceo INIA 623 “cumbemaino” se observa que existe una utilidad de S/ 10171.41 y una rentabilidad de 1.41, estos indicadores positivos señalan que la explotación del maíz amiláceo de esta especie es rentable.

## V. CONCLUSIONES

1. Se obtuvo la mejor altura de planta con el T<sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) alcanzando 2.101 metros.
2. Se hallaron mejores resultados de mazorcas con el T<sub>4</sub> (0.80 m x 0.30 m, 120 kg/ha de K<sub>2</sub>O) alcanzando 76 unidades; la mejor longitud de mazorcas, el mejor diámetro de mazorcas, el mayor número de granos por hileras y mejor peso de mazorcas se obtuvieron con el T<sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O), alcanzando 14.11 centímetros, 6.38 centímetros, 21.58 unidades y 0.19 Kg, respectivamente; el mayor número de hileras por mazorca se logró con el T<sub>8</sub> (0.80 m x 0.35 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) que alcanzó 15.30 unidades.
3. Se determinó que el mejor rendimiento se obtuvo con el T<sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) alcanzando 3458.26 Kg/ha.
4. Finalmente, el análisis de rentabilidad de la producción de maíz amarillo amiláceo INIA 623 “cumbemaino”, se obtuvo una utilidad de S/ 10171.41 y una relación B/C de 1.41, estos indicadores positivos señalan que la explotación del maíz amiláceo de esta especie es rentable.

## VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda aplicar el tratamiento T<sub>9</sub> (0.80 m x 0.40 m, 180 kg/ha de K<sub>2</sub>O) con el fin de mejorar las características morfológicas y biométricas, así como incrementar el rendimiento del cultivo de maíz amarillo amiláceo INIA 623 “cumbemaino”.

Realizar investigaciones similares con la variedad INIA 623 “Cumbemaino” en otras zonas y/o probar otras dosis de K<sub>2</sub>O, así como densidades de siembra.

Se hace una recomendación al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y otras instituciones del agro promover la siembra de cultivo de maíz amarillo amiláceo INIA 623 “cumbemaino”. Por su fácil manejo y obtener mayores rendimientos en las distintas zonas de Región Ancash.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, E., Cutler, H. C. (1942). Races of *Zea mays* L. 1. The recognition and classification. *Ann. Mo. Bot Gard*, 29, 69-88.
- Arcila Pulgarín, J. (2007). Densidad de siembra y productividad de los cafetales. *Cenicafé*. Recuperado de <https://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo6.pdf>
- Asato, J. (2015). *Evaluación edáfica en diferentes fuentes de potasio en suelos aluviales. Laboratorio de Fertilidad de Suelos*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Azabache, A. (2003). *Fertilidad de Suelos para una agricultura sostenible* (1a ed.). Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Barnett, J. (1980). *Como se desarrolla una planta de maíz*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Hemisferio Sur.
- Beingolea, L., Manrique, A., Fegan, W., Sánchez, H., Noriega, V., Borbor, M., Chura, J., Castillo, J. y Sarmiento, J. (1993). *Manual del maíz para la Costa* (1a ed.) Lima, Perú: Publicación de la Coordinación General de la Actividad Difusión de Tecnología del Proyecto TTA.
- Bustamante, J., Allés, A., Espadas, M., Muñoz, J. (1997). *Densidad de siembra en cebadas de ciclo corto*. Información técnica N° 02, Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias. Recuperado de [https://www.cime.es/webeditor/pagines/file/butlleti\\_dinformacio\\_tecnica\\_centre\\_capacitacio/02.pdf](https://www.cime.es/webeditor/pagines/file/butlleti_dinformacio_tecnica_centre_capacitacio/02.pdf)
- Ccente Vargas, N. J. (2012). *Influencia de la densidad y fertilización en los caracteres morfológicos de Mazorca y grano de maíz amiláceo cv. PMD-638* [Tesis de Grado,

Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP.  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/248>

Davelouis, J. (1971). Estudio del efecto de distintas poblaciones en plantas de maíz obtenidas al variar el distanciamiento entre surcos y entre golpes sobre el rendimiento bajo diferentes niveles de abonamiento. *Anales Científicos*, 9(1/2), 72-93.

Dirección Regional de Agricultura de Áncash – DRAA (2020). Dirección Regional de Agricultura de Ancash. *Gobierno Regional Ancash*. Recuperado de:  
[https://www.regionancash.gob.pe/direccion\\_agricultura.php](https://www.regionancash.gob.pe/direccion_agricultura.php)

Domínguez, A. (1997). *Tratado de fertilización*. Madrid, España: Mundi-Prensa.

Doto, S. (1989). *Influencia de la densidad y distribución de plantas en el crecimiento y rendimiento de cultivares de triticale y de trigo*. España: Universidad de Córdoba.

Grobman, A., Salhuana, W., Sevilla, R. (1961). *Races of maize in Peru their origins, evolution and classification*. Washignton D. C., EE. UU.: National Academy of Sciences-National Research Council.

Hallauer, A. R., Miranda Filho, J. B. (1988). *Quantitative Genetics in Maize Breeding* (2a ed.). Ames: Iowa State University Press, Ames, IA, USA.

Infofos (1993). *Diagnóstico del estado nutricional de los cultivos*. Quito, Ecuador: Informaciones Agronómicas (INPOFOS).

Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. (2005). INIA 607 Chécche Andenes. Variedad mejorada de maíz canchero para la sierra sur del Perú. Estación Experimental Agraria Andenes - Cusco. Plegable N° 7. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/660>

- Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. (2007). Maíz INIA 614 Paccho. Primera variedad mejorada de maíz dulce para la sierra norte del Perú. Estación Experimental Agraria Baños del Inca – Cajamarca. Plegable N° 8. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/637>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. (2013). Maíz Choclero INIA 620 Wari. Nueva variedad de maíz choclero para la sierra peruana. Estación Experimental Agraria Canaán-Ayacucho. Plegable N° 6. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/503>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. (2014). Maíz INIA 622 Chullpi Quispicanchi. Nueva variedad de maíz dulce para consumo en cancha y exportación. Estación Experimental Agraria Andenes - Cusco. Plegable N° 10. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/1002>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (2020). *Manual Técnico del Cultivo de Maíz Amarillo Duro*. Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/1057>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. (2021). *Manual de producción de maíz amiláceo*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Repositorio INIA. Recuperado de <https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1310/1/MANUAL%20DE%20PRODUCCION%20DE%20MAIZ%20AMILACEO.pdf>
- López Bellido, L. (1991). *Cultivos Herbáceos – Cereales* (Vol. 1). Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Manrique, A. (1997). *El maíz en el Perú* (2a ed.). Lima, Perú: Consejo nacional de ciencia y tecnología (CONCYTEC), 98-104, 120-131, 222-254.
- Meneses, N., Mendoza Cortez, J. W., Cecílio Filho, A. B. (2017). Fertilización potásica del maíz dulce en suelo con alta disponibilidad de potasio. *Agrociencia (Uruguay)*, 21(2), 54-58.

Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI. (2019). *Requerimientos Agroclimáticos del cultivo de Maíz Amiláceo. Ficha Técnica N° 02*. MIDAGRI.GOB.PE. Recuperado de <https://bibliotecavirtual.midagri.gob.pe/index.php/material-de-divulgacion/fichas-tecnicas/2019/27-requerimientos-agroclimaticos-del-cultivo-de-maiz-amilaceo/file#:~:text=El%20mayor%20rendimiento%20es%20de,de%201%20511%20kg%2Fha>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego – MIDAGRI. (2021). Observatorio de las siembras y perspectivas de la producción de maíz amiláceo. Boletín cuatrimestral N° 04 – 2021.

Rosselló, J. M. E., & Gorostiza, M. F. de. (1986). Guía técnica para ensayos de variedades en campo. Food & Agriculture Org.

Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI y Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI. (2019). *Requerimientos Agroclimáticos del cultivo de Maíz Amiláceo. Ficha Técnica N° 07*. Recuperado de <http://repositorio.minagri.gob.pe:80/jspui/handle/MINAGRI/233>

Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI. (1 de mayo de 2020). *Plan Nacional de Cultivos - Campaña Agrícola 2019 - 2020*. Recuperado de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/471867/Plan\\_Nacional\\_de\\_Cultivos\\_2019\\_2020b.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/471867/Plan_Nacional_de_Cultivos_2019_2020b.pdf)

Neira Torres, J. M. (2020). *Efecto de la densidad de plantas y de la fertilización NPK, en el rendimiento del maíz amarillo duro (Zea mays L.) en el distrito de Sondor – Huancabamba* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Piura]. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2438>

- Pacheco, R. (1992). *Efecto de cinco niveles de potasio aplicados en dos momentos sobre el rendimiento de maíz variedad San Jerónimo mejorado (PMV-662) para semilla* [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP.
- Parsons, D. (1988). Manuales para la educación agropecuaria. *Producción vegetal*, (12).
- Rimache, M. (2008). *Cultivo de maíz* (1a ed.). México: Empresa Editora Macro.
- Robles, R. (1983). *Producción de Granos y Forrajes* (4a ed.). México: Editorial LIMUSA.
- Rodríguez, S. (1996). *Fertilizantes, nutrición vegetal*. México: AGT Editor S.A.
- Rodríguez Ruíz, (2018). *Efecto de la aplicación de fosfito potásico en cinco periodos de crecimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.)* [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional UG. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/28761>
- Sáenz (1999). *Clasificación Taxonómica del maíz* (2a ed.). México DF: Consejo Nacional para la Cultura.
- Sevilla, R. (2006). Descriptores para la caracterización del cultivo de maíz. *Manual para la caracterización in situ de cultivos nativos*. R. Estrada, T. Medina, A. Roldán. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA), 1, 51-60.
- Tisdale, S., Nelson, W. (1977). *Fertilidad de los suelos y fertilizantes*. Barcelona, España: Editorial Mantane y Simón S.A.
- Urbano, P. (1992). *Tratado de fitotecnia general*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Vásquez Aguilar, A. (2019). *Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades de maíz amiláceo (Zea mays L.) en tres localidades del distrito de Cutervo, 2016-2017* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional UNPRG. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/5019>

YARA (2012). Resumen nutricional del maíz. Alemania: Knowledge grows. Recuperado de <https://www.yara.com.mx/nutricion-vegetal/maiz/resumen-nutricional/>

## ANEXOS

### Anexo N° 01: Resultados de la prueba de germinación de maíz amarillo amiláceo INIA 623

“cumbemaino”

N° total de semilla evaluadas	N° semillas germinadas	% Germinación
100	100	$\%G = (100/100) * 100 = 100\%$

### Anexo N° 02: Datos de altura de planta en metros.

Bloque	Tratamiento								
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>
I	1.83	1.89	1.89	1.86	1.89	2.00	1.86	1.90	2.13
II	1.81	1.94	1.90	1.82	1.90	1.99	1.83	1.95	2.10
III	1.88	1.83	1.90	1.85	1.91	2.05	1.82	2.04	2.07
Promedio	1.84	1.89	1.89	1.84	1.90	2.01	1.83	1.96	2.10

### Anexo N° 03: Datos de número de mazorca por tratamiento.

Bloque	Tratamiento								
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>
I	65.00	60.00	58.00	75.00	62.00	59.00	62.00	65.00	50.00
II	64.00	62.00	60.00	75.00	59.00	60.00	63.00	65.00	58.00
III	68.00	63.00	62.00	78.00	60.00	61.00	60.00	63.00	48.00
Promedio	65.66	61.66	60.00	76.00	60.33	60.00	61.66	64.33	52.00

**Anexo N° 04: Datos de longitud de mazorca en cm.**

Bloque	Tratamiento								
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>
I	11.04	12.20	12.01	11.29	12.04	13.06	12.42	13.18	14.41
II	11.26	11.60	11.11	12.63	13.79	13.04	12.81	13.07	13.71
III	11.12	12.03	12.04	12.01	12.77	12.37	12.61	12.96	14.21
promedio	11.14	11.94	11.72	11.98	12.87	12.82	12.61	13.07	14.11

**Anexo N° 05: Datos de diámetro de mazorca en cm.**

bloque	tratamiento								
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>
I	5.535	6.020	5.860	5.770	5.900	6.020	6.170	6.380	6.340
II	5.850	5.780	5.810	6.270	5.930	6.270	6.020	6.320	6.670
III	5.950	5.970	6.180	6.120	6.140	6.020	6.270	6.120	6.130
Promedio	5.78	5.92	5.95	6.05	5.99	6.10	6.15	6.27	6.38

Anexo N° 06: Costo de producción de maíz amarillo amiláceo INIA 623 “cumbemaino”

(Ha).

N°	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
<b>I.</b>	<b>COSTOS DIRECTOS</b>				
1	PREPARACIÓN DEL TERRENO				<b>915</b>
	Limpieza	JR	4	50	200
	Arreglo de surcos y acequias	JR	2	50	100
	Riego de machaco	JR	3	40	120
	Rastra y cruz	H/M	4	90	360
	Surcado	H/M	1.5	90	135
2	SIEMBRA				<b>380</b>
	Siembra	JR	8	40	320
	Riego de enseño	JR	3	20	60
3	LABORES CULTURALES				<b>1320</b>
	1er y 2do abonamiento y aporque	JR	15	40	600
	Deshierbo (control de malezas)	JR	5	40	200
	Control fitosanitario	JR	8	40	320
	Riegos	JR	10	20	200
4	INSUMOS				<b>3121.2</b>
	Semilla	Kg.	50	30	1500
	Urea	Kg.	150	2	300
	Fosfato Di amónico	Kg.	300	1.85	555
	Cloruro de potasio	Kg.	118	1.9	224.2
	Pesticida				0
	Paraquat (herbicida)	Lt.	2	80	160
	Atrazina 500sc (herbicida)	Kg.	2	80	160
	Clorphyrifos	Lt.	1	125	125
	Mancozeb	Kg.	2	45	90
	Aceite vegetal comestible	Lt.	1	7	7
5	COSECHA				<b>720</b>
	Cosecha	JR	18	40	720
6	IMPREVISTOS		5%		<b>322.81</b>
	<b>TOTAL, DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>6779.01</b>
<b>II</b>	<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>406.7406</b>
1	GASTOS ADMINISTRATIVOS				
	Gastos administrativos		5%		338.9505
2	INTERESES				
	Intereses		1%		67.7901
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN</b>					<b>7185.7506</b>

Anexo N° 07: Análisis de fertilidad



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“Santiago Antúnez de Mayolo”**  
**“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN**  
 Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ – REGIÓN ANCASH**



**RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FERTILIDAD**

**SOLICITANTE** : Ciriaco Aguilar Fredy Robert - Tesista  
**MUESTRA** :M - 01. Fundo Allpa Rumi  
**UBICACIÓN** :Marcara – Carhuaz -Ancash

Muestra N°	Textura (%)			Clase Textural	pH	M.O %	Nt. %	P ppm	K ppm	C.E dS/m	Da. g/cm <sup>3</sup>
	Arena	Limo	Arcilla								
49	53	28	19	Franco arenoso	5.75	1.740	0.087	15	96	0.183	1.56

**RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES:**

La muestra es de textura franco arenoso, se caracteriza por tener una reacción ligeramente acida, pobre en materia orgánica y en % de nitrógeno total, rico en fósforo y pobre en potasio, no tiene problemas de salinidad.

Huaraz, 10 de abril del 2021.

  
  
**Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero**  
 JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

## Anexo N° 08: Panel fotográfico

**Figura 11**

*Prueba de germinación estándar de semilla de maíz amarillo amiláceo INIA 623- cumbemaino.*



**Figura 12**

*Preparación del terreno.*



**Figura 13**

*Siembra del cultivo de maíz amiláceo en el campo.*



**Figura 14**

*Germinación del cultivo de maíz en el campo.*



**Figura 15**

*Control de plagas de maíz amiláceo.*



**Figura 16**

*Medida de la altura de planta.*



## Figura 17

*Evaluación de floración del cultivo.*



## Figura 18

*Evaluación diámetro de maíz amarillo amiláceo.*



**Figura 19**

*Cálculo de pesos de maíz amarillo amiláceo.*



**Anexo N° 09: Comparaciones por parejas de Tukey para altura de plantas**

Dosis de Potasio (B)	Densidad de planta (A)		
	a1	a2	a3
b1	1.840	1.887	1.894
b2	1.843	1.901	2.013
b3	1.834	1.963	2.101

A(b2)	N	Media	Significancia
a1	3	1.84	a
a2	3	1.90	a
a3	3	2.01	b

A(b3)	N	Promedio	Significancia
a1	3	1.83	a
a2	3	1.96	b
a3	3	2.10	c

B(a3)	N	Promedio	Significancia
b1	3	1.89	a
b2	3	2.01	b
b3	3	2.10	c

**Anexo N° 10: Comparaciones por parejas de Tukey para mazorcas por tratamientos**

Dosis de Potasio (B)	Densidad de planta (A)		
	a1	a2	a3
b1	65.67	61.67	60.00
b2	76.00	60.33	60.00
b3	61.67	64.33	52.00

A(b2)	N	Media	Significancia
a1	3	76.00	a
a2	3	60.33	b
a3	3	60.00	b

A(b3)	N	Media	Significancia
a1	3	61.67	a
a2	3	64.33	a
a3	3	52.00	b

B(a1)	N	Media	Significancia
b1	3	65.67	a
b2	3	76.00	b
b3	3	61.67	a

B(a3)	N	Media	Significancia
b1	3	60.00	a
b2	3	60.00	a
b3	3	52.00	b

#### Anexo N° 11: Comparaciones por parejas de Tukey para longitud de mazorcas

Dosis de Potasio (B)	Densidad de planta (A)		
	a1	a2	a3
b1	11.14	11.94	11.72
b2	11.98	12.87	12.82
b3	12.61	13.07	14.11

A(b3)	N	Media	Significancia
a1	3	12.61	a
a2	3	13.07	a b
a3	3	14.11	b

B(a1)	N	Media	Significancia
b1	3	11.14	a
b2	3	11.98	a b
b3	3	12.61	b

B(a2)	N	Media	Significancia	
b1	3	11.94	a	
b2	3	12.87	a	b
b3	3	13.07	b	

B(a3)	N	Media	Significancia	
b1	3	11.72	a	
b2	3	12.82	a	
b3	3	14.11	b	

### Anexo N° 12: Comparaciones por parejas de Tukey para diámetro de mazorcas

Dosis de Potasio (B)	Densidad de planta (A)		
	a1	a2	a3
b1	5.78	5.92	5.95
b2	6.05	5.99	6.10
b3	6.15	6.27	6.38

B	Promedio	Significancia	
b1	5.88	a	
b2	6.05	b	
b3	6.27	c	

### Anexo N° 13: Comparaciones por parejas de Tukey para número de hileras/mazorca

Dosis de Potasio (B)	Densidad de planta (A)		
	a1	a2	a3
b1	14.13	13.83	14.80
b2	14.67	14.00	14.50
b3	15.00	15.30	14.83

B	Promedio	Significancia	
b1	14.26	a	
b2	14.39	a	b
b3	15.04	b	

**Anexo N° 14: Comparaciones por parejas de Tukey para número de granos/hilera**

Dosis de Potasio (B)	Densidad de planta (A)		
	a1	a2	a3
b1	17.68	19.37	18.76
b2	18.63	20.40	19.70
b3	18.72	20.32	21.58

A(b3)	N	Media	Significancia	
a1	3	18.72	a	
a2	3	20.32	a	b
a3	3	21.58		b

B(a3)	N	Promedio	Significancia	
b1	3	11.14	a	
b2	3	11.98	a	b
b3	3	12.61		b

**Anexo N° 15: Comparaciones por parejas de Tukey para peso de mazorcas**

Dosis de Potasio (B)	Densidad de planta (A)		
	a1	a2	a3
b1	0.11	0.13	0.12
b2	0.14	0.14	0.15
b3	0.14	0.14	0.19

A( b1)	N	Media	Significancia	
a1	3	0.11	a	
a2	3	0.13		b
a3	3	0.12	a	b

A(b3)	N	Media	Significancia	
a1	3	0.14	a	
a2	3	0.14	a	
a3	3	0.19		b

B(a1)	N	Media	Significancia
b1	3	0.11	a
b2	3	0.14	b
b3	3	0.14	b

B(a3)	N	Media	Significancia
b1	3	0.12	a
b2	3	0.15	b
b3	3	0.19	c

**Anexo N° 16: Comparaciones por parejas de Tukey para rendimiento del cultivo de maíz amarillo amiláceo**

Dosis de Potasio (B)	Densidad de planta (A)		
	a1	a2	a3
b1	2364.16	2486.98	2627.69
b2	2474.58	3244.70	2804.36
b3	3169.57	3405.50	3458.26

A(b1)	N	Media	Significancia
a1	3	2364.16	a
a2	3	2486.98	a
a3	3	2627.69	b

A(b2)	N	Media	Significancia
a1	3	2474.58	a
a2	3	3244.70	b
a3	3	2804.36	c

A(b3)	N	Media	Significancia
a1	3	3169.57	a
a2	3	3405.50	b
a3	3	3458.26	b

B(a1)	N	Media	Significancia
b1	3	2364.16	a
b2	3	2474.58	a
b3	3	3169.57	b

B(a2)	N	Media	Significancia
b1	3	2486.98	a
b2	3	3244.70	b
b3	3	3405.50	c

B(a3)	N	Media	Significancia
b1	3	2627.69	a
b2	3	2804.36	b
b3	3	3458.26	c